

DIE BAUTECHNIK

16. Jahrgang

BERLIN, 28. Oktober 1938

Heft 46

Alle Rechte vorbehalten.

Zur Betriebseröffnung des Mittellandkanals.

Von Elbstrombaudirektor Dr.-Ing. Walter Petzel, Magdeburg.

I. Aus der Vorgeschichte des Kanals.

Im Oktober d. J. wird das Schwimmerhebewerk in Magdeburg-Rothensee feierlich eingeweiht und damit der Schiffsverkehr auf dem Mittellandkanal eröffnet. Der gesamte Kanal ist dann freilich noch nicht vollendet; es fehlen die große Kanalbrücke über die Elbe bei Glindenberg und das Doppelhebewerk auf dem rechten Elbufer bei Hohenwarthe, deren Bau noch bis etwa 1942 dauern wird. Aber das Hauptziel des Mittellandkanals: die Vereinigung des westdeutschen mit dem ostdeutschen Wasserstraßennetz ist durch den Anschluß des Kanals an die Elbe erreicht.

Der Gedanke des Mittellandkanals ist über 80 Jahre alt. Am 24. April 1856 überreichte ein Kanalausschuß in Dortmund dem Preußischen Minister für Handel und Gewerbe und öffentliche Arbeiten eine Denkschrift, die zum ersten Male den Plan erörterte, das Kohlengebiet der Ruhr durch eine künstliche Wasserstraße mit Rhein, Weser und Elbe zu verbinden. Im Jahre 1863 wurden dann vom Preußischen Staat die technischen Vorarbeiten für diesen Rhein-Elbe-Kanal aufgenommen. Der große Gedanke fand in den damaligen gesetzlichen Vertretungen zwar manche Gegenliebe, aber noch viel mehr Ablehnung. So kam es, daß erst am 9. Juli 1886 der erste Schritt zum Bau eines kleinen Teils des Kanals getan wurde mit der Annahme des Gesetzes über den Dortmund-Ems-Kanal. In diesem Gesetz wurde der Dortmund-Ems-Kanal ausdrücklich als Teil eines

zuführen. Das anfänglich geplante schnelle Vorgehen geriet aus Mangel an Geldern bald ins Stocken, und der Kanalbau wäre vielleicht ganz zum Erliegen gekommen, wenn ihm nicht die nationalsozialistische Regierung von 1933 ab ihre unvergleichliche Schwungkraft verliehen hätte, so daß nunmehr der so lang erträumte Zustand Wirklichkeit geworden ist: „Freie Schifffahrt von der Maas bis an die Memel“ (Abb. 1).

II. Die Erbauer des Kanals.

Die Männer, denen es zu verdanken ist, daß der Kanal nach seiner unrühmlichen Entstehungsgeschichte jetzt zum glücklichen Abschluß kommt, sind an erster Stelle die verantwortlichen Bearbeiter im vormals Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten und im jetzigen Reichsverkehrsministerium. Sie haben durch alle Zeiten hindurch eindeutig und klar das Ziel verfolgt, die Ströme der Norddeutschen Tiefebene durch die künstliche Wasserstraße des Mittellandkanals zu verbinden.

Trotz der langen Dauer des Kanalbaus sind bei ihm — im ganzen gesehen — von deutschen Ingenieuren Bauwerke geschaffen, die ihresgleichen in der Welt suchen. Diese Leistungen wurden im einzelnen vollbracht von den Mittel- und Ortsbehörden der vormals Preußischen Wasserbauverwaltung und jetzigen Reichswasserstraßenverwaltung.

Den Dortmund-Ems-Kanal-Bau leitete die Kanalbaudirektion in Münster. Die Aus-

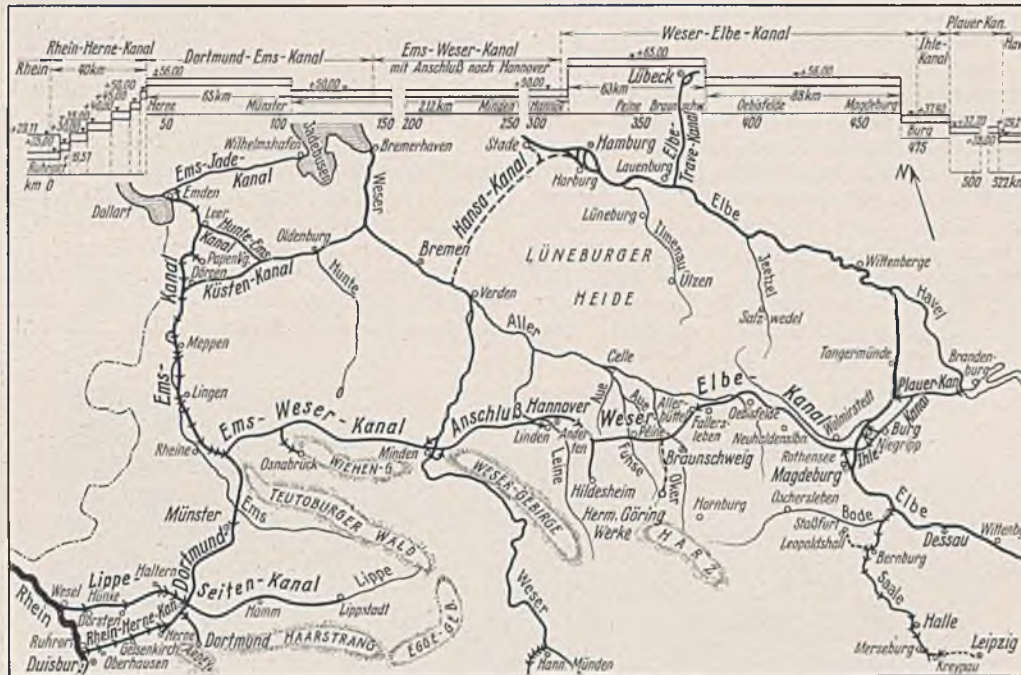


Abb. 1. Lageplan und Längsschnitt des Mittellandkanals.

führung des Rhein-Herne-Kanals lag in den Händen der Kanalbaudirektion in Essen, die des Ems-Weser- und Weser-Elbe-Kanals bis Peine bei der Wasserstraßendirektion Hannover, des erweiterten Ihle- und Plauer Kanals bei der Wasserbaudirektion Kurmark in Berlin. Den Bau des Schlußstücks des Mittellandkanals von Peine bis Burg hatte die Elbstrombauverwaltung durchzuführen. Was die Beamten, Angestellten und Arbeiter dieser Behörden geplant und vorbereitet haben, hat Gestalt gewonnen in den großen Anlagen, die die örtlichen Kanalbauämter und Streckenbauleitungen ausgeführt haben. Hierbei verdienen besonderes Lob die Unternehmer mit ihrem großen Heer von Arbeitskräften der Stirn und der Faust. Daß die Ausführung solcher Werke auch Opfer der Arbeit fordert, ist leider unvermeidbares Schicksal. Sie sollen unvergessen bleiben!

III. Die wichtigsten Bauwerke des Kanals.

Einige der hervorragenden Bauwerke aus älterer und neuerer Zeit seien hier kurz hervorgehoben: die sieben Schleusen des Rhein-Herne-Kanals, die in ihrer baulichen Gestalt den Erdsenkungen durch den Bergbau angepaßt werden mußten; das Schiffshebewerk bei Henrichsburg; die Schachtschleusen ebendasselbst und die bei Minden; die Schleusen bei Münster; die Hindenburgschleuse bei Anderten und die Kanalbrücke über die Weser bei Minden.

In diesem Zusammenhang müssen auch die großen Hafenbauten erwähnt werden, die von den vom Kanal berührten Gemeinden und sonstigen Interessenten auf ihre Kosten angelegt wurden. So folgt z. B. am Lauf des Rhein-Herne-Kanals Hafen auf Hafen. In Dortmund, Münster, Osnabrück, Minden, Hannover, Hildesheim, Peine, Braunschweig, Neuhaldens-

Schiffahrtskanals bezeichnet, „welcher bestimmt sei, den Rhein mit der Ems und in einer den Interessen der mittleren und unteren Weser und Elbe entsprechenden Weise mit diesen Strömen zu verbinden“. Schon die gewundene Form dieses Satzes zeigt, wie stark die Interessengegensätze waren, die der Plan einer durchgehenden Schifffahrtsstraße hervorrief.

Der Bau des Dortmund-Ems-Kanals wurde nach vierjähriger Vorarbeit in den Jahren 1892 bis 1899 durchgeführt. Daneben liefen die Bestrebungen der Preußischen Staatsregierung weiter, den Kanal in seiner ganzen Länge durchzusetzen. Unter den Streitern für den Kanalgedanken ragt ein Mann hervor, der unentwegt in Wort und Schrift dafür eintrat: der Geheime Baurat und spätere Ministerialdirektor Dr.-Ing. ehr. Leo Sympher. Seine Untersuchungen über Wirtschaftlichkeit von Kanälen werden in Fachkreisen noch heute anerkannt. Seinem unermüdlichen Wirken ist es mit in erster Linie zu verdanken, daß schließlich am 1. April 1905 ein Gesetz zur Herstellung eines Kanals vom Rhein über den Dortmund-Ems-Kanal, allerdings nur bis Hannover, Annahme fand. Diese Teilstrecke des Mittellandkanals wurde 1916 fertig und erwies sich in den letzten Kriegsjahren für die Beförderung von Massengütern als überaus wichtig. Die Erkenntnis des Wertes künstlicher Wasserstraßen war dadurch derart Allgemeingut im Volke geworden, daß der Preußische Landtag bald nach Kriegsende 1919 den Beschluß zur Weiterführung des Kanals bis zur Elbe faßte. Die Strecke von Hannover bis Peine und Hildesheim wurde 1928 fertig. Inzwischen aber hatte erneut der Streit der Parteien, diesmal über den Weiterbau des Schlußstücks überhaup, eingesetzt, und die Reichsregierung, die seit 1921 die deutschen Wasserstraßen betreute, vermochte es nicht, den Bau in einem Zuge durch-

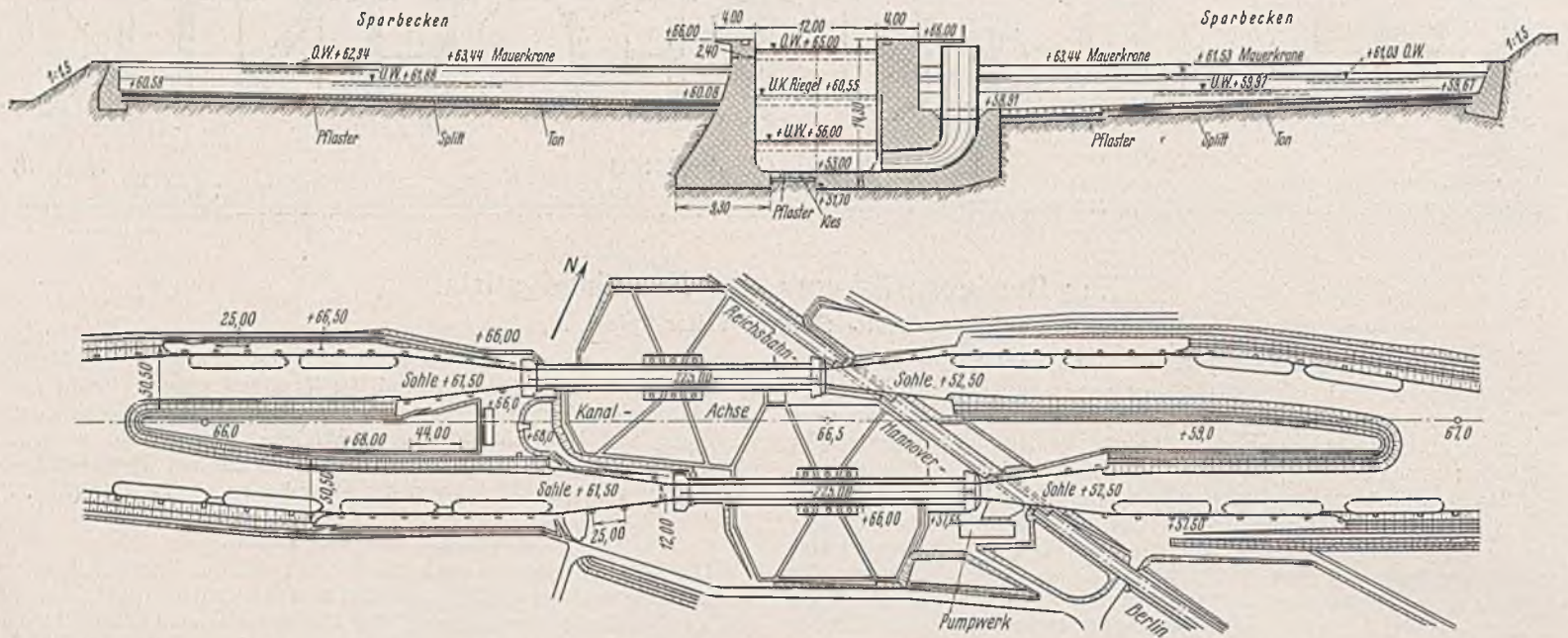


Abb. 2. Schleusenanlage in Sülfeld.

leben und Magdeburg sind große, teilweise ganz neuartige Umschlagshäfen entstanden.

Aus neuerer Zeit stammen die Schleusen des Wesel-Datteln-Kanals und die Doppelschleuse bei Sülfeld (Abb. 2). Bedeutender noch als diese Schleusen sind die Schwimmerhebwerke bei Magdeburg-Rothensee und Hohenwarthe¹⁾. Das charakteristische Merkmal dieser Hebwerke, von denen das bei Rothensee jetzt in Betrieb genommen wird, sind Schwimmer vom 10 m Durchm. und 36 m Länge. Man ist somit hier dem bewährten Vorbilde des Hebwerks in Henrichenburg gefolgt, das sich in fast 40jährigem Betriebe bewährt hat. Während aber bei diesem fünf Schwimmer den Trog tragen, sind bei dem Trog in Rothensee und den beiden Trögen in Hohenwarthe nur je zwei Schwimmer ausgeführt. Diese

zylindrischen Schwimmer tauchen in mit Wasser gefüllte 11 m weite Schächte ein (Abb. 3). Da die Gefällehöhe bis zu rd. 19 m beträgt, waren die Schächte bis über 70 m Tiefe unter Gelände abzuteufen. Der Auftrieb der Schwimmer und das Gewicht der bewegten Masse von rd. 5400 t halten sich im Gleichgewicht. Der Trog wird durch vier drehbar gelagerte Muttern, die an feststehenden senkrechten Spindeln von 27 m Länge und 420 mm Durchm. auf und nieder gehen, bewegt. Die Spindelmutter werden von Windwerken, die in den Seitengängen des Troges liegen, gleichmäßig angetrieben. Sie heben oder senken den Trog mit 0,15 m/sek Fahrgeschwindigkeit. Da das Gewicht des bewegten Systems durch den Auftrieb der Schwimmer ausgeglichen ist, sind die Kräfte zur Bewegung des Troges verhältnismäßig gering.

In der äußeren Gestalt erscheint das Schwimmerhebwerk in Rothensee fast bescheiden gegenüber dem größten deutschen Schiffshebwerk in Niederfinow. Dieses beruht — nicht wie die Hebwerke Rothensee und Hohenwarthe — auf dem Grundgedanken des Auftriebs in Wasser eingetauchter Schwimmkörper, sondern ist schon wegen des zu überwindenden doppelt so großen Höhenunterschiedes — 36 m gegen 18 m — mit Gegengewichten zum Ausgleich des Gewichts des bewegten Troges ausgerüstet. Hierdurch sind die hohen, überaus eindrucksvollen Stahlbauten des im übrigen auch für 1000-t-Schiffe bestimmten Hebwerks Niederfinow bedingt. Durch die Art ihrer Gründung und die Fülle der technischen

Einzelheiten bilden aber auch die Hebwerke in Rothensee und Hohenwarthe einzig dastehende Meisterwerke.

In der Wirkung wird den Hebwerken überlegen sein die im Bau befindliche Kanalbrücke über die Elbe bei Glindenberg, die mit einer Länge von rd. 900 m und einer Trogbreite von 30 m und einer Wassertiefe von 2,75 m wohl die größte und schwerste Brücke dieser Art darstellt (Abb. 4). 20 Eisenbetonbögen von je 30 m Lichtweite stehen auf dem Vorland; das eigentliche Strombett der Elbe wird durch einen stählernen Überbau von 100 m Lichtweite in der Mitte und je 50 m an den Seiten überbrückt.

Stellten diese Großbauwerke höchste Anforderungen an die Schaffenskraft aller Beteiligten, so waren auch die bei der Durchführung der Erdarbeiten zu überwindenden Schwierigkeiten zum Teil recht erheblich. Erwähnt seien in erster Linie die Erd- und Böschungsarbeiten bei dem tiefen Einschnitt östlich von Braunschweig. Hier wurden Tonschichten der unteren Kreide angeschnitten, die überlagert waren von Geschiebemergel. Zahlreiche Rutschungen sind hier vorgekommen. Durch Abflachen der Böschungen bis auf 1:5 und durch Einpressen von Zementmilch in die feinen Spalten und Klüfte des Tons ist es gelungen, die Rutschgefahr zu beseitigen.

An anderen Stellen stieß man auf Schwemmsand, der im Urzustande durch Bagger nicht zu bewältigen war. Erst nach Absenken des Grundwassers konnte das Kanalbett im Trockenen ausgehoben werden.

Besondere Sorgfalt erforderten die Dammschüttungen im Elbtal bei Magdeburg. Durch ein neuartiges Spülverfahren wurde eine solche Dichtigkeit des bis zu 17 m hohen Dammes erzielt, daß Setzungen nicht vorgekommen sind.

IV. Die Bedeutung des Kanals für die Landeskultur.

Durch ein ausgedehntes Netz von Grundwasserbeobachtungsbrunnen hat die Kanalverwaltung schon jahrelang vor dem eigentlichen Baubeginn und während seiner Dauer jede Bewegung des im Bereich des Kanals liegenden Grundwasserspiegels verfolgt. Auf längeren Strecken unterlag der Grundwasserstand naturgemäß gewissen Veränderungen durch den Kanalbau. In mühseliger Kleinarbeit ist es hier gelungen, mit den Grundstückseigentümern einen gerechten Vergleich zu schließen. Hierbei verdienen die Arbeiten der Verwaltungs- und Vermessungsbeamten besonders hervorgehoben zu werden.

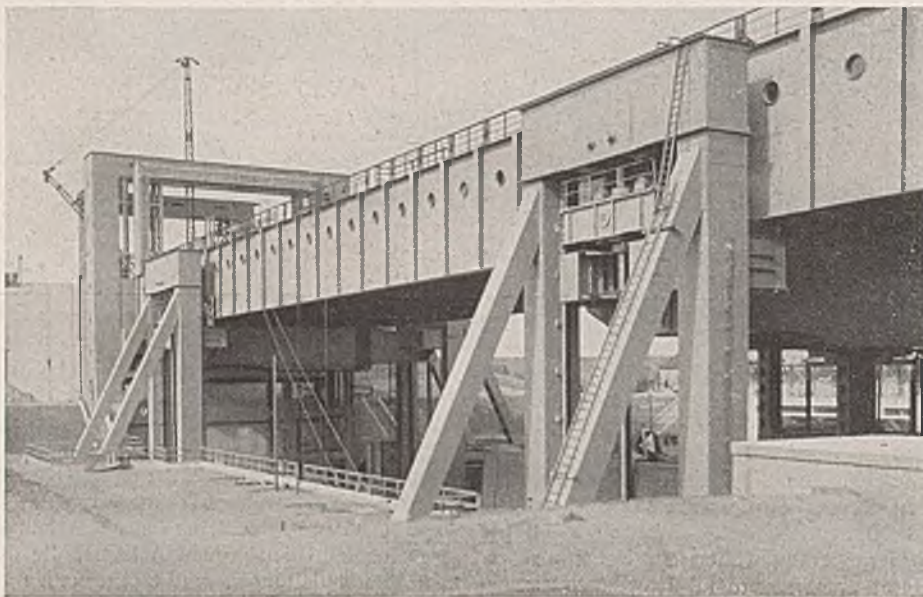


Abb. 3. Schrägsicht des Hebwerks Rothensee mit gehobenem Trog.

¹⁾ Ein besonderer Aufsatz über diese Hebwerke befindet sich auf S. 618.

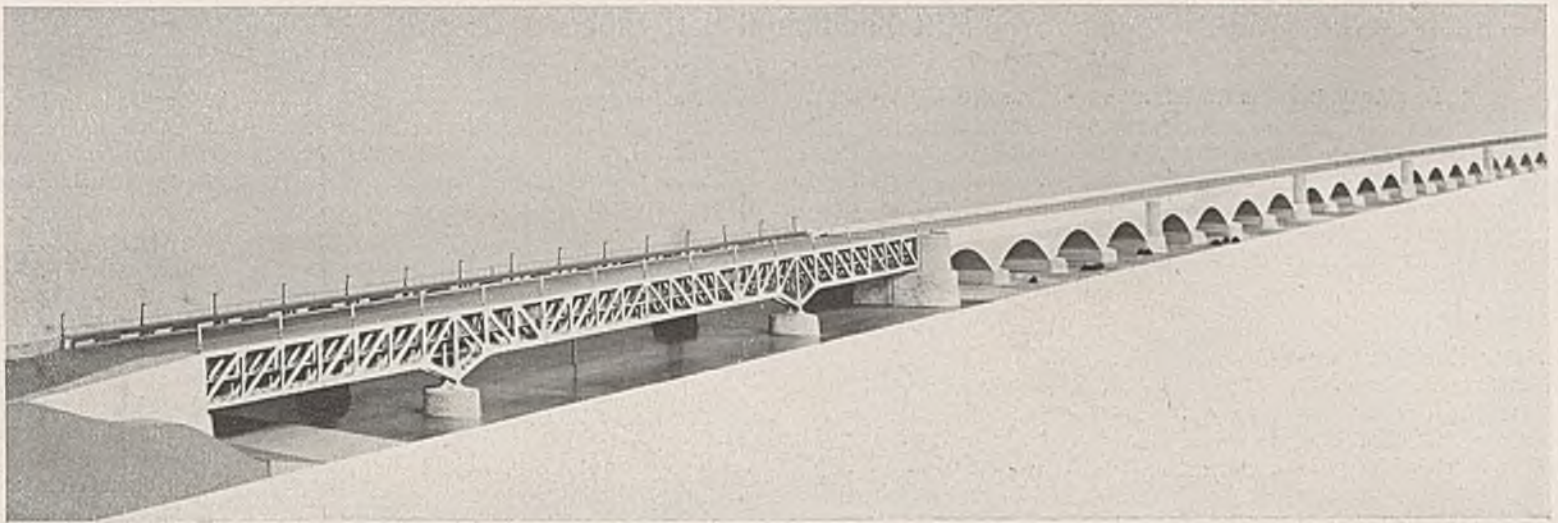


Abb. 4. Ansicht des Modells der Kanalbrücke über die Elbe bei Glindenberg.

Daß der Kanalbau auch in landwirtschaftlicher Hinsicht Nutzen gebracht hat, zeigen die Arbeiten im Drömling. In diesem rd. 25 000 ha großen Niederungsmoor, das in jahrhundertelanger Arbeit, begonnen durch Friedrich den Großen, urbar gemacht wurde, machten unzertigte Hochwasser immer wieder die Erträge mühseliger Arbeit zunichte. Durch den Mittellandkanal allein ist es möglich geworden, diese Hochwasser von der Aller, Ohre und dem Fanggraben bis zu 20 m³/sek in den Kanal zu leiten und unschädlich in die Elbe zu führen. So konnten im Jahre 1937 allein rd. 2 Mill. m³ Niederschläge dem von der Landwirtschaft bebauten Gebiete ferngehalten werden, und damit war die Ernte gesichert.

Gegen die Gefahr einer zu starken Austrocknung des Bodens wird in den Entlastungsgräben das Wasser rechtzeitig zurückgestaut und dadurch der Grundwasserstand auf richtiger Höhe gehalten. Bei einem Fallen des Grundwasserspiegels ist es möglich, den Grundstücken Wasser aus dem Kanal auf dem Wege über die Entlastung zuzuführen.

Beim Bau des Mittellandkanals wurde auch Rücksicht genommen auf gute Einpassung in das Landschaftsbild. Es ist nicht so, daß ein mit dem Lineal gezogener Wasserlauf langweilig und nüchtern durch das Land gelegt ist, hier eine Verwässerung, dort eine Versteppung verursachend. Es ist vielmehr überall versucht worden, nicht nur Schaden zu verhüten, sondern Nutzen zu stiften. Zahlreiche Anpflanzungen von Bäumen und Buschwerk, die das silbergraue Band des Kanals einfassen, werden in wenigen Jahren zur Belebung des Landschaftsbildes beitragen (Abb. 5).



Abb. 5. Fußgängerbrücke über den Mittellandkanal bei Neuahaldensleben (Flora-Brücke).

V. Die Verkehrsbedeutung des Kanals.

Der Mittellandkanal wird den Austausch von Massengütern zwischen West- und Ostdeutschland erleichtern. Güter, die auf billige Förderung angewiesen sind und eine längere Fahrzeit vertragen — wie Kohlen, Erze, Steine, Salze, Zucker, Holz, Düngemittel usw. —, werden sehr häufig die Wasserstraße dem Schienenweg oder der Autobahn vorziehen. Sorgfältige Untersuchungen haben einen Verkehr von etwa 9 Mill. t in Richtung West—Ost und etwa 3 Mill. t in umgekehrter Richtung nach einer gewissen Anlaufzeit auf dem Mittellandkanal westlich der Elbekreuzung errechnet.

Neuerdings fällt dem Mittellandkanal eine besondere Aufgabe zu durch die Anlage eines Stichkanals und Hafens bei den Reichswerken „Hermann Göring“ bei Bleckenstedt-Hallendorf. Die Ausbeutung der

Lagerstätten von weniger hochwertigen Erzen im Gebiete von Salzgitter ist nur mit Hilfe dieses Wasserweges in wirtschaftlicher Weise möglich. Der westlich von Braunschweig gelegene Stichkanal erhält eine Länge von rd. 15 km, an die sich ein 3 km langer Hafen anschließt. Der Stichkanal entspricht in seinen Abmessungen dem Hauptkanal. Zwei Schleusenanlagen von je 9 m Gefälle vermitteln den Aufstieg vom Hauptkanal zum Hafen der Reichswerke. Diese Arbeit stellt an die Reichswasserstraßenverwaltung rein baulich die bisher noch nicht dagewesene Aufgabe, einen solchen tief in das Wirtschaftsleben und die Bodenverhältnisse des berührten Gebiets eingreifenden künstlichen Wasserlauf einschließlich Vorarbeit in 2 1/4 Jahren betriebsfähig herzurichten. Die Bedeutung des Kanals erhellt aus der Tatsache, daß für den Hafen der Hütte allein mit einer Umschlagsmenge bis zu rd. 20 Mill. t gerechnet wird.

Auch das große Volkswagenwerk in Fallersleben wird bewußt unmittelbar an den Mittellandkanal gelegt und mit einem eigenen Betriebshafen ausgestattet, weil dadurch nennenswerte Ersparnisse an Förderkosten für einen großen Teil seiner Bedarfsgüter erzielt werden können.

Die Leistungsfähigkeit des Mittellandkanals wird also von vornherein auf eine starke Probe gestellt. Die freie Strecke ist in ihrer Leistung fast un-

begrenzt. Die Engpässe des Verkehrs liegen an den Schleusen; aber auch diese nach neuesten Erfahrungen erbauten Doppelanlagen können mindestens 30 Mill. Gütertonnen jährlich durchlassen, das ist eine Menge, die den neuesten Schätzungen gerecht wird.

VI. Das Ziel ist erreicht.

Zu den rein baulichen Schwierigkeiten, die aber den Fortschritt der Bauarbeiten kaum hindern konnten, traten in jüngster Zeit unerwartete Erschwernisse durch die Verknappung an gewissen Baustoffen, insbesondere Stahlerzeugnissen und durch den Facharbeitermangel. Auch diese Hindernisse wurden überwunden, indem jeder Mitarbeiter an seiner Stelle die besten Kräfte zum Gelingen des Werkes hergab. So ist der Mittellandkanal nun bereit, seine großen wirtschaftlichen Aufgaben als Träger des Massengutverkehrs zwischen West- und Ostdeutschland zu erfüllen. Er dient damit nicht nur der Binnenschifffahrt, sondern der ganzen deutschen Volkswirtschaft. Zugleich legen seine Gesamtanlage und seine Einzelbauwerke ein stolzes Zeugnis ab von dem Aufbauwillen und dem Können deutscher Ingenieure.

Alle Rechte vorbehalten.

Mittellandkanal und Elbe.

Von Elbstrombaudirektor Dr.-Ing. Walter Petzel, Magdeburg.

I. Der Anschluß des Mittellandkanals an die Elbe.

Der zum Herbst 1938 erwartete Anschluß des Mittellandkanals an die Elbe bei Magdeburg-Rothensee lenkt die Blicke aller beteiligten Kreise auf den Kanal und diesen mitteldeutschen Strom. Wird doch jetzt nicht nur der Güteraustausch zwischen Elbe und Westdeutschland erleichtert, sondern auch die Freizügigkeit der ganzen deutschen Schifffahrt gewonnen!

II. Der Niedrigwasserausbau der Elbe.

Der Niedrigwasserausbau der deutschen Elbe war mit eine der vorrangigsten Aufgaben der Reichswasserstraßenverwaltung.

a) Veranlassung.

Schon seit Jahren wurden von den an der Elbeschifffahrt beteiligten Kreisen Klagen wegen der Unzulänglichkeit der Fahrwasserhältnisse erhoben. Zahlreiche schnell aufeinander folgende Übergänge und geringe Fahrwassertiefen — besonders in den Übergängen — behinderten den durchgehenden Schifffahrtverkehr erheblich. Hinzu kamen schließlich die ausgesprochenen Trockenjahre, die die Wasserstände der Elbe auf das niedrigste bisher beobachtete Maß sinken ließen. Schifffahrtstockungen, die teilweise eine Ausdehnung von 10 bis 20 km aufwiesen, waren die unausbleibliche Folge.

b) Grundlagen des Ausbaues.

Nur eine grundlegende Änderung der bestehenden Verhältnisse konnte hier Abhilfe schaffen.

Bereits 1911 war ein Entwurf für den Niedrigwasserausbau der Elbe von der sächsisch-preußischen Landesgrenze bis Hamburg und 1913 ein solcher für die sächsische Elbestrecke aufgestellt worden. 1931 wurde ein neuer Gesamtentwurf bearbeitet, dessen Ziel war, dem Regel-Elbschiff — dem sogenannten Groß-Plauer-Maßkahn — mit 67 m Länge, 8,2 m Breite, 1,90 m Tiefgang und rd. 700 t Tragfähigkeit auch

bei Niedrigwasserzeiten den Verkehr mit $\frac{3}{4}$ Ladung zu gestatten. Der Entwurf sieht oberhalb der Saalemündung eine Mindestfahrwassertiefe von 1,10 m und unterhalb der Saalemündung eine solche von 1,25 m vor, die bis zur Flutgrenze oberhalb Hamburgs allmählich auf 1,40 m zunimmt (Abb. 1).



Abb. 1. Gesamtübersichtsplan der Elbe von der Reichsgrenze bis Hamburg.

c) Die Bau-
maßnahmen.

Die Verschiedenartigkeit der im einzelnen vorhandenen örtlichen Verhältnisse bedingten je nach Lage besondere Bau-
maßnahmen. Im einzelnen wurden folgende Bau-
arbeiten durchgeführt:

1. Maßnahmen zur Einschränkung der Normalbreite des Stromes und Verbesserung seines Laufes. Es sind dies: Verlängern und Neubau von Buhnen (Abb. 2 u. 3), Umbau von Deckwerken, Verbau von Übertiefen, Änderung der Streichlinienführung. Sie passen sich dem Charakter des Stromes an. Dabei wird nach dem

Grundsatzverfahren, dem Strom eine solche Führung zu geben, daß er die angestrebten Regelungsquerschnitte von selbst ausbildet und erhält. Der natürliche Schwingungsrhythmus des Stromes wird hierbei weitgehend berücksichtigt und mitunter durch stärkere Krümmung verbessert.

In demselben Maße, wie gerade oder schwach gekrümmte Stromstrecken die Ausbildung der Fahrinne ungünstig beeinflussen, haben sich zu starke Krümmungen als nachteilig erwiesen. Das einzige Mittel besteht hier in Abflachungen, wie dies z. B. bei Belgern geschehen ist (Abb. 4). Wesentlich anders als auf den oberen Strecken liegen die Stromverhältnisse unterhalb der Havelmündung. Das Geschiebe besteht hier



Abb. 2. Einbringen von Busch (Packwerk) in eine Buhne.



Abb. 3. Abdecken einer Buhne mit Schüttsteinen.



Abb. 4. Abflachung der scharfen Krümmung oberhalb Belgern.

aus feinem beweglichen Sand, der zu dauernden Änderungen des Talweges Anlaß gibt. Ein Beispiel hierfür bietet die gerade Stromstrecke bei Hitzacker. Die Festlegung des Talweges wird hier durch Vortrieb der Buhnen auf dem einen und Verkürzen auf dem anderen Ufer erreicht.

Neben der Verbesserung der Strelchlinien ist zur Erreichung des Regelungsziels auf den meisten Stromstrecken ein Einschränken der Strombreite notwendig, die im Lauenburger Bezirk bis zu 75 m beträgt.

2. Staustufe Magdeburg. Die ungünstigen Verhältnisse in der Magdeburger Stromstrecke lassen sich in Anbetracht des felsigen Untergrundes mit den Maßnahmen der einfachen Regelung nicht beheben. Die grundlegende Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse bei Niedrigwasser wird daher im Stadtgebiet Magdeburg durch eine örtliche Kanallisierung bewirkt. Sie besteht aus:

- a) einem beweglichen Wehr bei km 330,44, das gleichzeitig die Stromelbe und die Alte Elbe bei Niedrigwasser bis zu 3,50 m Höhe anzustauen vermag,
- b) einer Doppelschleppzugschleuse von 325 m Länge, 25 m lichter Durchfahrtsweite und 4 m Drempeltiefe auf dem linken Elbevorland, die imstande ist, einen Schleppzug größter Länge in einer Schleusung durchzubringen.

Der Schleusenkanal erhält am unteren Ende eine Verbindung mit dem bestehenden Zweigkanal des Elbabstiegs bei Rothensee des Hauptkanals des Mittellandkanals. Hierdurch wird die Einführung des von der Oberelbe kommenden und nach der Oberelbe gehenden Mittellandkanalverkehrs in den durchgehenden Elbeverkehr erleichtert.

Zu Niedrigwasserzeiten wird die Schifffahrt durch den Schleusenkanal geleitet, während sie bei vollschiffigen Wasserständen nach Beseitigung des Staus durch die Wehröffnung hindurchgeht. Die durchgehende Elbeschifffahrt soll also auch in Zukunft, sofern die Voraussetzungen hierfür gegeben sind, die Stromelbe benutzen.

3. Neben den baulichen Veränderungen des Strombettes ist für Zeiten großer Trockenheit eine Erhöhung des Wasserspiegels durch Zuschußwasser aus Speicherbecken vorgesehen. Zwei Talsperren von insgesamt rd. 400 Mill. m³ Fassungsvermögen werden in der oberen Saale angelegt, von denen die am „Kleinen Bleiloch“ im Jahre 1932 fertiggestellt werden konnte. Sie hat der Elbeschifffahrt auch bereits in den Jahren 1935 bis 1937 sowie im laufenden Jahre wertvolle Dienste geleistet. Die zweite Sperre bei Hohenwarte ist zur Zeit im Bau. Aus diesen Sperren kann zeitweise ein Zuschuß bis zu 60 m³/sek für die Elbe unterhalb Barby geleistet werden, der eine Erhöhung des Elbewasserspiegels bis zu 0,45 m erwarten läßt.

Oberhalb der Saalemündung wird ein Speicherbecken bei Pirna von rd. 130 Mill. m³ Nutzinhalt errichtet. In dieses soll bei höheren Elbewasserständen das Wasser eingepumpt werden, um es bei Niedrigwasserzeiten wieder abzulassen. Die Fahrwassertiefe oberhalb Barby kann dadurch in kritischen Zeiten um rd. 0,40 m vergrößert werden.

d) Die Auswirkungen des Ausbaues auf die Fischerei, die Landeskultur und die Eisabführung.

1. Bei den Ausbauarbeiten werden die Interessen der Fischerei nach Möglichkeit gewahrt. Durch rege Zusammenarbeit mit den Oberfischmeistern, den Landesbauernschaften und den Fischern selbst ist dafür Sorge getragen, daß Schädigungen, soweit solche überhaupt entstehen, auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben. Durch geeignete Bauanlagen,

z. B. Zuwegung von Schlenken, Altarmen und fischereibiologisch wertvollen Gewässern, Anlegen von Fischaufzugstellen usw., soll versucht werden, die Fangergebnisse der Fischer steigern zu helfen.

2. Durch die Querschnittseinschränkung des Stromes infolge der Bühnenverlängerungen wird das Gefälle nur unwesentlich beeinflusst. Eine Schädigung der Landeskultur, die von dem Elbewasserstand naturgemäß stark abhängig ist, dürfte daher kaum zu erwarten sein. Um hierfür genauere Ergebnisse zu erhalten, wird der Grundwasserstand bereits seit vielen Jahren sorgfältig beobachtet. Aber erst nach einer längeren Beobachtungszeit nach dem Ausbau wird es möglich sein, genauere Ergebnisse über die Auswirkung des Niedrigwasserausbaues auf die Landeskultur zu erhalten.

3. Der Niedrigwasserausbau kann sich auf die Eisabführung nur günstig auswirken, da sich Eisversetzungen, die erfahrungsgemäß zuerst auf den Sandbänken entstehen, in dem dann tieferen Wasser kaum noch bilden können. Die Deichbruchgefahr wird dadurch wesentlich vermindert.

e) Bauvorgang.

Der Niedrigwasserausbau wurde, abgesehen von einer Reihe von Versuchsstrecken, in allen Bauamtsbezirken fast gleichzeitig in Angriff genommen. Er setzte im Jahre 1933 nach der Machtergreifung in verstärktem Umfange ein. Die Ausführung der einzelnen Bühnengruppen (Abb. 5) innerhalb der verschiedenen Bauamtsbezirke wird nach Möglichkeit, soweit es die Baumaßnahmen gestatten, von unterstrom nach oberstrom in Angriff genommen. Innerhalb jeder Bühnengruppe werden die Bühnen im allgemeinen zweckmäßig von oberstrom nach unterstrom gebaut, um im Schutze der bereits fertigen Bühnen arbeiten zu können. Dieses Verfahren ist insofern sehr vorteilhaft, als der in Bewegung geratene Sand, vor allem auf den unteren Elbestrecken, sich hauptsächlich in der Nähe der Ufer da ablagert, wo die nächsten Bühnen gebaut werden sollen. Auf diese Weise lassen sich, wie die Erfahrung gezeugt hat, durch Verringern der Bauhöhe nicht unerhebliche Ersparnisse erzielen.



Abb. 5. Bühnengruppe bei Vietze-Kl. Wootz, km 488 bis 492.

f) Bauzeit.

Als Bauzeit kamen naturgemäß nur die Monate praktisch in Frage, in denen der Wasserstand unter Mittelwasser sank. Die Baumaßnahmen mußten so vorbereitet werden, daß die Arbeiten auf den verschiedenen Baustellen sofort bei Einsetzen des obenerwähnten Wasserstandes in Angriff genommen werden konnten. Einige Hochwasserwellen im Sommer und Herbst sowie der frühzeitige Beginn des Winters trugen mit dazu bei, die Bauarbeiten zu erschweren.

Die Trockenjahre 1934 und 1935, obwohl sie für die Schifffahrt selbst nicht erwünscht waren, waren für die Arbeiten an den Strombauwerken günstig, brachten aber andersseits so niedrige Wasserstände, daß die Anfuhr der Baustoffe an die Baustellen oft Störungen und Behinderungen erfuhr.

g) Bauausführung.

Die Bauausführung wurde im großen und ganzen Firmen übertragen, die mit solchen Wasserbauarbeiten vertraut waren. Die Bauarbeiten wurden nach Selbstkosten und nach Leistungen, in der letzten Zeit nur noch nach Leistungen vergeben. Ein Teil der Bauvorhaben wurde auch im Eigenbetrieb durch die Elbstrombauverwaltung ausgeführt.

Die Arbeiten erfordern den Einsatz zahlreicher besonders geeigneter Geräte, wie Bagger aller Art, Förderbänder, Spüler (Abb. 6) zum Einbringen von Sand in die zu verlängernden Buhnen- oder Deckwerkkörper, Schüttsteingeräte usw.

h) Augenblicklicher Stand der Bauarbeiten.

Die Gesamtlänge der auszubauenden Elbestrecke beträgt rd. 530 km. Hiervon sind bisher im vorläufigen Grobausbau fertiggestellt rd. 250 km. Es bleiben somit noch rd. 280 km auszubauen. Die ganze Elbestrecke wurde in rd. 160 Einzelbauvorhaben aufgeteilt, von denen bereits rd. 60 im vorläufigen Grobausbau beendet sind; rd. 35 Bauvorhaben sind zur Zeit im Gange, und rd. 65 Bauvorhaben müssen noch in Angriff genommen werden.

Die Bauarbeiten für die Staustufe Magdeburg sind zur Zeit in schnellem Fortschreiten und werden voraussichtlich im Jahre 1942 beendet werden können. — Außerdem befindet sich, wie schon erwähnt, die zweite Saaletalsperre bei Hohenwarte im Bau, mit deren Fertigstellung und Inbetriebnahme etwa im Jahre 1940 gerechnet werden kann.



Abb. 6. Spülgerät beim Einbau von Sand in eine Buhne.

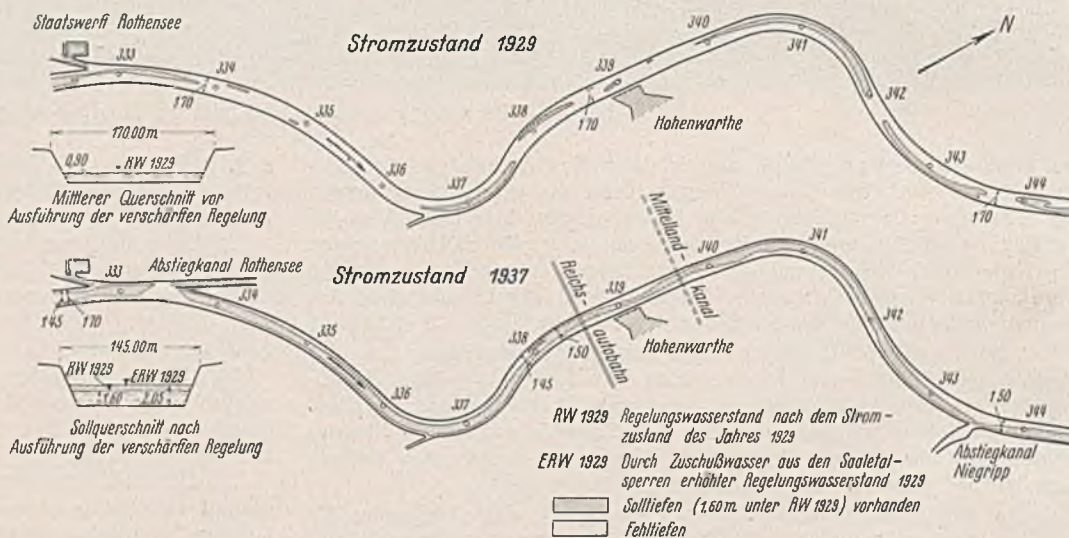


Abb. 7. Verschärfte Niedrigwasserregelung der rd. 12 km langen Stromstrecke Rothensee—Niegripp.

III. Bedeutung des Niedrigwasserausbaues für den Mittellandkanal.

Es ist anzunehmen, daß der Elbeverkehr nach Heranführung des Mittellandkanals eine wesentliche Steigerung erfahren wird. Mit einem starken Verkehr muß unmittelbar unterhalb Magdeburgs für die Zeit bis zur Inbetriebnahme der Durchgangsverkehr dienenden, aber nicht vor 1942 fertiggestellten Kanalbrücke über die Elbe gerechnet werden. Auf dieser Stromstrecke von Rothensee bis Niegripp wird infolgedessen eine über das allgemeine Ziel der Stromregelung hinausgehende Vertiefung des Fahrwassers durchgeführt, um den Verkehr von 1000-t-Kanalschiffen zu ermöglichen (Abb. 7).

Die Hebewerke Rothensee und Hohenwarte.

Von Regierungs- und Baurat Reinhardt in Magdeburg.

Alle Rechte vorbehalten.

Der Mittellandkanal, der mit der Schleppzugschleuse Sülfeld von seiner Scheitelhaltung + 65,00 NN um 9 m auf die Höhe + 56,00 NN hinabsteigt, behält diese Höhe auf der rd. 85 km langen Strecke bis zum Doppelhebewerk Hohenwarte bei. Das Doppelhebewerk Hohenwarte liegt rd. 2,5 km hinter der Elbkreuzung des Kanals auf dem rechten Elbufer, das mit seinem steilen Rand unmittelbar an die Elbe herantritt und in Sohlenhöhe des Kanals liegt (Abb. 1). Mit dem Doppelhebewerk Hohenwarte fällt der Kanal auf die Höhe + 37,40 NN, die Höhe der früheren Haltung der Schleuse Niegripp-Ihleburg des Ihle-Kanals, die nach der beim Ausbau des Ihle-Plauer-Kanals für 1000-t-Schiffe durchgeführten Aufhebung der Schleuse Ihleburg bis zur Schleuse Zerben beibehalten wird. Das Regelgefälle in Hohenwarte beträgt 18,60 m. Das Doppelhebewerk Hohenwarte dient aber nicht nur dem den Mittellandkanal und den erweiterten Ihle-Plauer-Kanal west-ostwärts und umgekehrt benutzenden Verkehr, sondern es vermittelt auch den Übergang zwischen dem Mittellandkanal und der Elbe, den vor allem der nach der Unterelbe gehende Verkehr benutzen soll. Hierzu zweigt vom Unterhafen des Doppelhebewerkes Hohenwarte die rd. 1,6 km lange sogenannte Elbverbindung Niegripp ab, die südlich des Dorfes Niegripp in die Elbe mündet und zur Abtrennung gegen die meist höher als + 37,40 NN liegende Elbe eine Kammerschleuse von 165 m nutzbarer Länge enthält, die, mit doppeltkehrenden Hubtoren versehen, auch bei

Elbwasserständen, die unter + 37,40 NN liegen, den Übergang zwischen den beiden Wasserstraßen vermittelt. Dies ist die neue Schleuse Niegripp.

Auf dem linken Elbufer, westlich der rd. 950 m langen Elbbrücke des Kanals, von der allein 750 m Länge auf die Flutbrücken des linken Elbvorlandes bis zu dem linksufrigen Elbdeich entfallen, überquert der Mittellandkanal die weite Niederung unterhalb Magdeburgs auf einem rd. 20 km langen hohen Damm. Für den Anschluß Magdeburgs und für eine günstige Verkehrsverbindung nach der Oberelbe und nach der Saale, die als sogenannter Südflügel für 1000-t-Fahrzeuge ausgebaut und an die Leipzig durch den Elster-Saale-Kanal angeschlossen wird, sorgt ein rd. 5 km langer Stichkanal, der Abstiegskanal nach Magdeburg-Rothensee. Er zweigt aus dem Mittellandkanal rd. 1,3 km vor der Elbbrücke ab und führt leicht gekrümmt in südlicher Richtung auf Magdeburg zu. In die Elbe mündet er frei, bei Elbkm 333,6, am Nordende der bisherigen alten Magdeburger Hafenanlagen, etwa 1 km unterhalb der Einfahrt zu der auf dem linken Elbufer im Bau befindlichen Schleusenanlage der „Staustufe Magdeburg“ der Elbe.

In diesem Abstiegskanal ist nun das Gefälle zwischen dem jeweiligen Elbwasserstand und der Haltungshöhe + 56,00 NN des Mittellandkanals zu überwinden. Nach den der Ausführung des Abstiegsbauwerkes zugrunde gelegten Wasserständen wechselt das Gefälle zwischen 10,48 m und 18,67 m. Dabei ist für die Kanalhaltung ein Ansteigen des Wasserstandes

um 0,50 m und ein Abfallen um 0,25 m gegen die Sohlhöhe +56,00 NN berücksichtigt. Die Gefällüberwindung in diesem Abstiegskanal geschieht durch das Hebewerk Rothensee. Es liegt rd. 0,5 km hinter dem Abzweig des Abstiegskanals aus dem Mittellandkanal.

Es sind also in der Nähe Magdeburgs zwei Möglichkeiten vorhanden für den Übergang zwischen Mittellandkanal und der Elbe, der Abstiegskanal mit dem Hebewerk Rothensee auf dem linken, die Elbverbindung Niegripp mit der neuen Schleuse Niegripp auf dem rechten Elbufer. Jede der beiden Verbindungen nach der Elbe dient vornehmlich einer bestimmten Richtung des beim Elbübergang aus dem Mittellandkanal abzweigenden Verkehrs. Beide Elbverbindungen zusammen ermöglichen aber auch unter Benutzung der zwischen ihnen liegenden Elbstrecke die Umfahrung der Elbbrücke und des Doppelhebewerkes Hohenwarte bei Sperrungen eines oder beider Bauwerke. Da beide Elbverbindungen mit ihren Abstiegsbauwerken gleichzeitig in diesem Herbst dem Verkehr übergeben werden, und auch der neu herzustellende Teil der Haltung Doppelhebewerk Hohenwarte-Schleuse Zerben

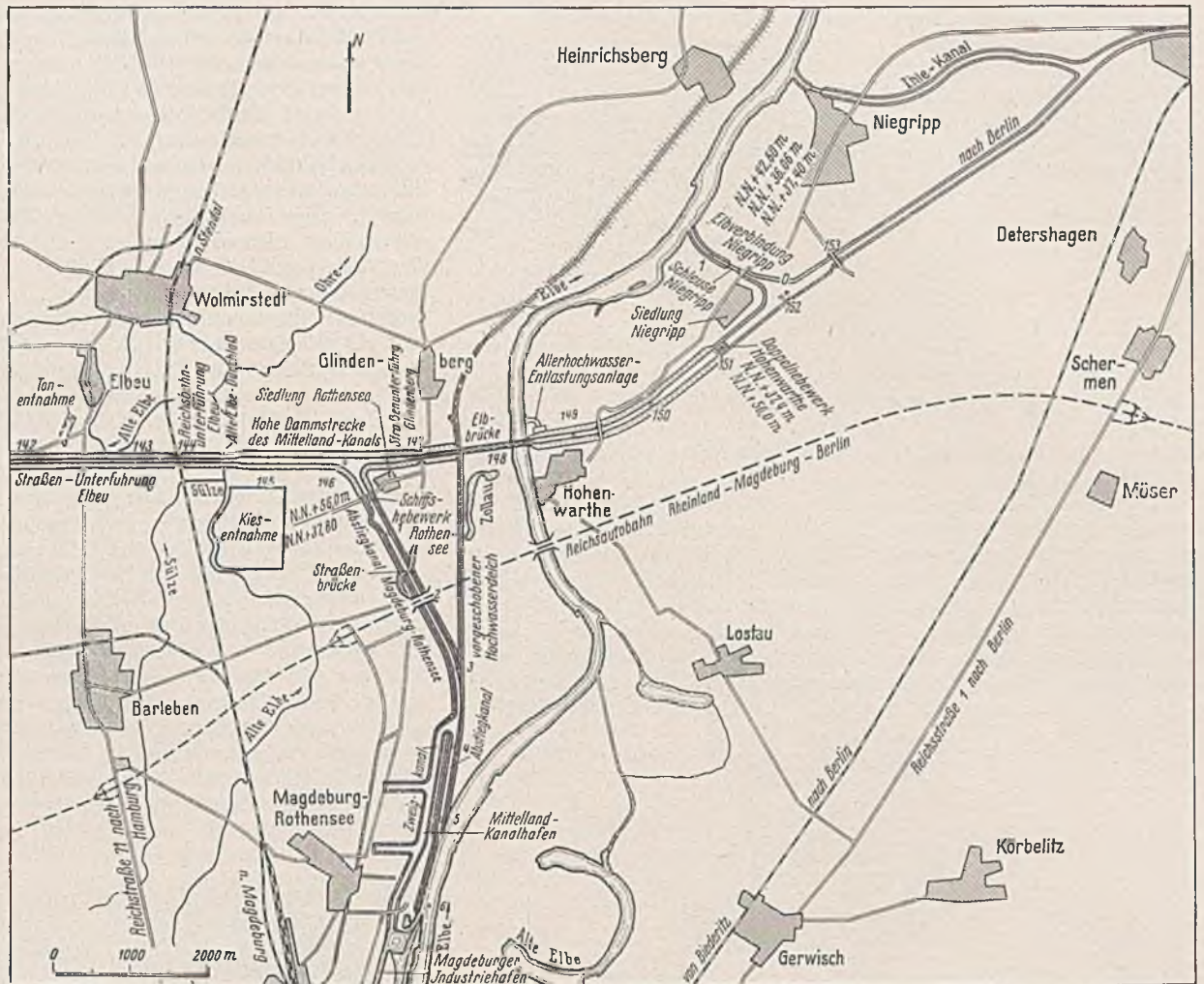


Abb. 1. Lageplan.

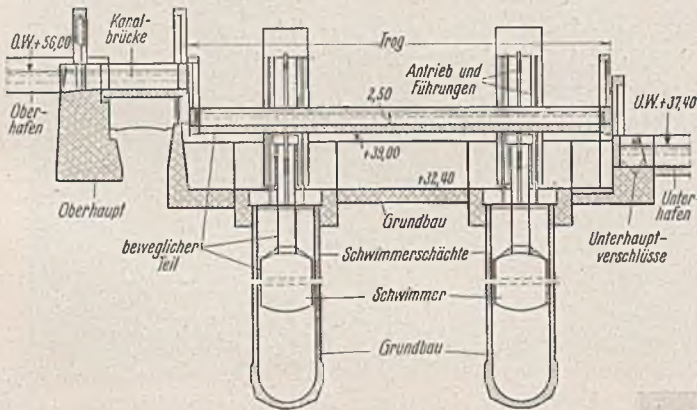


Abb. 2. Längsschnitt Hebewerk Hohenwarte.

vom Unterhafen Hohenwarte bis zur Einmündung bei der Stadt Burg in den Ihle-Kanal fertiggestellt ist, bietet sich unter Benutzung der beiden Kanalabzweige und der zwischen ihnen liegenden Elbstrecke bereits jetzt die Möglichkeit eines durchgehenden Wasserverkehrs zwischen dem Rhein und der Oder und weiter nach Osten.

Es ist Zufall, daß beide Hebewerksanlagen, das Hebewerk Rothensee und das Doppelhebewerk Hohenwarte, fast das gleiche größte Gefälle haben, 18,67 m in Rothensee, 19,30 m in Hohenwarte. Ihrer Bauart nach sind beide Anlagen gleich. In beiden Fällen konnten Hebewerke mit Ausgleich der Last durch zwei Schwimmer und Antrieb durch vier am Trog drehbar angebrachte Muttern gewählt werden, die an vier paarweise seitlich der Schwimmer fest in Gerüsten stehenden Spindeln auf- und abklettern (Abb. 2). Ihrem Fassungsvermögen nach sind beide Anlagen ebenfalls gleich. Jeder Trog kann bei 85 m nutzbarer Länge zwischen den Toren, 12 m nutzbarer Breite und 2,50 m Wassertiefe Kähne bis zu 1000 t Ladefähigkeit aufnehmen. Nur sind in Hohenwarte zwei vollständig voneinander getrennte

Hebewerke mit 42 m Achsabstand vorgesehen, so daß also wie bei allen Abstiegen des Hauptkanals eine Doppelanlage zur Verfügung steht (Abb. 3). Auch sonst ist der bewegliche Teil der Hebewerke, der aus der Trogbrücke mit dem Trog, den beiden Schwimmern und den turmartigen Traggerüsten besteht, die auf den Schwimmern aufgeständert sind und an ihren hammerartigen Köpfen außen die Spindelmuttern tragen, mit der Mitte des Traggerüstkopfes aber die Aufleger für den Trog bilden, gleich ausgebildet bis auf die durch den geringen Gefällunterschied bedingte Abweichung der Höhe der Traggerüste.

Der Unterschied beider Anlagen ist im wesentlichen bedingt durch die örtlichen Gelände-, Boden- und Grundwasserverhältnisse und durch die großen Gefällschwankungen in Rothensee gegenüber dem fast gleichbleibenden Gefälle in Hohenwarte, die besondere Maßnahmen erfordern (Abb. 4). Die Unterschiede beider Anlagen liegen also in der Hauptsache in den ortsfesten Teilen, dem

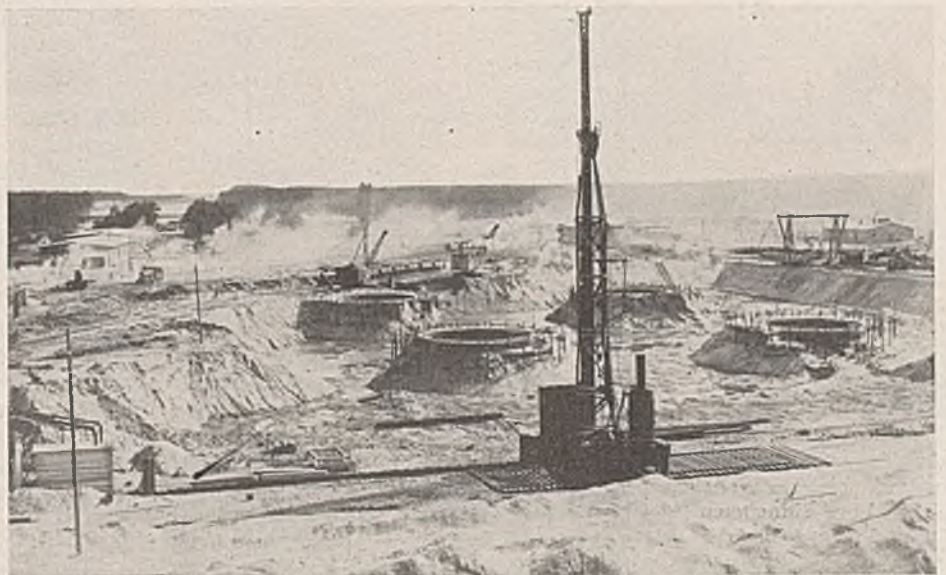


Abb. 3. Baugrube des Doppelhebewerkes Hohenwarte mit den vier Schächten. Zustand September 1938. Um die Schächte die Geiröhrrührkränze. Links oben im Hintergrunde die fertige Kanalstrecke: neue Schleuse Niegripp-Zerben.

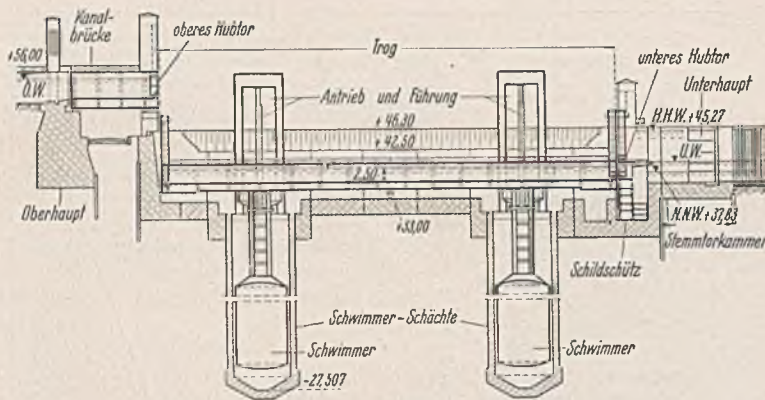


Abb. 4. Längsschnitt Hebewerk Rothensee.

Grundbau der Hebewerke. Die Gesamtanordnung ist aber auch hier wieder die gleiche.

Der Damm, der den Oberkanal an das Hebewerk heranträgt, wird durch eine Mauer abgestützt. In dieser Dammabschlußmauer ist eine Schiffsdurchfahrt eingeschnitten. Sie kann durch ein als Sicherheitstor wirkendes Hubtor abgeschlossen werden. In kurzer Entfernung vor der Dammabschlußmauer liegt, in das Gelände und das Grundwasser eingeschnitten, die allseitig mit Betonwänden und mit einer Betonsohle versehene Versenkgrube des Hebewerktrages, die Trogkammer, deren Sohle so tief gelegt ist, daß der bewegliche Teil des Hebewerkes mit seiner Trogbrücke auch in seiner tiefsten Lage darin Platz findet (Abb. 5).

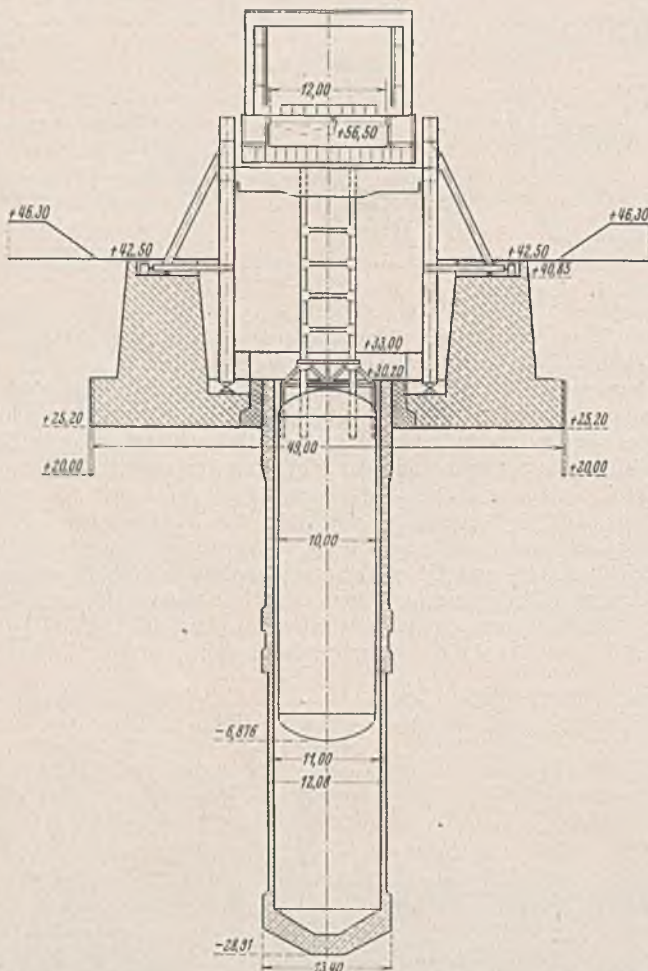


Abb. 5. Querschnitt durch die Schachtkammer des Hebewerkes Rothensee.
Trog in höchster Stellung, entsprechend O.-W. = + 56,00 NN + 0,50 m = + 56,50 NN.

In der nach dem Unterwasser zu liegenden Abschlußwand dieser Trogkammer sind die Einrichtungen eingebaut, die den Anschluß des beweglichen Teiles an das Unterwasser vermitteln, aber auch das Unterwasser gegen die Trogkammer abschließen. Von der Sohle der Trogkammer aus erstrecken sich die beiden Schächte in den Untergrund, die die beiden Schwimmer aufnehmen. Sie sind bis dicht unter ihren oberen Rand mit Wasser gefüllt, und sie sind so hoch, daß auch in der höchsten Stellung des beweglichen Teiles die Schwimmer ganz von Wasser bedeckt bleiben und somit ständig den gleichen Auftrieb beibehalten. Auf die Sohle und die Wände der Trogkammer stützen sich die vier Gerüste, die die feststehenden Spindeln tragen. Sie tragen außerdem noch die Führungsbahnen,

auf die der mit gefederten Führungsrollen versehene Trog die an ihm auftretenden waagerechten Kräfte, im allgemeinen nur Windkräfte, in zwei zueinander senkrechten Richtungen abgibt. Der Abstand zwischen der Dammabschlußmauer und der oberwasserseitigen Stirnmauer der Trogkammer wird durch eine eiserne Kanalbrücke überbrückt. Sie trägt an ihrem Ende das die Oberwasserhaltung verschließende Hubtor (Abb. 6).

Die Stirnwände des beweglichen Troges fahren an den feststehenden Stirnwänden der Haltungsabschlüsse mit einem mittleren Spiel von 12 cm vorbei. Zum Anschließen des Troges an die Haltung ist es erforderlich, diesen Spalt zu überbrücken. Hierzu führt der bewegliche Teil an jedem Trogende den U-förmig den Wasserquerschnitt des Troges umfassenden, beweglichen Andichtungsrahmen mit. Er wird vom Trog aus maschinell gegen das Stirnschild der Haltung vorgeschoben und dichtet an diesem mit einer Gummileiste ab. Vorher wird der bewegliche Teil des Hebewerkes mit zwei durch Schraubenspindeln längsbewegliche Haken gegen zwei an dem Haltungsabschluß als Gegenhalter fest angebrachte Haken angelegt. Nach dem Füllen des nunmehr allseitig abgeschlossenen Spaltes aus dem Haltungswasser kann das Trogtor mit dem benachbarten Haltungs- tor gehoben werden. Der Wasserraum des Troges ist dann ein Teil der Haltung geworden. Das Abkoppeln des Troges von der Haltung erfordert die einzelnen Vorgänge in der umgekehrten Reihenfolge.

Am beweglichen Teil des Hebewerkes wirkt den lotrechten Lasten, die aus seinem Eigengewicht und der Wasserfüllung des Troges bestehen, der ständig gleichbleibende Auftrieb der Schwimmer entgegen. In der höchsten Stellung des Hebewerktrages ist der Ausgleich der Kräfte beim Sollwasserstand von 2,50 m im Trog vollständig erzielt. Beim Abwärtsfahren ergibt sich durch die hinzutretende Wasserverdrängung der Traggerüste eine Gleichgewichtstörung. Um ihr möglichst zu begegnen, enthält jeder Schwimmer in seiner Achse einen durchlaufenden, oben geschlossenen, unten offenen Schacht. Dieser ist mit einer bestimmten Menge Preßluft gefüllt. Diese Preßluftsäule wird beim Niederfahren des Hebewerkes zusammengepreßt. Ihre Raumverminderung gleicht die Auftriebsvermehrung, die die eintauchenden Traggerüste bringen, nahezu aus.

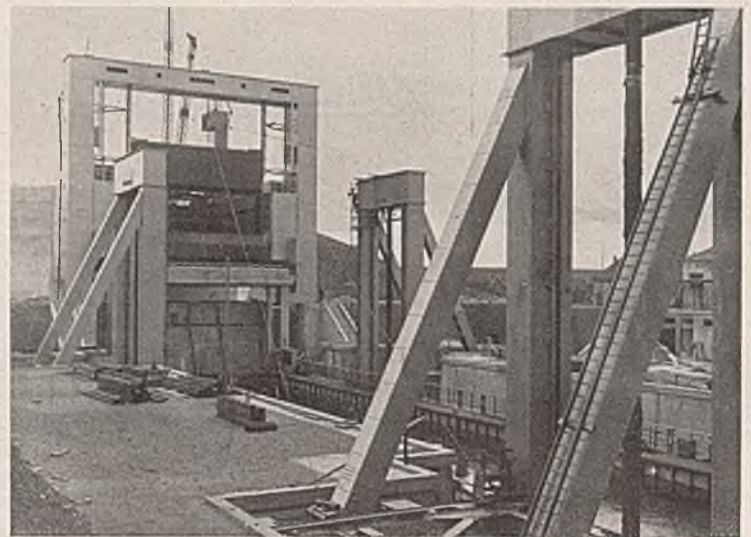


Abb. 6. Ansicht des Hebewerkes Rothensee von Westen.

Man sieht den Trog in der Trogkammer, drei der vier Führungsgerüste mit den Spindeln und den Abschluß der Kanalbrücke mit hochgezogenem Haltungs- tor.

Infolgedessen und weil der Auftrieb der rd. 36 m hohen und 10 m im Durchmesser messenden Schwimmer von 2·2700 t das Gewicht des fahrbaren Teiles von rd. 5400 t gerade trägt, genügen für den Antrieb des fahrbaren Teiles nur geringe Motorenstärken. Die vorgesehenen $8 \cdot 60 = 480$ PS gestatten es sogar, mit einer Über- oder Unterlast von 80 t zu fahren, was einer Wasserstandschwankung im Trog von ± 7 cm entspricht.

Jede der vier Muttern wird zur Vermeidung von Verdrehungsbeanspruchungen der Spindeln von zwei einander gegenüber angreifenden Motoren angetrieben. Alle acht Motoren sind durch eine Ringwellenleitung gekuppelt, so daß ein gleichmäßiges Verschieben der Muttern an den Spindeln gewährleistet ist. Da die Motoren in Leonardschaltung liegen, ist die gleichmäßige Belastung aller Motoren noch weiter gesichert. Alle Maschinenanlagen des beweglichen Teiles mit Ausnahme der Hubmotoren der Tore liegen seitwärts des wasserführenden Troges in zwei Gängen, die von den Seitenwänden des Wassertroges und den vollwandigen Hauptträgern der den Wassertrog tragenden Brücke gebildet werden.

Der elektrische Strom wird dem fahrbaren Teil durch Schleifleitungen als Drehstrom von 380 V zugeführt. Für die Antriebmotoren der Spindelmuttern wird er durch einen Leonardumformer in Gleichstrom umgewandelt. Alle übrigen Motoren werden mit Drehstrom betrieben. Alle Bewegungs-

vorgänge werden von zwei an den Trogenden angebrachten Steuerschränken aus elektrisch gesteuert, auch die Antriebe auf den Haltungsabschlüssen für die Haltungstore und die Vorrichtungen zum Füllen und Entleeren des Spaltes. Jedes Trogtor ist mit seinem Haltungstor elektrisch gekuppelt, so daß beide gleichzeitig sich öffnen und schließen.

Zur Aufnahme grober Gleichgewichtstörungen, wie sie beim Leerlaufen des Troges oder beim Vollaufen eines oder beider Schwimmer entstehen könnten, sind die Antriebmotoren in Verbindung mit ihren Antriebswinden selbstsperrend eingerichtet. Beim Anhalten des Troges fallen außerdem noch Eldro-Bremsen ein. Dem Vollaufen der Schwimmer ist außerdem noch durch zwei eingebaute Zwischenböden vorgebeugt, die jeden Schwimmer in drei nahezu gleich große Zellen teilen. Preßluftfüllung der Schwimmerzellen mit einem den größten Außenwasserdruck übersteigenden Druck verhindert weiter das Eindringen von Wasser.

Zur Gewichtsverminderung ist der bewegliche Teil mit Ausnahme der Schwimmer aus St 52 hergestellt. Die Schwimmer bestehen aus St 37 und sind geschweißt. Im übrigen ist der Stahlbau gelenkt.

Um alle Kräfte in ihrer Wirkung auf die Antriebspindeln auszuschalten, die sie auf Durchbiegung beanspruchen könnten, mögen sie nun von äußeren waagerechten Kräften herrühren, wie Wind, Schiffstöße gegen den Trog und dgl., oder von Temperaturänderungen der Trogbrücke oder der Führungsgerüste oder von Setzungen der Trogkammerblöcke, die die Führungsgerüste tragen, und doch das durch das viergängige Flachgewinde der Spindeln bedingte enge Spiel zwischen den Gewindegängen der Mutter und der Spindel zu wahren, ist der bewegliche Teil kardanisch an den Müttern aufgehängt. Gegen Knickbeanspruchungen sind die Spindeln durch die längsverschiebliche Lagerung ihrer Köpfe gesichert.

Die ganze Trogkammer ist in einzelne Betonblöcke unterteilt, die, ihrem Zweck entsprechend, verschieden tief gegründet sind, ebenso ist die Trogkammersohle in einzelne Felder geteilt. Die Fugen zwischen den Blöcken und Feldern und zwischen der Sohle und den Schächten sind durch einbetonierte, von der Luftseite zugängliche Kupferwellen gedichtet und verbunden.

Die bisher erwähnten Hebewerksbauteile sind bei beiden Anlagen ihrer Art und zum Teil auch ihren Abmessungen nach gleich. Wie eingangs erwähnt, werden die hauptsächlichsten Verschiedenheiten bei der Anlage durch die im Unterwasser herrschenden Verhältnisse bedingt.

Beim Doppelhebewerk Hohenwarte schwankt der Wasserstand der Kanalhaltung, die das Unterwasser bildet, nur wenig. Der Anschluß kann daher in ähnlicher Weise wie beim Oberwasser ausgebildet werden. In den die Stirnwand jeder Trogkammer nach dem Unterwasser zu bildenden Betonblock ist eine Schiffsfahrtsöffnung eingeschnitten, die durch ein als Hubtor ausgebildetes Sicherheitstor verschlossen ist. Innerhalb der Trogkammer ist ihr ein kurzes stählernes Trogstück vorgesetzt, das gerade genügt, um das Haltungstor, ebenfalls ein Hubtor und die Anlagen zum Spaltfüllen und -entleeren aufzunehmen. An ihm sind auch die Gegenhalter für die Verriegelungshaken des Troges angebracht.

Beim Hebewerk Rothensee genügt wegen der 7,44 m betragenden Wasserstandsschwankung des Unterwassers diese einfache Form nicht. Da auch bei der höchsten Anfahrtsstellung des Troges am Unterhaupt, also gegen das HHW + 45,27 NN, der waagerechte Riegel des Dichtungsrahmens unterhalb des auf + 35,33 NN liegenden Drempels der Unterhauptdurchfahrt angreifen müßte, ergäbe sich eine derartig tiefe Lage dieses Riegels gegen den Sollwasserstand und den Boden des Troges, daß der Trog an seinem Unterwasserende mit einem beträchtlichen Sporn zur Aufnahme des Dichtungsrahmens versehen werden müßte, der wieder eine tiefe Grube in der Trogkammersohle für die tiefste Anfahrthöhe bei NNW des Unterwassers bedingen würde. Um diese Ausführungsschwierigkeiten zu vermeiden, ist das Unterhaupt in einen festen Teil und einen beweglichen Teil aufgelöst. Die in dem Betonblock befindliche Durchfahrtsöffnung wird nach der Trogkammer zu durch eine stählerne Schütztafel abgeschlossen, die an einem rahmenartigen Aufbau hängt und lotrecht verstellt werden kann. Der Wasserdruck des Unterwassers dichtet sie gegen den Betonblock des Unterhauptes ab. In diese „Schildschütz“ genannte Tafel ist an ihrem oberen Ende eine Schiffsfahrtsöffnung von 12 m Breite eingeschnitten, die durch ein Hubtor verschlossen wird, das an einem auf dem Schildschütz aufgeständerten Hubgerüst hängt. Dieses Schildschütz wird, dem Unterwasserstand folgend, höher oder tiefer gestellt, so daß in seiner Durchfahrtsöffnung jederzeit die nötige Wassertiefe vorhanden ist. Um häufige Umstellungen des Schildschützes zu ersparen, ist die Durchfahrtsöffnung in ihm um ein gewisses Maß vertieft über die Mindesttiefe von 2,50 m, so daß das Umstellen sprungweise geschehen kann. Bei tiefen NW-Ständen versenkt sich das Schildschütz in eine in der Sohle des Schildschützblockes befindliche Grube. Da es der Untergrund erforderte, diese Grube in ihrer Tiefe zu beschränken, ist das Schildschütz in zwei Schütze, das Oberschütz mit dem Haltungstor und das Unterschütz, geteilt. Diese Schütze lassen sich kuppeln und wirken dann als ein Schütz. In dieser Form wird es bei den höheren UW-Ständen benutzt. Sobald bei sinkendem Wasserstande das gekuppelte Schütz wegen der Höhenlage der Schildschützblocksohle nicht mehr tiefer gefahren werden kann, wird das Unterschütz abgekuppelt und in der Achsrichtung des Hebewerkes nach dem Unterwasser zu verfahren, bis das Oberschütz von ihm frei kommt, so daß es allein weiter benutzt werden kann. Um das Umstellen des mit erheblichem Wasserdruck belasteten Schildschützes zu ermöglichen, kann das Unterwasser von der Schildschützblockkammer durch ein Stemmtor abgeschlossen werden. Eine Pumpanlage ermöglicht es dann, die Schildschützblockkammer leerpumpen, so daß das Schildschütz, frei vom Wasserdruck, leicht verstellt werden kann. Die Gegenhalter für die Verriegelungshaken des Troges sind am Oberschütz befestigt, auch enthält das Oberschütz die Einrichtung für das Füllen und Entleeren des Spaltes.

Das Hebewerk Rothensee soll im Herbst dieses Jahres dem Betrieb übergeben werden, das Doppelhebewerk Hohenwarte wird nicht vor April 1941 fertiggestellt werden können.

Der Hafen Gdingen.

Von Oberbaudirektor a. D. Dr.-Ing. Lohmeyer, Berlin.

Entwicklung des Hafens und seiner Zubringerbahnen.

In der Einleitung zu einem Aufsatz über den Hafen Gdingen sagt der Direktor der Seeverwaltung in Gdingen, Dipl.-Ing. Legowski¹⁾: „Heute weiß jeder Pole, was der Zugang zum Meere bedeutet; er betrachtet diesen Zugang als das kostbarste Kleinod seiner wiedererlangten Freiheit und Selbständigkeit.“ Damit ist deutlich ausgesprochen, welche Bedeutung das 35-Millionen-Volk der Polen seinem Seehafen Gdingen beilegt, und die Begründung dafür gegeben, daß hier in wenigen Jahren ein Hafen aus dem Nichts geschaffen werden konnte, der schon seit dem Jahre 1931 die Häfen Bremen, Stettin und Emden, seit dem Jahre 1933 auch Danzig in der Menge (nicht im Werte) der umgeschlagenen Güter übertrifft²⁾.

Das neuerstandene Polen hat nach dem Weltkriege seinen Außenhandel völlig neu aufbauen müssen und sah sich vor allem gezwungen, zur Verbesserung seiner Handelsbilanz seine Ausfuhr nachdrücklich zu fördern. Es entschloß sich sehr bald, den Außenhandel in möglichst großem Umfange über die Seegrenze zu lenken und dort neben dem zum polnischen Zollgebiete gehörenden Hafen Danzig einen eigenen

Hafen, den Hafen Gdingen, neu zu erbauen. Im Zusammenhange damit wurde zunächst eine leistungsfähige Bahnstrecke, die „Kohlenmagistrale“, von Gdingen nach Oberschlesien über Czenstochau und Bromberg unter teilweiser Benutzung vorhandener Bahnen erbaut und außerdem die Bahn von Gdingen und Danzig in südöstlicher Richtung über Warschau, Lublin, Lemberg und Stanislaw nach Czernowitz in Rumänien durchgreifend verbessert, um so eine gute Verbindung zu den Häfen Braila und Constanza am Schwarzen Meere sicherzustellen. Im Jahre 1926 wurde mit dem Bau des Hafens Gdingen begonnen, er wurde im Jahre 1935 in der Hauptsache vollendet.

Die neuen Verkehrslinien wurden von den polnischen Staatsbahnen mit äußerst günstigen Ausnahmetarifen für die Seehäfen Danzig und Gdingen ausgestattet, zunächst für die polnische oberschlesische Kohle, die bald in großem Umfange den Wettbewerb mit der englischen und der Ruhrkohle, besonders in den nordischen Ländern, aufnahm. Die Ausnahmetarife sind dann nach und nach auf fast alle Güterarten ausgedehnt worden. Die polnischen Staatsbahnen schufen in Zusammenarbeit mit den Bahnen der Nachbarländer ein Netz von Verbandstarifen, das die Durchfuhr von Danzig und Gdingen durch Polen nach der Tschechoslowakei, Ungarn, Rumänien, Jugoslawien, Bulgarien und Rußland (Ukraine) begünstigt. Für den Verkehr von Danzig und Gdingen einmal über Warschau nach den rumänischen Häfen des Schwarzen Meeres, zum anderen über Oberschlesien und Budapest nach den Häfen Istanbul, Saloniki und nach dem Piräus und endlich über Oberschlesien unter Umladung auf die Donau in Preßburg nach dem Schwarzen Meere sind weitere Tarifvereinbarungen zur Weiterverladung der Güter (mit Durchfrachtkonnossementen) nach den Mittelmeerrhäfen und durch den Suezkanal nach Ostasien getroffen worden.

¹⁾ Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, 14. Bd., 1934/35, S. 201 bis 214. Berlin 1936, Jul. Springer. — Der Aufsatz ist im folgenden als Quelle benutzt, außerdem eine im Verlage des Ministeriums für Industrie und Handel erschienene Werbeschrift „Der Hafen Gdynia 1936“ und ein Aufsatz über den Hafen ohne Verfasserangabe in „The Dock and Harbour Authority“, Januar 1936, S. 65 bis 78. Die Hafenverwaltung in Gdingen hat freundlicherweise Lichtbilder zur Verfügung gestellt.

²⁾ Stettin und Emden haben nur im Jahre 1936 etwas höhere Zahlen (vgl. Abb. 3).

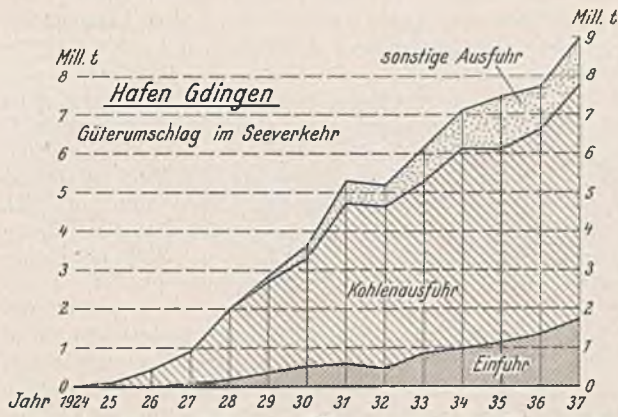


Abb. 1. Hafen Gdingen, Güterumschlag im Seeverkehr.

Zu dieser Begünstigung des Verkehrs durch niedrige Bahntarife tritt der Vorteil verhältnismäßig niedriger Hafenabgaben für das Schiff und den Güterumschlag. Bei Einfuhr über die beiden Seehäfen Danzig und Gdingen werden für bestimmte Waren (Reis, Früchte, Kaffee, Tee, Kakao, Baumwolle, Jute, Holz usw.) ermäßigte Zollsätze gewährt, bestimmte Güter (Wolle, Kautschuk) sind zollfrei. Unternehmen, die sich im Hafen Gdingen ansiedeln, können bis zu 15 Jahren von der Grund- und Gebäudesteuer und bis zu 25 Jahren von der Industriesteuer befreit werden; weitere Steuererleichterungen sind vorgesehen. Endlich sind in beiden Häfen (in Danzig schon seit 1899, in Gdingen seit 1933) Freizebezirke eingerichtet, in denen Güter ohne Zollabfertigung gelagert und bearbeitet werden können.

Güterverkehr.

Durch alle diese Maßnahmen sind beträchtliche Gütermengen nach Danzig und Gdingen gezogen worden, die früher nach Polen und seinen Nachbarländern und in umgekehrter Richtung über die benachbarten Häfen, besonders über Königsberg und Stettin, aber auch über Hamburg, Triest und Riga liefen. Außerdem sind neue Verkehrsbeziehungen in erheblichem Umfange geweckt worden; auch der außereuropäische Handel ist langsam entwickelt worden. Während noch im Jahre 1923 nur 7,4% des polnischen Außenhandels über Danzig gingen, vermitteln heute Danzig und Gdingen der Menge nach $\frac{3}{4}$, dem Werte nach $\frac{2}{3}$ des polnischen Außenhandels. Der Verkehr des Danziger Hafens hat infolgedessen vom Jahre 1923 an kräftig zugenommen, dann aber vom Jahre 1929 an zugunsten des neuen Hafens Gdingen, der ihn von 1933 an überflügelte, etwas nachgelassen. Durch Abkommen vom 5. August 1933 zwischen Danzig und Polen ist dann dem Hafen Danzig die gleiche Beteiligung am seewärtigen Verkehr Polens unter Berücksichtigung „der Menge und Güte der Ware“ zugesichert worden³⁾.

Abb. 1⁴⁾ zeigt die Entwicklung des Güterverkehrs über See im Hafen Gdingen. Das beherrschende Umschlaggut ist die Kohle aus Polnisch-Oberschlesien, sie war im Anfang fast das einzige Ausfuhrgut und macht heute einschließlich der Bunkerkohle noch etwas mehr als $\frac{4}{5}$ der Ausfuhr aus. Die übrigen Ausfuhr Güter wachsen langsam an, und zwar nicht nur rein mengenmäßig, sondern auch im Anteil an der Ausfuhr. Dem Gewichte nach stehen an erster Stelle Schnittholz, besonders Bretter und Bohlen aus polnischen Sägewerken, dann Rübenzucker, den die polnische Landwirtschaft ausführt. Außerdem sind Grubenholz, Fleisch, Eier, Reismehl, Malz, sowie Zink, Eisenbahnschienen, Röhren und Stickstoffdüngemittel zu nennen.

Die Einfuhr macht infolge des Überwiegens der Ausfuhrkohle ebenfalls nur einen geringen Teil des Gesamtgüterumschlages aus, doch ist ihr Anteil in den letzten zehn Jahren von 10 auf 20% angewachsen. Bis zum Jahre 1931 bestand sie dem Gewichte nach etwa zur Hälfte aus Schrott (im wesentlichen wohl für die oberschlesischen Hüttenwerke), heute ist der Schrotanteil immer noch etwa ein Drittel. Außerdem werden frisches Obst, Trockenfrüchte, Kaffee, Kakao, Tabak, Reis, Heringe, Häute, Gerbstoffe, Wolle, Baumwolle, Eisenerze, Phosphate, Thomaschlacke, Schwefelkies usw. eingeführt.

Abb. 2⁵⁾ zeigt zum Vergleich im gleichen Maßstab den Seeverkehr des Danziger Hafens. Die außerordentliche Steigerung des Verkehrs durch die Ausfuhr der polnischen Kohle ist deutlich zu erkennen, ebenso die bald danach einsetzende Abwanderung des Verkehrs nach Gdingen,

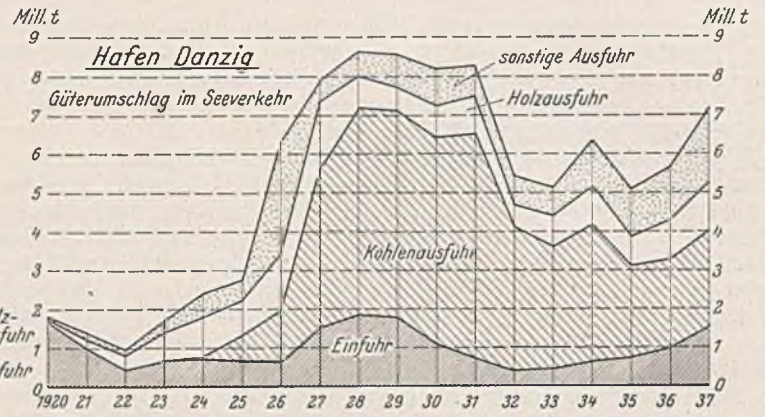


Abb. 2. Hafen Danzig, Güterumschlag im Seeverkehr.

der erst in den letzten Jahren — anscheinend durch das Abkommen zwischen Danzig und Polen — etwas Einhalt geboten worden ist.

Abb. 3⁶⁾ endlich zeigt die Einordnung des Gdinger Hafens in die Reihe seiner deutschen Nachbarhäfen an Hand des Güterverkehrs der letzten fünf Jahre. Dabei sind die Häfen Antwerpen und Rotterdam mit angegeben, da sie den Verkehrszuwachs, den sie in diesen fünf Jahren erfahren haben, ja zum allergrößten Teile dem deutschen Wirtschaftsaufschwung verdanken. In Gdingen beträgt im Gegensatz zu allen Vergleichshäfen (außer Danzig)

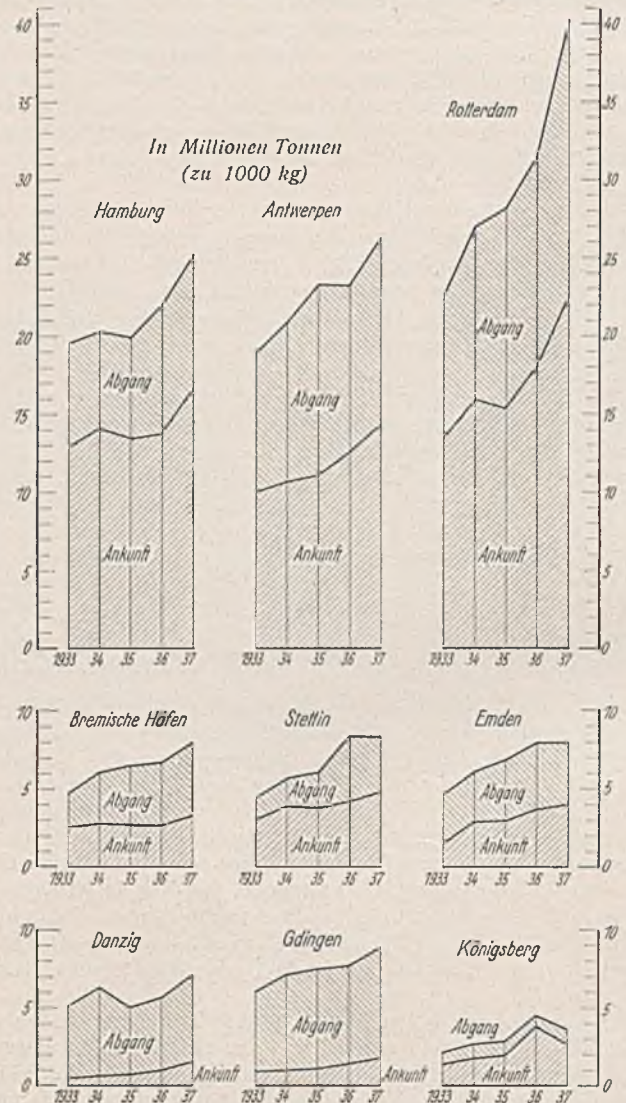


Abb. 3. Güterverkehr über See einiger Nord- und Ostseehäfen.

der ausgehende Verkehr ein Vielfaches des einkommenden, was auf den überragenden Einfluß der polnischen Ausfuhrkohle zurückzuführen ist, die in Danzig eine nicht ganz so große Rolle spielt. Der in Abb. 3 gegebene Vergleich zwischen den Häfen bezieht sich jedoch nur auf die Menge (das Gewicht) der umgeschlagenen Güter. Würde man ihren Wert zugrunde legen, so würde Gdingen hinter die der Verkehrsmenge nach etwa gleichwertigen Häfen Bremen, Stettin und Danzig zurücktreten, ebenso wie die Massenguthäfen Rotterdam und Emden im Vergleich ungünstiger dastehen

⁶⁾ Zahlen nach Wirtschaft und Statistik und dem Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich.

³⁾ Bruns, Der Ausbau des Danziger Hafens 1920 bis 1935. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, 14. Bd., 1934/35, S. 184. Berlin 1936, Jul. Springer.

⁴⁾ Die Zahlen sind entnommen aus „Der Hafen von Gdynia 1936“, Verlag des Ministeriums für Industrie und Handel. Die neueren Zahlen nach Żegluga, Shipping and Trade, Januar 1938 (Gdingen).

⁵⁾ Die Zahlen nach Bruns a. a. O., S. 183. Die neueren Zahlen nach Mitteilung der Danziger Hafenverwaltung.

würden. Man darf aber nicht vergessen, daß der hochwertigere Verkehr sich in Gdingen stetig entwickelt und schon eine Höhe erreicht hat, die im Vergleich zu der kurzen Zeit, seit der der Hafen arbeitet, erstaunlich ist.

Schiffahrtslinien.

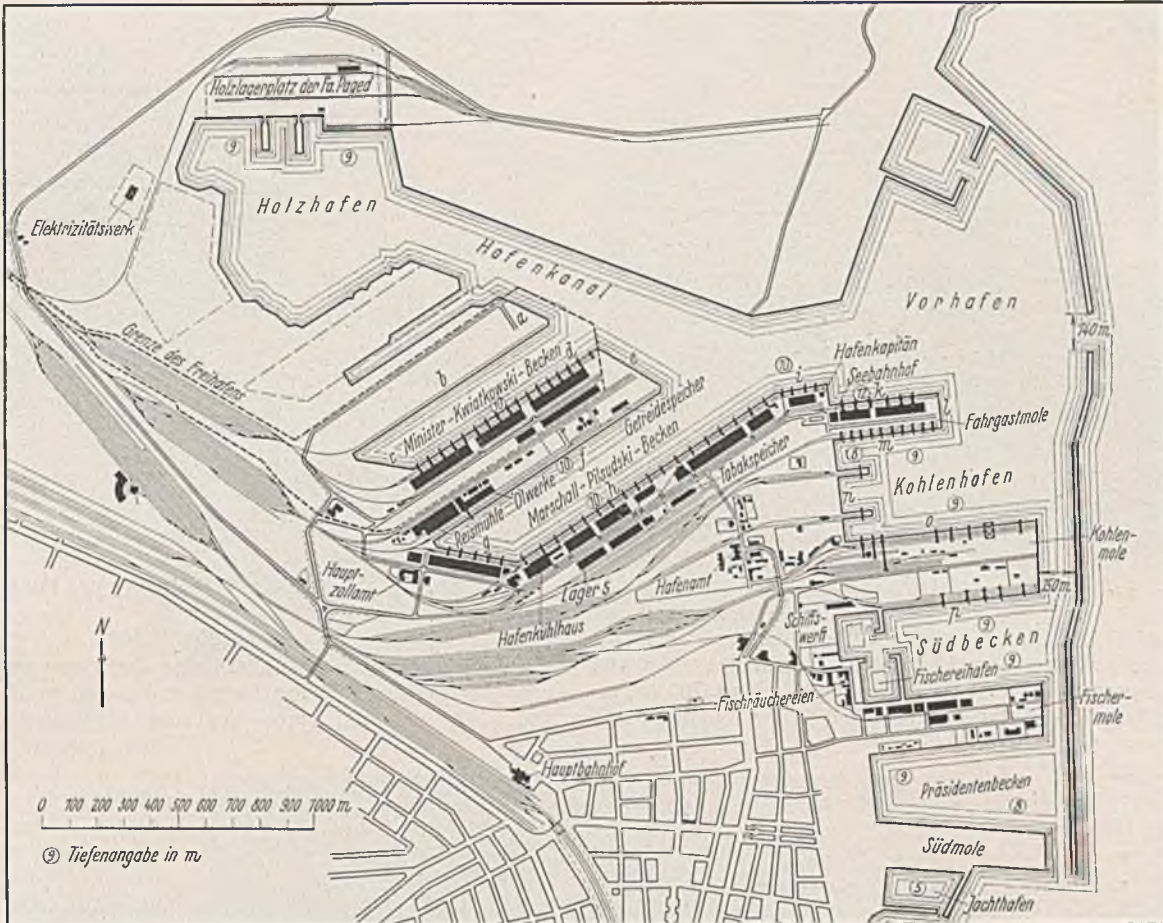
Der Förderung dieses Verkehrs dient ein bereits hochentwickeltes Netz von regelmäßigen Dampferverbindungen, dessen Ausbau Polen sich in jeder Weise hat angelegen sein lassen. Im Jahre 1935 bestanden 54 regelmäßige Schiffsverbindungen, die den Hafen alle 8 bis 14 Tage — einzeln öfter oder weniger oft — anliefern und die sich auf folgende Länder verteilen:

Baltische Länder, Finnland und Rußland	8 Linien
Schweden, Norwegen, Dänemark	9 „
Deutschland	3 „
Holland, Belgien	7 „
Großbritannien	6 „
Frankreich	3 „
Spanien, Portugal, Italien, Marokko, Levante	7 „
Nordamerika (zum Teil über Kopenhagen)	5 „
Südamerika	3 „
Afrika	1 „
Indien, China, Japan	2 „
Summe: 54 Linien.	

Zehn von diesen Schiffahrtslinien fahren unter polnischer Flagge, bei vier weiteren sind polnische Reedereien beteiligt.

Lage und Anordnung des Hafens.

Der Hafen liegt am Westufer der Danziger Bucht im Schutze der Halbinsel Hela. Seine Einfahrt liegt nur nach Osten offen, also nur unter der Einwirkung der allerdings nicht häufigen Stürme aus Nordost bis Südost. Vor dem Hafen liegt eine Reede mit gutem sandigen Ankergrunde, die gegen alle Winde aus Südost über West



a Jugoslawischer Kai, b Rumänischer Kai, c Tschechoslowakischer Kai, d Ver-Staaten-Kai, e Norwegischer Kai, f Indischer Kai, g Rottdamer Kai, h Polnischer Kai, i Lotsen-Kai, k Französischer Kai, l Belgischer Kai, m Holländischer Kai, n Dänischer Kai, o Schwedischer Kai, p Schlesischer Kai.

Abb. 4. Lageplan des Hafens Gdingen.

Teil der Wellenbrecher in einfachster Weise verlegt hat, indem man die Schwimmkasten nach Auspumpen der Sandfüllung zum Aufschwimmen brachte und sie dann an anderer Stelle wieder versenkte.

Der Hafen besteht aus dem Außenhafen, der durch Wellenbrecher gegen die See abgegrenzt ist, und dem Binnenhafen, der durch den Hafenkanal und von ihm abzweigende Becken gebildet wird. Im Außenhafen wird der Fahrgastverkehr abgefertigt und der Kohlen- und Erzumschlag durchgeführt. Der südliche Teil gehört der Fischerei. Stückgut wird im Außenhafen fast nur von den Fahrgastdampfern gelöscht und geladen; für den eigentlichen Stückgutverkehr, für hochwertigere Massengüter, wie Getreide, Zucker, Baumwolle, Tabak usw., und für den gesamten Holzverkehr ist der Binnenhafen vorgesehen.

Der Hafen nimmt eine Fläche von rund 1000 ha ein, davon ist 1/3 Wasserfläche. Die Wassertiefe beträgt in der Einfahrt, im Vorhafen und am „Französischen Kai“ (Nordufer der Fahrgastmole, an dem die großen Fahrgastdampfer anlegen) 12 m, in den beiden Becken des Binnenhafens 10 m, im Außenhafen 9 m und teilweise 8 m. Die Wassertiefen sind im Lageplan der Abb. 4 angegeben. Die Wellenbrecher sind im ganzen 4 km lang, die Kalmauern 12 km, die Straßen 15 km,

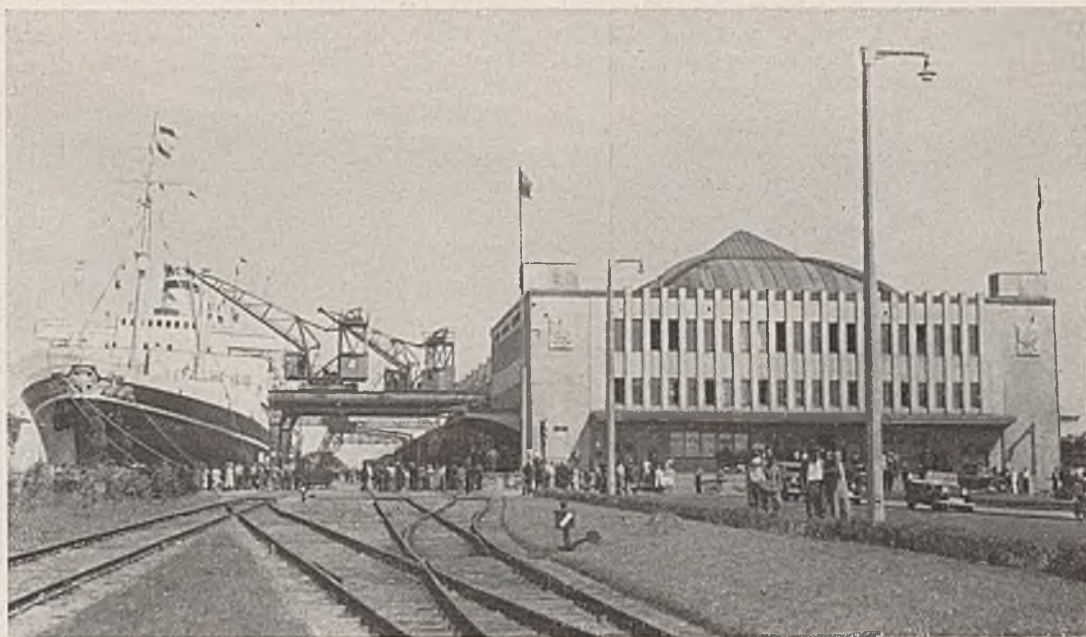


Abb. 5. Der Seebahnhof in Gdingen.

7) Bautechn. 1928, Heft 36, S. 523, und Heft 40, S. 599.



Abb. 6. Kohlenhafen, Pier mit Förderbandanlage.

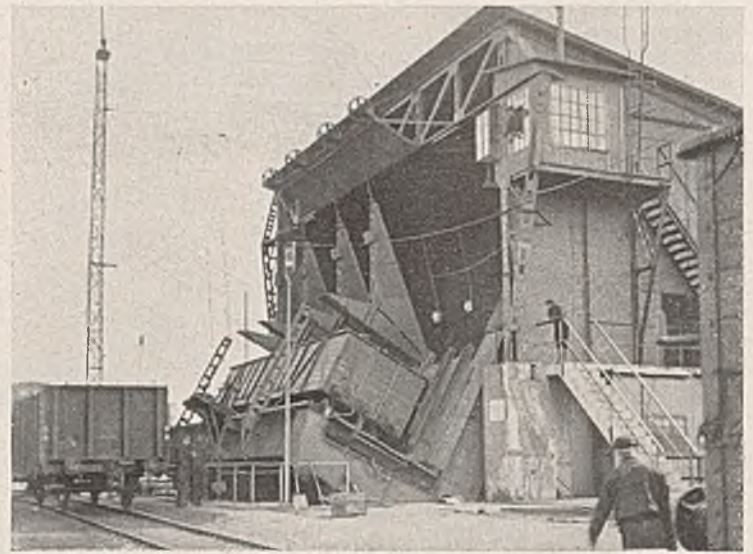


Abb. 7. Kohlenhafen, Wagenkipper der Förderbandanlage.

die Hafenbahngleise 170 km. Die 35 Kaischuppen und Lagerhäuser haben (ohne die Kühlhäuser und den Getreidespeicher) eine Lagerfläche von rd. 230 000 m² (Hamburg hat zur Zeit 90 Kaischuppen mit rd. 700 000 m² überdachter Fläche, dazu in Lagerhäusern rd. 500 000 m² öffentlichen und rd. 300 000 m² privaten Lagerraum). Im Hafen stehen folgende Krane mit der angegebenen Tragfähigkeit:

- 19 Volltorkrane zu 1,5 t,
- 6 „ „ 2,5 bis 3 t,
- 10 „ „ 5 t,
- 10 „ „ 7 t,
- 23 Halbtorkrane zu 3 t.

Die Verladebrücken sind im folgenden einzeln aufgeführt.

Der Hafen ist staatlich und untersteht dem Ministerium für Industrie und Handel in Warschau. Der Bau des Hafens wurde im Jahre 1920 beschlossen, im folgenden Jahre wurde mit den Vorarbeiten begonnen. Der eigentliche Bau ist im Jahre 1926 in Angriff genommen, in den Jahren 1927 bis 1930 besonders stark gefördert und im Jahre 1935 im wesentlichen beendet worden. Die Arbeiten sind durch eine Arbeitsgemeinschaft polnischer und ausländischer Unternehmungen ausgeführt worden, bei der die französische Baugesellschaft Batignolles, Schneider & Co., Société Anonyme Hersent in Paris, die belgische Unternehmung Ackermans-Van Haaren in Antwerpen und die dänische Bauunternehmung Hojgaard und Schultz in Kopenhagen beteiligt waren.



Abb. 8. Verladebrücken für Kohle und Erz am Schwedischen Kai im Kohlenhafen.

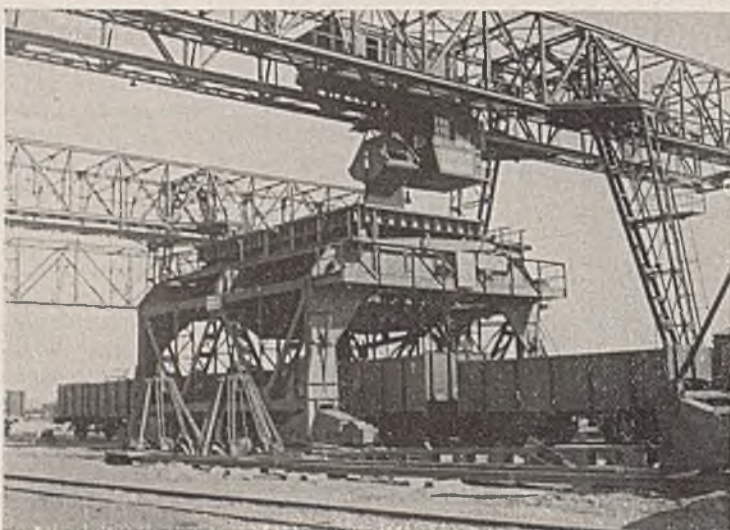


Abb. 9. Wiegebunker der Verladebrücken für Kohle und Erz am Schwedischen Kai.

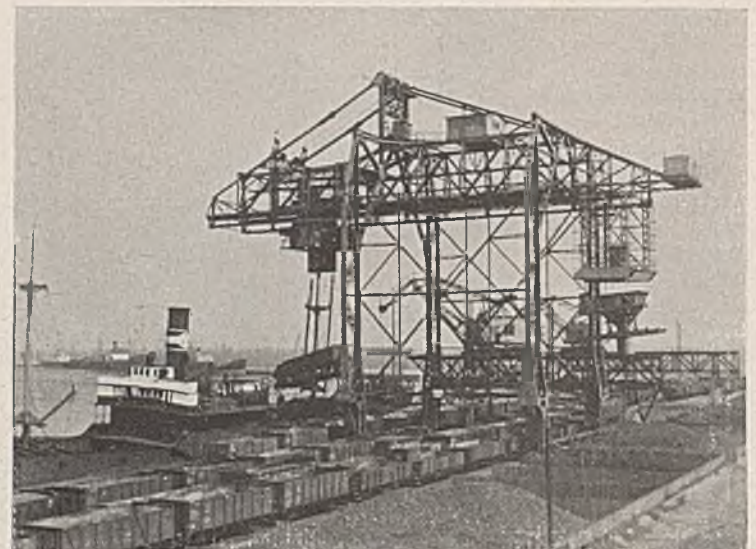


Abb. 10. Kipperkranbrücke des Konzerns „Robur“ am Schwedischen Kai im Kohlenhafen.

Außenhafen.

Der Außenhafen wird durch vier Kaizungen gebildet, die senkrecht zum Ufer in verschiedener Länge und Breite in die See hinaus gebaut sind. Vor den Kaizungen liegt der in Nord-Südrichtung verlaufende Wellenbrecher. Er war ursprünglich nur in einzelnen Stücken erbaut, mit denen man auszukommen hoffte. In den letzten Jahren ist er jedoch als geschlossene Mole durchgeführt worden, die im Norden an das Ufer anschließt, vor dem Vorhafen im nördlichen Teile des Außenhafens die Haupteinfahrt in 140 m Breite freiläßt, dann an den Kaizungen vorbeiführt, um in Höhe der südlichsten Kaizunge, der Südmole, zu enden und hier eine zweite, geschützt liegende Einfahrt frei zu lassen.

Die nördlichste Kaizunge ist die Fahrgastmole. Sie trägt am Nordufer, dem „Französischen Kai“, an der Molenwurzel den Seebahnhof (Abb. 5), in dem der Fahrgast- und Auswandererverkehr abgefertigt wird. Unmittelbar neben dem Seebahnhof liegt ein Stückgutschuppen für die Güter, die die Fahrgastdampfer besonders im Transitverkehr löschen und laden. Zwei weitere heizbare Kaischuppen an demselben Kai werden für Obst- und Stückguteinfuhr benutzt. Zwischen den Schuppen und dem Kai liegen drei Gleise (Abb. 5), die durch sechs Halbtorkrane von 3 t Tragfähigkeit überspannt sind.

Das Südufer der Fahr-
gastmole, der „Holländische
Kai“, trägt vier Kaigleise,
über denen zehn Volltor-
krane von 5 und 7 t Trag-
fähigkeit Schrott, Erze und
andere Massengüter um-
schlagen.

Im Kohlenhafen sind
vom westlichen Ufer, dem
„Dänischen Kai“, aus zwei
100 m lange Piers vorgebaut
(Abb. 6), an deren Wurzel
Bahnwagenkipper stehen
(Abb. 7), von denen aus
die Kohle mit Längs- und
fahrbaren Querförder-
bändern, zuletzt mit Becher-
werken, in den Schiffsraum
gebracht wird. Jede der
beiden Anlagen leistet
650 t/Std. Die eine Anlage
gehört dem Polnisch-Ober-
schlesischen staatlichen
Kohlenkonzern „Skarbo-
ferm“, die andere der
Hafenverwaltung.

Den südlichen Abschluß
des Kohlenhafens bildet die

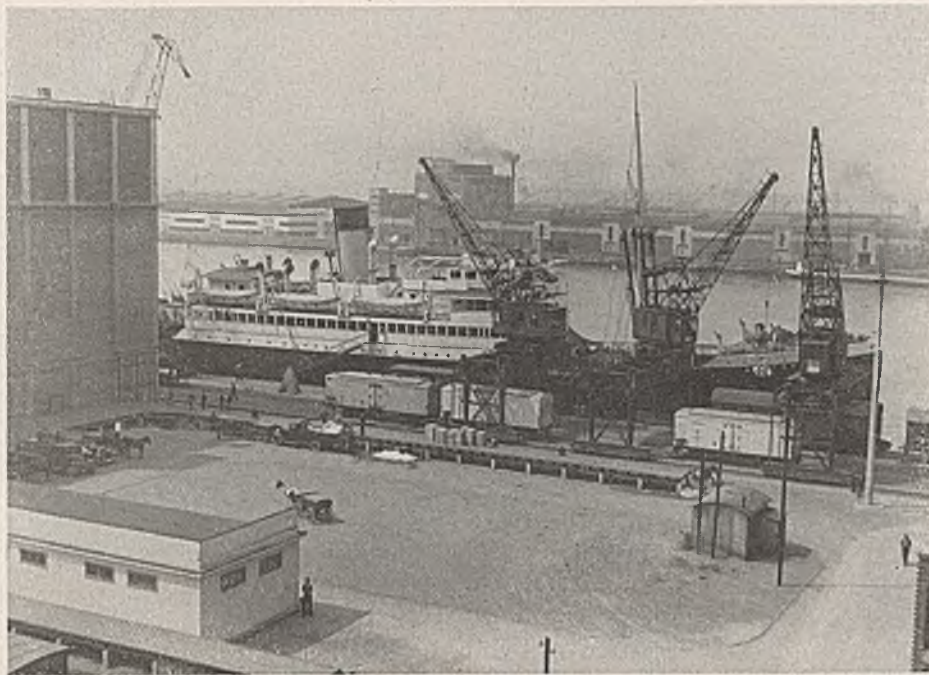


Abb. 11. Marschall-Pilsudski-Becken.

Links Hafenkühlhaus, Mitte Seedampfer am Polnischen Kai, davor Fuhrwerksrampen,
im Hintergrunde Ölwerke Union AG am Indischen Kai.

die Kohlenplätze der ober-
schlesischen Firmen Gie-
sche, Progress und Elibor
mit im ganzen vier Ver-
ladebrücken von je 7 t Trag-
fähigkeit. An demselben
Kai liegt nach Land zu ein
Tanklager für Petroleum
und Gasöl und anschließend
eine Schiffswerft mit einem
3500-t-Schwimmdock und
einem 50-t-Schwimmkran.
Im Hafen liegen drei
schwimmende Kohlenheber
zum Be bunkern der Sec-
dampfer, sie leisten 200 bis
300 t/Std.

Die vorstehend auf-
geführten Kohlenverlade-
anlagen im Kohlenhafen
und auf der Kohlenmole
sind von der Demag, der
Bamag und von Pohlig
geliefert, sie sind seinerzeit
eingehend von Dr.-Ing.
Foerster⁸⁾ beschrieben
worden.

Im Südteile des Süd-
beckens ist der Fischerel-
hafen abgetrennt; auf der
Fischermole, die das Südbeck
abschließt, stehen für den Bedarf der
Hochseefischerei ein Kühlhaus, eine Lagerhalle, eine Versteigerungshalle



Abb. 12. Polnischer Kai, Ladestraße zwischen Kailschuppen (rechts)
mit Hafenkühlhaus (Mitte) und Speichern (links).

Links hinten der fünfgeschossige Eisenbetonspeicher Lager 5.



Abb. 13. Eisenbetonspeicher Lager 5 hinter den Kailschuppen
des Polnischen Kais, dahinter das Hafenkühlhaus.

Kohlenmole. Ihr Nord-
ufer, der „Schwedische Kai“,
ist 780 m lang, trägt fünf
Kaigleise und auf der Land-
seite drei Verladebrücken
für Kohle und Erz mit einer
Tragfähigkeit von 5 und 7 t
(Abb. 8). Unter den Brücken
steht ein selbsttätiger Wiege-
bunker für Erz mit 200 t
Fassungsraum (Abb. 9). Nach
See zu anschließend liegt die
Kohlenverladeanlage des
Kohlenkonzerns „Robur“,
die mit vier Volltorkranen
von 7 t Tragfähigkeit und
einer Kipperkatzenbrücke
von 40 t Tragfähigkeit
(Abb. 10) arbeitet. Die
letzte verlädt 400 t Kohle
in der Stunde, zur Schonung
der Kohle mit Hilfe eines
Teleskoprohres.

Das Südufer der Kohlen-
mole, der „Schlesische Kai“,
ist 760 m lang und trägt



Abb. 14. Polnischer Kai, Ladestraße zwischen Kailschuppen und Speichern.
Rechts fünfgeschossiger Eisenbetonspeicher Lager 5, Mitte hinten Tabakspeicher des staatlichen Tabakmonopols.

und eine Eisfabrik, außer-
dem ein Kühlhaus und
Lageräume für die Einfuhr
von Heringen, weiterhin
Fischräuchereien und Fisch-
konservenfabriken.

Das zwischen Fischer-
mole und Südmole liegende
Präsidentenbecken dient
der Küstenschifffahrt. Südlich
der Südmole liegt ein
Jachthafen.

Binnenhafen.

Vom Hafenkanal des
Binnenhafens zweigt das
Marschall-Pilsudski-Becken
und das den Freihafen bil-
dende Minister-Kwiatowski-
Becken ab. Ein weiteres
Becken ist im Bau. Der
Hafenkanal erweitert sich

⁸⁾ Foerster, Der See-
hafen von Gdingen. WRH
1933, S. 1.

am Westende zum Holzhafen, an dessen Nordufer ein Holzlagerplatz für Rund- und Schnittholz liegt.

Das Marshall-Pilsudski-Becken ist rd. 1000 m lang und 250 m breit (Abb. 11). Sein Südostufer, der „Polnische Kai“, dient dem Umschlag und der Lagerung von hochwertigen Stückgütern. Am Kai liegen drei Kai Gleise, dahinter stehen 50 m tiefe Kaischuppen, auf deren Rückseite ebenfalls drei Gleise und eine Ladestraße laufen. Auf der anderen Seite der Ladestraße (Abb. 12) stehen Speicher, darunter ein fünfgeschossiger Eisenbetonspeicher (Lager 5, siehe Abb. 13) und der vierstöckige Speicher des staatlichen Tabakmonopols (Abb. 14). Drei von den Kaischuppen in einer Gesamtlänge von 400 m dienen der Ausfuhr des polnischen Zuckers. Am landseitigen Ende des Polnischen Kais steht in der Reihe der Kaischuppen das Hafenkühlhaus (Abb. 15, s. a. Abb. 11 u. 12), in dem Eier, Butter, Geflügel, Fleisch, Käse, Obst usw. gelagert werden. Es hat sechs Geschosse, in das Untergeschoß fahren die Kühlwagen hinein und werden hier im Kühlraum entladen.

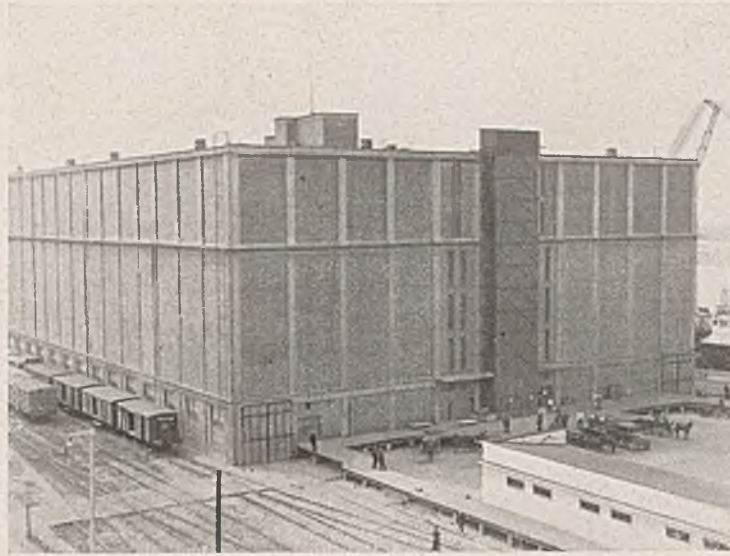


Abb. 15. Hafenkühlhaus.

daneben liegenden Lagerschuppen von 100×70 m Grundfläche. Die Reismühle kann 160 000 t Reis im Jahre verarbeiten. Sie gehört zu den ersten größeren Gebäuden des Hafens, ebenso die nebenan nach See zu liegende Ölmühle der Union AG (Unilever-Konzern) mit anschließendem Lagerschuppen und einem Zellen-speicher (Silo) von 6500 t Fassungsraum (Abb. 17). Die Ölmühle verarbeitet Palmkerne, Sojabohnen, Kopra und zahlreiche andere Rohstoffe in einer Jahresmenge von 100 000 t zu Speiseölen und technischen Ölen. Neben der Ölmühle liegen Melasse-tanks mit 15 000 t Fassungsvermögen, am seeseitigen Ende des Indischen Kais steht ein Getreidespeicher (Abb. 18) mit Lagerböden und Silozellen und einem Fassungsraum von 10 000 t Getreide. Der Speicher steht auf Frankipfählen, er enthält außer den üblichen Umschlagseinrichtungen je



Abb. 16. Reismühle mit Lagerschuppen am Indischen Kai.

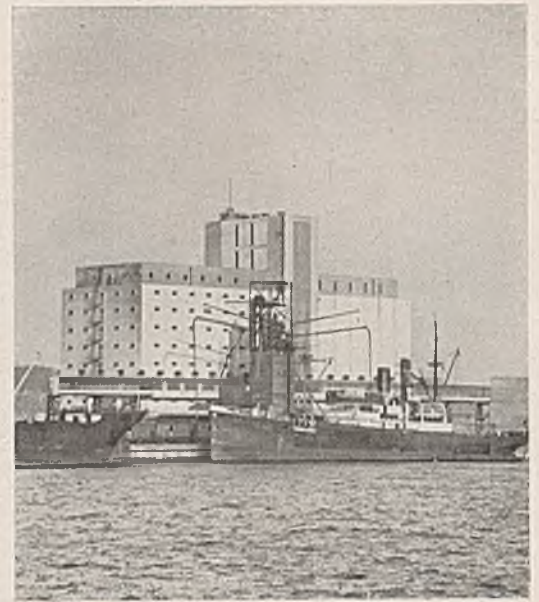


Abb. 18. Getreidespeicher am Indischen Kai.

Die drei Kai Gleise des Polnischen Kais werden durch 16 Volltorwippkrane mit 1,5 bis 3 t Tragfähigkeit überspannt.

Am gegenüberliegenden „Indischen Kai“, dem Nordwestufer des Marshall-Pilsudski-Beckens, liegt am landseitigen Ende die einer Privat-gesellschaft gehörende sechsgeschossige Reismühle (Abb. 16) mit einem

eine Anlage zum Reinigen, Trocknen und Begasen des Getreides. Seine Erweiterung auf den dreifachen Fassungsraum ist vorgesehen.

Der Freihafen, der das Minister-Kwiatowski-Becken umfaßt, ist im Jahre 1934 eröffnet worden. Das Becken ist 800 m lang und 160 m breit. Zunächst ist sein südöstliches Ufer, der „Vereinigte-Staaten-Kai“, ausgebaut worden (Abb. 19). Auch hier stehen wie am Polnischen Kai hinter den Kaischuppen Speicher, die für langfristige Lagerung bestimmt sind. Am seeseitigen Ende des Kais liegen die Baumwollschuppen (Abb. 20), hinter ihnen die Baumwollspeicher, über die der gesamte Baum-

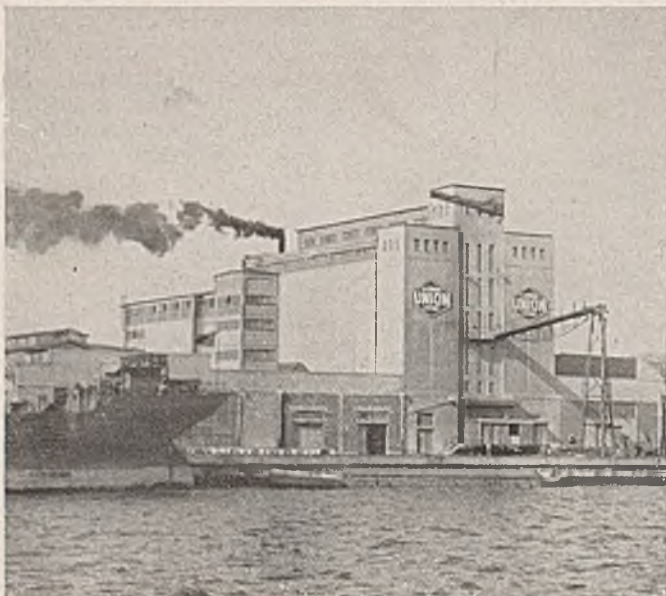


Abb. 17. Ölwerke Union AG am Marshall-Pilsudski-Becken.



Abb. 19. Vereinigte-Staaten-Kai im Freihafen.



Abb. 20. Kaischuppen für Wolle und Baumwolle im Freihafen.



Abb. 21. Kaischuppen für Stückgut im Freihafen.

wollbedarf Polens läuft und außerdem Durchfuhrgut nach den baltischen und den Donaustaaten. Die übrigen Schuppen des Kais dienen dem Stückgutverkehr (Abb. 21). Am Kai liegen drei Gleise, über denen 15 Halbtorkrane von 3 t Tragfähigkeit stehen (Abb. 19). Zwischen den Kaischuppen und den Speichern liegen zwei Gleise und eine Ladestraße.

Weitere Entwicklung.

Der Hafen Gdingen ist in jeder Hinsicht großzügig und neuzeltlich ausgebaut. Besonders ins Auge fallen die geräumigen, hellen Kaischuppen, die reichliche Ausstattung der Kais mit Bahngleisen und die gut durchgebildeten Hafenbahnanlagen. Der Hafen dient immer noch in der Hauptsache der Ausfuhr der Kohle aus Polnisch-Oberschlesien, der übrige Güterverkehr wächst aber stetig an, und zwar sowohl in der Ausfuhr wie in

der Einfuhr. Zusammen mit dem Hafen ist an Stelle des früheren Fischerdorfes eine Stadt entstanden, die heute schon 80 000 Einwohner zählt. Der Polnische Staat ist weiter bemüht, seinen Hafen in jeder nur denkbaren Weise zu fördern. Der Ausbau geht dem wachsenden Verkehr entsprechend allmählich weiter, die Hafenverwaltung versucht neuerdings besonders, gewerbliche Unternehmungen zur Ansiedlung in Gdingen zu veranlassen. In letzter Zeit hat der Polnische Staat sein Augenmerk auf den Ausbau einer Wasserstraßenverbindung gerichtet, die über Bromberg ins polnische Hinterland führen soll. Polen wird mit der gleichen Tatkraft, mit der es hier in einem Jahrzehnt einen großen Hafen mit einem schon heute bedeutenden Eigenhandel geschaffen hat, für die Weiterentwicklung dieses Hafens sorgen, und die deutschen Häfen werden mit seinem immer mehr zunehmenden Wettbewerb rechnen müssen.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Grundwasserabsenkung beim Bau des Querhellinges im neuen portugiesischen Marinearsenal Alfeite.

Von Dr.-Ing. Albert Hinderks, Buenos Aires.

Nach längerer Bauzeit ist in Portugal ein großes Bauwerk vollendet und in Betrieb genommen: das Marinearsenal Alfeite. Zu dieser Anlage gehört ein Querhelling für die Unterhaltung und Ausbesserung von Kriegsschiffen mit einer Breite von 122 m und einer Länge der geneigten Aufschleppbahn von 70 m (Abb. 1). Der Helling ist bestimmt für Schiffe bis zu 2500 t Wasserverdrängung.

Die maschinelle Anlage, mit der die Schiffe breitwärts aufgeschleppt werden, besteht aus 20 Aufzuggleisen mit 20 Schleppwagen und Seilwinden. Die ganze Anlage wird von einem zentral gelegenen Elektromotor angetrieben. Oberhalb des Querhellinges läuft ein Turmkran mit 35 m Ausladung, der für die Durchführung der Ausbesserungen dient. Die Aufzugvorrichtung wurde von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG, Werk Gustavsburg, der Turmkran von der Firma Mohr & Federhaff, Mannheim, geliefert. Die Durchführung des gesamten Baues lag in Händen der Grün & Bilfinger AG, Mannheim.

Dieser Bau ist, neben seiner Größe, durch die Schwierigkeiten der Gründung beachtenswert. Diese Schwierigkeiten in der Gründung lagen vor allem in den eigenartigen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen, auf die bei der Bauausführung weitgehend Rücksicht genommen werden mußte.

Der tragfähige Baugrund wird gebildet durch eine Tonschicht mit geringem Wassergehalt, die unter dem Querhelling auf Kote - 2,00 beginnend, bis auf Kote rd. - 7,60 hinabreicht (Abb. 2). Über dieser Tonschicht steht Sand und Schlamm an, eine Schicht, die durch eine Pfahlgründung überwunden werden mußte. Im tiefer gelegenen Teil liegt die Betonsohle auf dem Ton. Da die Unterkante der Schwelle des Querhellinges auf - 6,00 liegt, verbleibt hier eine Mächtigkeit der Tonschicht von nur 1,60 m. Unterhalb des Tones liegen Sande verschiedener Körnungen, die Süßwasser unter starkem artesischen Druck führen. Mit Hilfe von Beobachtungsbrunnen wurde eine weitgehende Abhängigkeit des artesischen Drucks von dem Tejo-Wasserstande festgestellt. Bei Tejo-HW auf + 4,50 liegt der Grundwasserdruck auf rd. + 5,80 und sinkt bei Tejo-NW = + 0,25 auf rund + 3,10 hinab.

Aus geologischen Profilen, die auf Grund vorhandener und neu ausgeführter Bohrungen aufgestellt wurden, ging

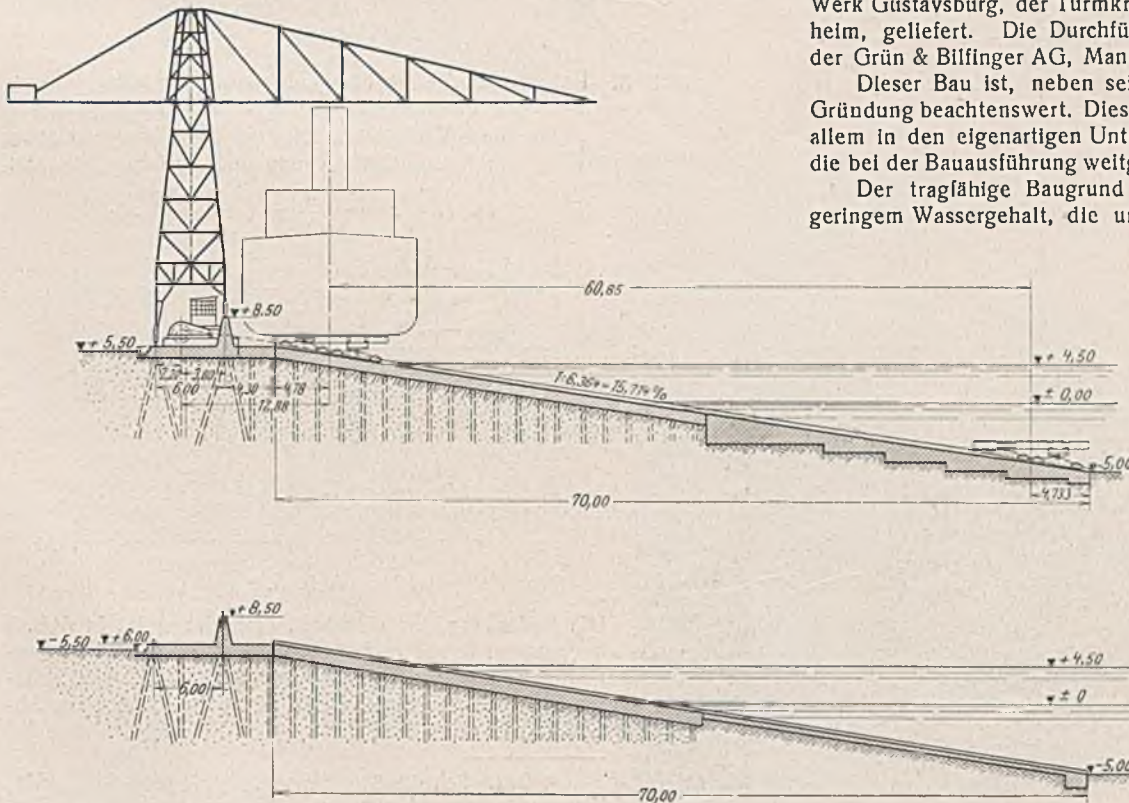


Abb. 1.

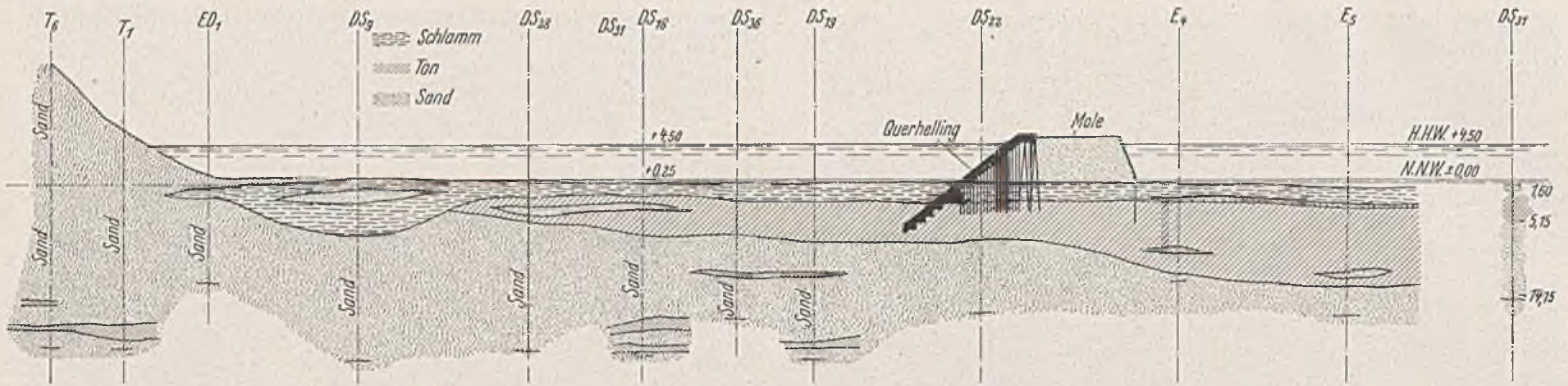


Abb. 2. Verzerrter geologischer Schnitt durch die Baugrube.

hervor, daß nordwestlich des Querhellings die Tonlinse endet (Abb. 3). Es besteht infolgedessen kein Zweifel, daß außerhalb der Tonlinse ein Abströmen des Grundwassers auf breiter Fläche durch die hier auf der Flußsohle lagernde mehr oder weniger hohe Schlammschicht hindurch stattfindet.

Mit Hilfe der Beobachtungsbrunnen wurde die ungefähre Richtung des Grundwasserstromes festgestellt. Sie ist in Abb. 3 eingetragen; unter dem Querhelling geschieht der Abfluß, wie zu erwarten, etwa auf dem kürzesten Wege nach der Tongrenze zu.

Angesichts des geschilderten hohen artesischen Druckes und der geringen Mächtigkeit der unter dem Bauwerk verbleibenden Tonschicht war beim Aushub der Baugrube für den tieferen Teil des Querhellings mit einem völligen Aufbruch des Tones und damit einem starken Wasser- und Sandeintrich verbunden mit einer Zerstörung des Gefüges des Untergrundes zu rechnen, wenn man nicht alle Vorkehrungen zur Verringerung des Wasserdruckes traf. Das gegebene Mittel dafür war eine umfangreiche Grundwasserabsenkungsanlage, die mit Hilfe von Tressenfilterbrunnen durchgeführt wurde.

Naturgemäß konnte zunächst der obere Teil des Querhellings ohne Gefahr ausgeführt werden, da hier die überlagernde Tonschicht in genügender Mächtigkeit erhalten blieb und das Gegengewicht weit größer war als der Wasserdruck. Die Art der Ausführung zeigt Abb. 4. Die Baugrube ist von einem Fangedamm rings umschlossen. Die Eisenbetonpfähle für den höher gelegenen Teil des Querhellings sind gerammt. Mit Hilfe einer fahrbaren Betoniergleißanlage wird der Beton des Hellings eingebracht.

Da die Brunnen für die Grundwasserabsenkung von Oberkante Ton, der auf -2,00 beginnt, abgesenkt wurden, genügte eine Anlage mit normalen Kreiselpumpen, so daß eine Tiefsenkungsanlage vermieden werden konnte¹⁾.

1) Über Ausführungen von Grundwasserabsenkungen mit anderen Pumpsystemen vgl. z. B. T. d. Travaux 1935, Nr. 1, Lucien F. Goemans, L'Abaissement de la nappe aquifère. Anwendung von Tiefbrunnenpumpen beim Bau des Scheldetunnels Antwerpen. — Bautechn. 1934, Heft 42, A. Hinderks, Grundwasserabsenkung mit Wasserstrahlpumpen. Anwendung von Wasserstrahlpumpen beim Bau des „Collecteur de la Woluwe“, Brüssel.

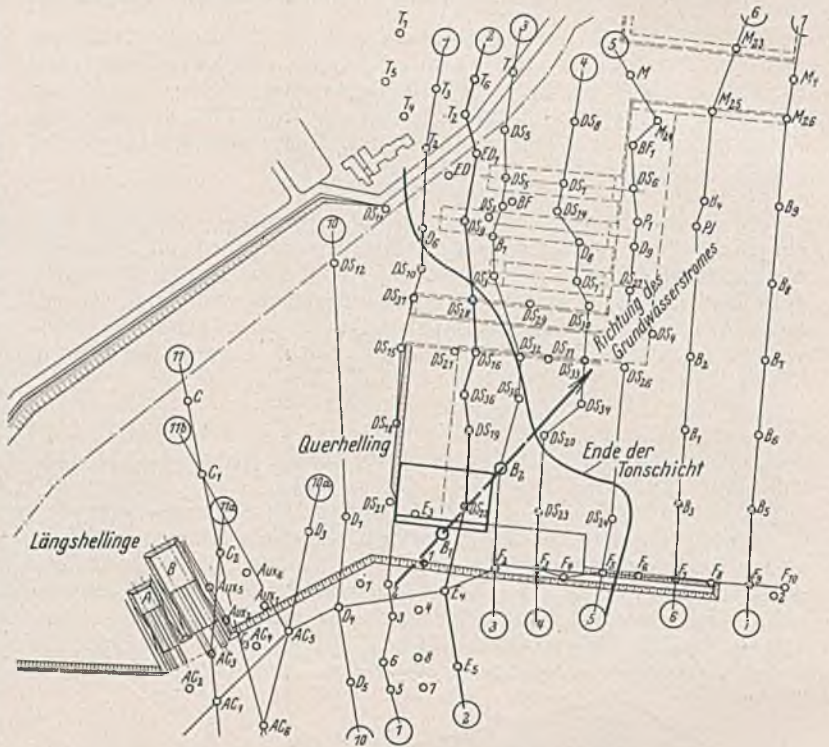


Abb. 3. Bohrplan und Lage der geologischen Schnitte.

Für diese Verhältnisse folgt aus dem Filtergesetz von Darcy die bekannte Gleichung für artesischen Brunnen:

$$s = H - z = \frac{q}{2\pi m k} (\ln R - \ln x).$$

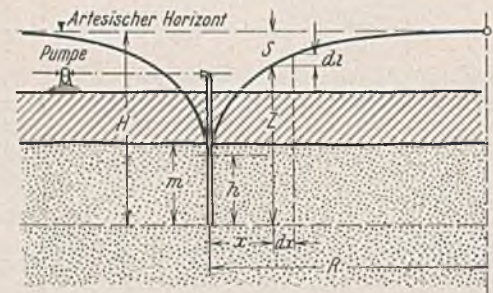


Abb. 5.

Die Bedeutung der einzelnen Maßzeichen ist in Abb. 5 angegeben; ferner bedeutet q die aus dem Brunnen entnommene Wassermenge in m³/sek, k den Durchlässigkeitskoeffizienten des Bodens und R die Reichweite der Absenkung in m.

2) Bezüglich der Theorie vgl. Kyrieleis-Sichardt, Grundwasserabsenkung bei Fundierungsarbeiten. Berlin 1930, Verlag Springer.

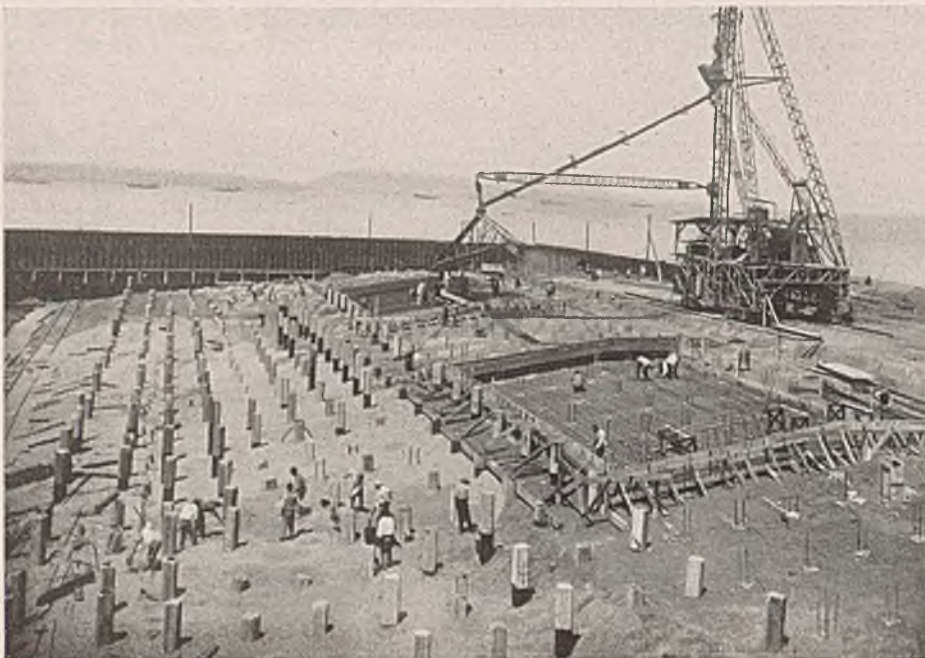


Abb. 4. Blick auf den oberen Teil der Baugrube.

Das Maß der Absenkung $s = H - z$ steht also in einem zwangläufigen Zusammenhang mit den Größen q , k und R . Die Beurteilung der Bodendurchlässigkeit sowie der zu erwartenden Reichweite ist im wesentlichen Sache der Erfahrung; sie geschah an Hand von Bohrproben und Pumpversuchen. Die hier erhaltenen Werte können nicht ohne weiteres als Mittelwerte für die ganze Baustelle betrachtet werden, da unter Umständen Zonen größerer Wassereergiebigkeit vorhanden sind.

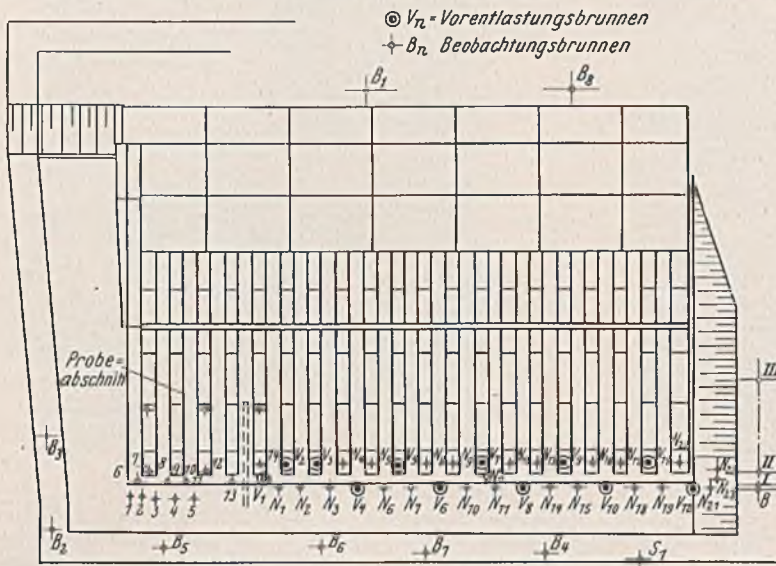


Abb. 6. Verteilung der Brunnen.

Für die Einschätzung des Wasserzustromes ist außerdem zu beachten, daß ein Pumpversuch aus einem Einzelbrunnen bei Entnahme relativ größerer Wassermengen leicht kleinere k -Werte als später bei der Gesamtanlage ergibt, da die feinsten Bodenteilchen in der Nähe des Brunnen leicht in Bewegung geraten und eine dichtere Bodenzone um den Brunnen herum bilden.

Im vorliegenden Falle wurde mit Hilfe von Pumpversuchen, bei denen aus einem Einzelbrunnen eine bestimmte Wassermenge abgepumpt und mit Hilfe einiger Beobachtungsbrunnen die Absenkungskurve, d. h. die Werte z eingemessen wurden, ein Durchlässigkeitswert $k = \text{rd. } 0,0009$ ermittelt. Nach Augenschein der beim Bohren entnommenen Proben sowie auch nach dem genannten Gesichtspunkte für die Beurteilung von Pumpversuchen wurde dem Entwurf der Absenkungsanlage vorsichtshalber ein Durchlässigkeitswert $k = 0,0012$ zugrunde gelegt. Des weiteren konnte mit einer Reichweite für die Gesamtanlage von $R = 1000$ bis 1200 m, also $\ln R = 6,9$ bis $7,1$ gerechnet werden.

Diese Werte wurden eingesetzt in die bekannte Hauptgleichung für eine größere Brünnengruppe:

$$s = H - z = \frac{Q}{2\pi m k} (\ln R - 1/n \cdot \ln x_1 x_2 \dots x_n),$$

in der nunmehr Q die Gesamtwassermenge aller Brunnen, n die Anzahl der Brunnen und $x_1 x_2 \dots x_n$ die Entfernungen der Brunnen 1, 2, 3 ... n von dem betrachteten Punkte des Senkungsfeldes bezeichnen.

Die Verteilung der Brunnen in zwei Reihen auf dem unteren Teile des Querhellings wurde dabei zunächst probeweise angenommen und für verschiedene Wassermengen Q die Absenkung s in der Achse zwischen beiden Brunnenreihen ermittelt. Da der artesische Druckhorizont bei HW auf rd. $+5,80$ und der tiefste Punkt des Querhellings auf $-6,00$ liegt, so betrug die gesamte erforderliche Absenkung $11,80$ m oder rd. 12 m. In der Vorberechnung wurde angenommen, daß die Absenkung sich auf etwa zwei Drittel der Hellingbreite, also auf rd. 80 m erstrecken sollte, und zwar sollten — beginnend von der Nordseite her — zunächst die ersten zwei Drittel in Betrieb genommen werden und allmählich nach der Südseite hin fortgeschritten werden. Gegen Ende der Bauausführung sollten dann das mittlere und südliche Drittel in Betrieb sein.

Die Proberechnungen mit den obengenannten Werten ergaben, daß bei dieser Betriebsart die gewünschte Absenkung bei Abpumpen einer Gesamtwassermenge von $10,80$ oder rd. $11 \text{ m}^3/\text{min}$ würde erzielt werden. Die Pumpanlage wurde vorsichtshalber mit etwa 25% Reserve, d. h. für rd. $14 \text{ m}^3/\text{min}$ vorgesehen.

Die große Wassermenge war zweckmäßig auf mehrere Pumpen zu verteilen, und entsprechende Reservepumpen waren für den Fall etwaiger Betriebsstörungen vorzusehen. Eingerichtet wurden zwei Pumpstationen mit insgesamt sechs Pumpen von 150 bis 300 mm Durchm., die zum Teil mit Elektromotor, zum Teil mit Dieselmotor angetrieben wurden.

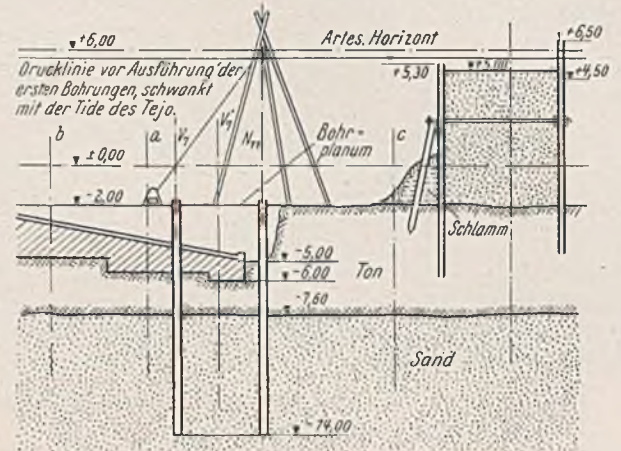


Abb. 7. Schnitt durch die Talschicht mit Angabe der Wasserstände.

Als günstige Verteilung der Brunnen ergab die Rechnung die in Abb. 6 im Grundriß dargestellte, d. h. zwei Brunnenreihen in $4,60$ m Abstand, Abstand der Brunnen voneinander $= 6$ m. Dieser Abstand von 6 m verträgt sich gut mit der Ausführung des Querhellings, der aus tragenden Betonblöcken und verbindenden Platten zusammengesetzt ist, die je 3 m Breite besitzen; die Brunnen der oberen Reihe wurden jeweils so angeordnet, daß sie in den Platten stehen, man daher beim Aushub für die Blöcke nicht durch die Brunnen gestört war. Die Brunnen der unteren Reihe stehen außerhalb des Bauwerks.

Die mit Lochung und Filtertresse versehene Länge der Brunnen wurde zu $7,50$ m gewählt, der Brunnenfuß auf Kote $-14,00$ vorgesehen, nachdem Proberechnungen ergeben hatten, daß bei dieser Ausführung das Fassungsvermögen der Brunnen für die anfallenden Wassermengen ausreichen würde.

War hiernach der allgemeine Plan der Absenkungsanlage festgelegt, so ergab sich eine besondere Komplikation hinsichtlich der Brunnenbohrung, da, wie gesagt, das Bohrplanum auf $-2,00$ etwa $8,00$ m tiefer lag als die artesische Drucklinie (Abb. 7). Unter diesen Umständen konnte nicht nach dem gewöhnlichen Bohrverfahren gearbeitet werden, da nach Durchstoßen der Tonschicht ein starker Wasser- und

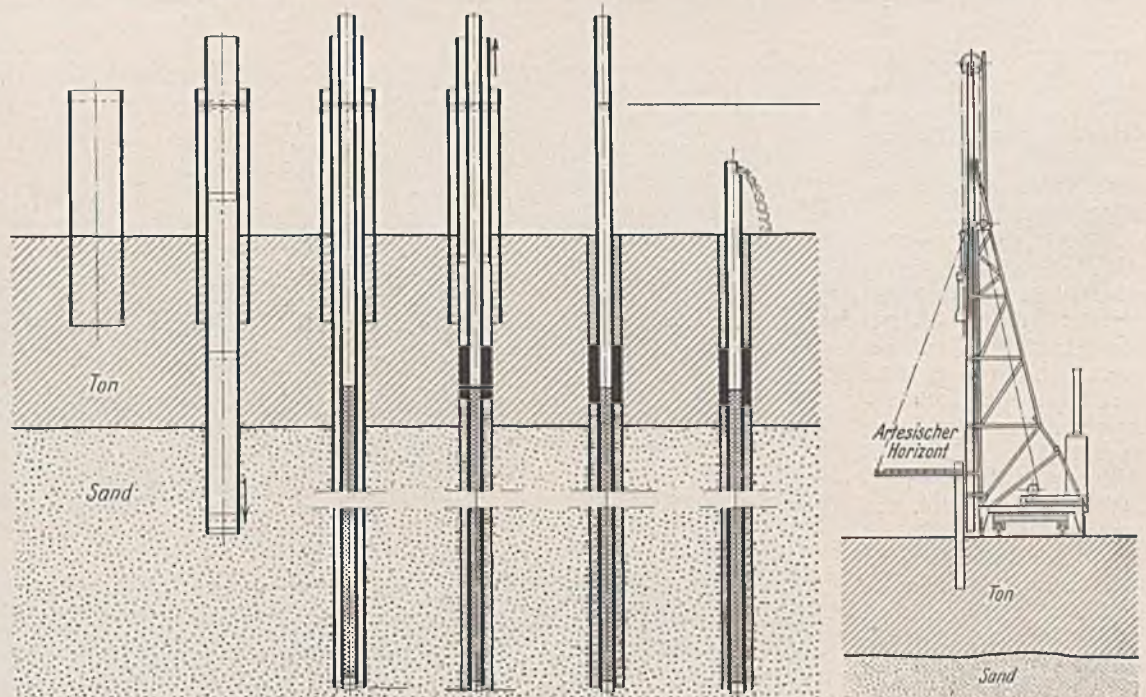


Abb. 8. Schema des Bohrvorganges.

Zu Abb. 8.

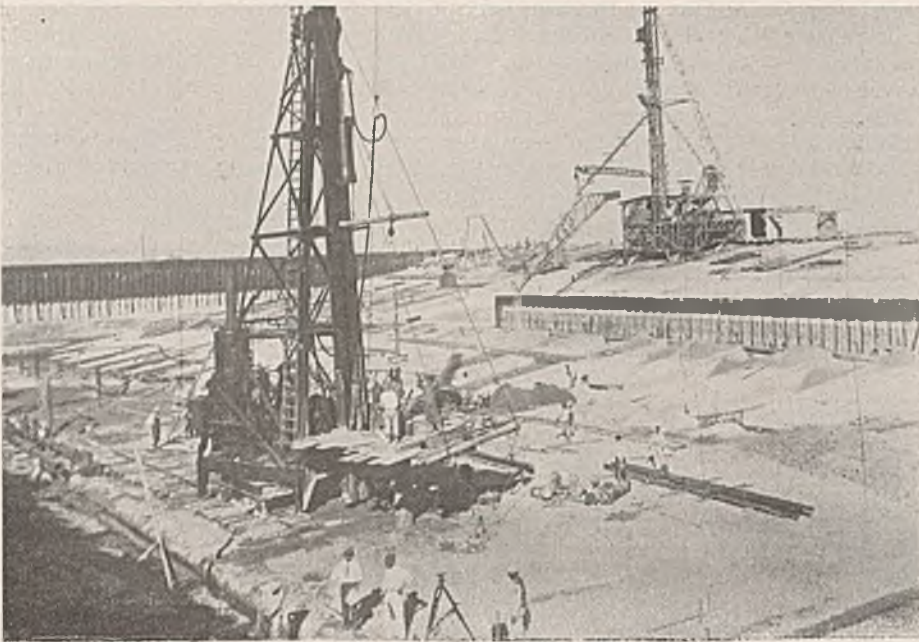


Abb. 9a. Rammen des äußeren Rohres.



Abb. 9b.

Sandausbruch eingetreten und ein ordnungsmäßiges Einbringen des Filterrohres daher nicht möglich gewesen wäre. Man kann sich in einem solchen Falle dadurch helfen, daß man zunächst an bestimmten Stellen lediglich die Tonschicht vorsichtig durchbohrt, das Bohrrohr alsdann voll Filterkies schüttet und wieder zieht. Man erhält auf diese Art „Vertikaldrainagen“, zwischen denen, sofern genügend solcher Drainagen hergestellt werden, sich der Druck so weit senkt, daß das sachgemäße Einbringen von Filterbrunnen in neuen Bohrungen jeweils in der Nähe einer solchen Drainage möglich ist. Allerdings ist bei diesem Verfahren die Gefahr von Sandausspülungen beim Bohren der eigentlichen Absenkungsbrunnen nicht ganz behoben, da immer noch bei einem gewissen Überdruck gebohrt wird, der im vorliegenden Falle noch dazu mit der Tide des Tejo stark schwankte.

Bei den ersten Bohrungen im nördlichen Teile des Querhellings wurden in dieser Richtung Erfahrungen gesammelt. Als diese Versuchsbohrungen und die Vorbereitung für die eigentliche Absenkung noch im Gange waren, erfuhr die Arbeiten einen längeren Stillstand aus Gründen, die außerhalb der Belange der Baustelle selbst lagen.

Im Herbst 1934 wurden dann die Arbeiten wieder aufgenommen. Während der Zeit der Stilllegung hatte sich die Firma Grün & Billinger AG entschlossen, im Interesse rascher und reibungsloser Durchführung der Arbeiten der eigentlichen Absenkung eine Vorentspannung mit besonders dafür entwickelten Vorentlastungsbrunnen vorausgehen zu lassen.

Die Vorentspannung wurde durchgeführt mit Hilfe von zwölf Stück solcher Vorentlastungsbrunnen, die etwa gleichmäßig auf dem unteren Teile des Querhellings verteilt hergestellt wurden. Sie sind als Brunnen V_1 bis V_{12} in Abb. 6, die übrigens auch die abweichende Brunnenanordnung in dem nördlichen Versuchsabschnitt zeigt, eingetragen.

Das Verfahren der Herstellung der V-Brunnen ist schematisch in Abb. 7 dargestellt. Es wird dabei von einer Plattform aus gearbeitet, die — in Höhe der artesischen Drucklinie — an einer Rammereinrichtung angehängt ist. Die Herstellung des Brunnen geschieht in der Weise, daß zunächst ein äußeres Rohr in die Tonschicht eingerammt und alsdann das normale Bohrrohr niedergetrieben wird. Das beim Durchbohren der Tonschicht aufsteigende artesischen Wasser wird dabei in dem Rammrohr gefangen bzw. durch

das im Rohr auf die zu erwartende Druckhöhe eingefüllte Wasser ausgeglichen. Da kein Wasser- und Sandausbruch stattfindet, kann der Filterbrunnen ordnungsgemäß eingebracht werden. Um zu verhindern, daß nach Ziehen des Bohrrohres und des Rammrohres Wasser außerhalb des Filterrohres austritt, wird über dem Filterkies in der in Abb. 8 dargestellten Weise ein Betonpfropfen eingebracht, der das Rohr im Ton dicht abschließt.

Bei der praktischen Ausführung des Verfahrens, das in Abb. 9a u. b dargestellt ist, waren die auf dem nördlichen Teile des Bauwerkes vorhandenen Brunnen, die nach der genannten Unterbrechung der Arbeiten sorgfältig ausgespült und zur Vorentspannung herangezogen wurden, von großem Nutzen. Durch diese Brunnen floß eine größere Menge artesisches Wasser über, so daß die Bohrplattform wesentlich tiefer gelegt werden konnte, als der ursprünglichen Drucklinie entsprochen hätte. Die Plattform wurde auf Kote $+0,60$ m an der Ramme montiert; das Rammrohr von 5 m Länge wurde etwa bis auf Kote $-3,80$ m eingerammt, die Oberkante lag dann auf $+1,20$ m; durch ein Verlängerungsrohr wurde das Rammrohr bis auf Kote $+2,20$ verlängert. Der während der Herstellung der Vorentlastungsbrunnen vorhandene Absenkungszustand ist — auf Grund von Messungen in den Vorentlastungsbrunnen — in Abb. 10 dargestellt.

Mit Hilfe der zwölf Vorentlastungsbrunnen wurde der Druck soweit gesenkt, daß die weiteren für die endgültige Absenkung noch erforderlichen Brunnen, die in Abb. 6 mit $N_1, N_2 \dots$ bezeichnet sind, nach dem normalen Bohrverfahren von dem Planum $-2,00$ aus gebohrt werden konnten.

Insgesamt ergaben sich durch diese Art des Aufbaues der Absenkungsanlage die folgenden fünf Absenkungsstufen, die in Abb. 11 im Schnitt durch den Querhelling dargestellt sind:

1. Stufe: Das aus den Brunnen des nördlichen Versuchsabschnitts von 1931 artesisch ausquellende Wasser wird in offener Wasserhaltung abgepumpt. Der Absenkungszustand entspricht der Abb. 10. Da er in Abb. 11 um 90° gegen Abb. 10 gedreht dargestellt ist, so ergibt sich die Drucklinie hier etwa als Gerade. Die abgepumpte Wassermenge beträgt etwa $4 \text{ m}^3/\text{min}$.

2. Stufe: Die zwölf Vorentlastungsbrunnen sind fertiggestellt und auf Kote $-2,00$ abgeschnitten. Aus diesen Brunnen quillt dann ebenfalls eine größere Wassermenge, die in offener Wasserhaltung mit abgepumpt wird. Die gesamte Wassermenge beträgt dabei rd. $5,8 \text{ m}^3/\text{min}$. In der

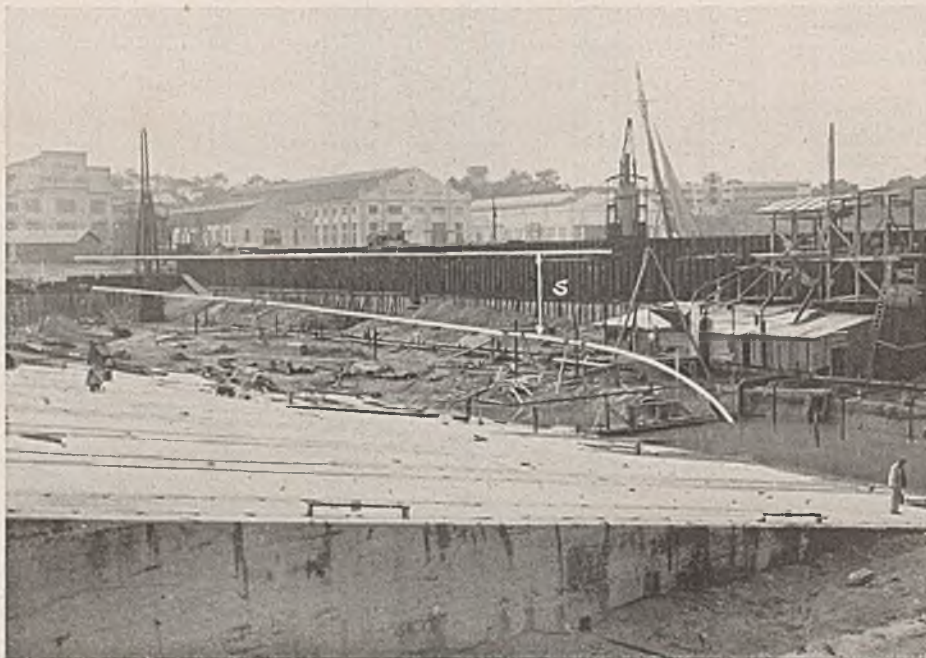


Abb. 10. Absenkzustand während der Herstellung der Vorentlastungsbrunnen.

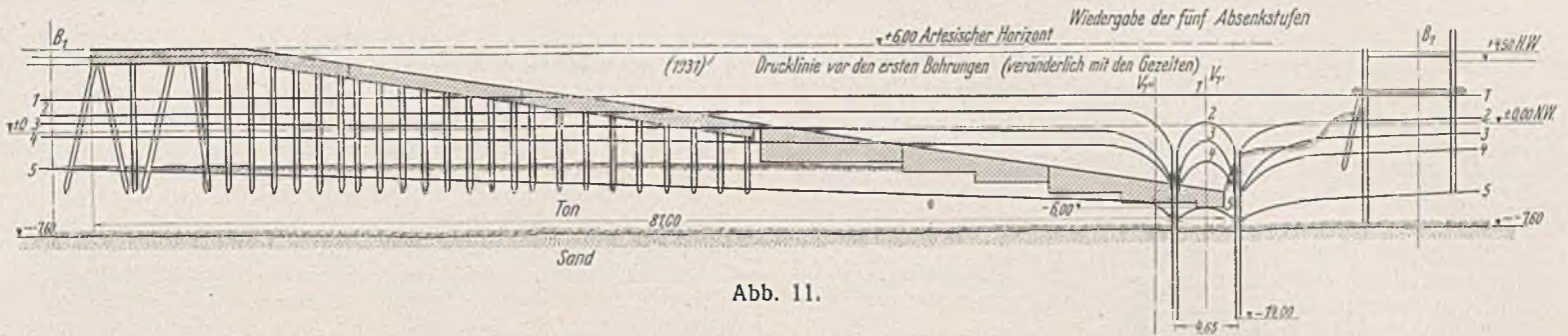


Abb. 11.

Mitte zwischen den beiden Brunnenreihen wurde hierbei die Druckhöhe = rd. $\pm 0,00$ gefunden, während das Wasser aus den Brunnen selbst auf $-2,00$ ausströmte.

3. Stufe: Um nach Fertigstellung der Vorentlastungsbrunnen $V_1, V_2 \dots$ die Bohrung der dazwischenliegenden mit N bezeichneten Normalbrunnen zu ermöglichen, werden in die V -Brunnen die Saugrohre eingehängt, die Rohrleitung für diese Brunnen fertiggestellt und der Pumpbetrieb mit den V -Brunnen aufgenommen. Gleichzeitig wird die offene Wasserhaltung im nördlichen Bauabschnitt aufrechterhalten. Die gesamte abgepumpte Wassermenge beträgt dabei rd. $7,20 \text{ m}^3/\text{min}$.

4. Stufe: Um die Weiterführung der N -Bohrungen nach dem Südeinde der Baustelle zu, wo der Druck naturgemäß noch höher liegt als auf dem nördlichen und mittleren Teil des Querhellings, zu erleichtern, wird der Druck dadurch weiter gesenkt, daß auch in die Brunnen des nördlichen Versuchsabschnitts die Saugrohre eingehängt werden und auch aus diesen Brunnen gepumpt wird. Die gesamte abgepumpte Wassermenge beträgt dabei rd. $8,30 \text{ m}^3/\text{min}$.

5. Stufe: Sämtliche N -Brunnen sind fertiggestellt, die Saugrohre eingehängt, die Rohrleitungen fertig montiert, und es wird aus allen Brunnen gepumpt. Die Gesamtzahl der Brunnen setzt sich wie folgt zusammen:

im Versuchsabschnitt . . .	14 Brunnen
Vorentlastungsbrunnen . . .	12 "
Normalbrunnen	23 "
Gesamtzahl 49 Brunnen.	

Die gesamte Wassermenge betrug dabei rd. $10,50 \text{ m}^3/\text{min}$.

Die den einzelnen Stufen entsprechenden Absenkungskurven, deren hauptsächlichste Punkte mit Beobachtungsbrunnen eingemessen wurden, sind in Abb. 11 eingetragen.

Die Ausführung des Bauwerks konnte nach Inbetriebnahme der zwölf V -Brunnen und nur eines Teils der N -Brunnen in Angriff genommen werden. Nach weiterem Fortschreiten des Aushubes wurden dann allmählich alle N -Brunnen eingeschaltet. Hierdurch wurde, wie die Kurve 5 in Abb. 11 zeigt, der Druck bis etwa $-6,00 \text{ m}$, also bis zur Bauwerksunterkante gesenkt; nur bei starkem Tejo-HW verblieb ein schwacher Überdruck, der jedoch belanglos war, da, wie vorausgesehen, der Ton sich als dicht und rißfrei und gegen den schwachen restlichen Druck als völlig widerstandsfähig erwies.

An Hand der Absenkungsergebnisse lassen sich nunmehr die für die Planung der Absenkungsanlage gemachten, eingangs erwähnten theoretischen Voraussetzungen sowie die Anwendbarkeit der logarithmischen Absenkungsgleichung auf die vorliegenden Verhältnisse nachprüfen.

Faßt man in der Absenkungsgleichung

$$s = H - z = \frac{Q}{2\pi m k} (\ln R - 1/n \cdot \ln x_1 x_2 \dots x_n)$$

die Konstanten zusammen und betrachtet lediglich die Senkung s als Funktion der abgepumpten Wassermenge Q , so folgt eine lineare Gleichung von der Form

$$s = H - z = C Q.$$

In dem Diagramm Abb. 12 ist für die genannten fünf Absenkungsstufen die Wassermenge Q als Abszisse und die Absenkung s in der Achse zwischen den beiden Brunnenreihen als Ordinate aufgetragen. Die Versuchspunkte liegen in dem Diagramm mit großer Genauigkeit in einer Geraden. Nur der letzte Punkt für Stufe 5 weicht etwas ab; die abgepumpte Wassermenge ist hier etwas kleiner, als der gemessenen Absenkung entsprechen würde — ein Fall, der bei Grundwasserabsenkungen nach längerer Pumpzeit oft vorkommt, da der Endbetrag der Reichweite sich allmählich einstellt und — je nach der Größe des Zuflußgebietes und der Häufigkeit der Niederschläge — ein Nachlassen der Ergiebigkeit in mehr oder weniger starkem Maße eintritt. Die Ergebnisse stehen somit in befriedigendem Einklang mit der Theorie.

Auf Grund der Absenkungsergebnisse (Abb. 11, Absenkungsstufe 5) wurden die maßgeblichen Werte k und R nachträglich neu berechnet.

In der Absenkungsgleichung wurden dabei die Werte (s. Abb. 5) $H, m, x_1, x_2 \dots$ bis x_{40} sowie die gemessenen Werte z und Q eingesetzt. Die Unbekannten sind k und R , und zwar ist

$$k = \frac{Q}{2m\pi(H-z)} (\ln R - 1/n \cdot \ln x_1 x_2 \dots x_n)$$

k und R wurden derart ermittelt, daß diese Gleichung jeweils für zwei verschiedene Beobachtungsbrunnen aufgestellt wurden; aus den zwei Gleichungen lassen sich dann k und R berechnen. Diese Rechnung wurde für eine größere Anzahl Messungen durchgeführt. Es ergaben sich für k und R etwas voneinander abweichende Werte, aus denen folgende Mittelwerte berechnet wurden:

$$k = 0,0011$$

$$\ln R = 6,9$$

$$R = \text{rd. } 1000 \text{ m.}$$

Die Übereinstimmung mit den für die Planung der Anlage gemachten theoretischen Voraussetzungen ist demnach recht befriedigend.

Im Schutze dieser Grundwasserabsenkungsanlage konnten dann die Bauarbeiten ohne Schwierigkeiten beendet werden.

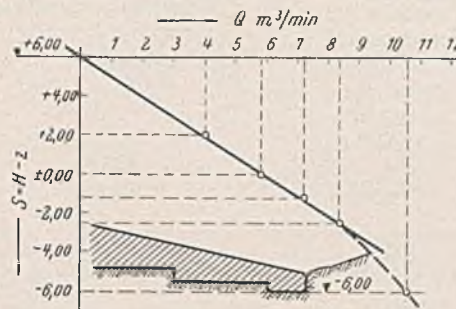


Abb. 12.

Diagramm für die fünf Absenkstufen.

Bei der vorliegend geschilderten Grundwasserabsenkung handelt es sich um einen in der Tiefbaupraxis seltenen Fall, der besonderes Interesse verdient wegen der großen zu bewältigenden Wassermengen — die größte Wassermenge betrug rd. $10,5 \text{ m}^3/\text{min}$, die während der Ausführung des Bauwerks insgesamt gepumpte Wassermenge rd. 1 Mill. m^3 —, wegen des hohen artesischen Druckes des Grundwassers sowie der tiefen Lage des Bohrplanums, die ein Sonderverfahren für die Ausführung einer Vorentspannung und eine Durchführung der Absenkung in mehreren Phasen notwendig machte.

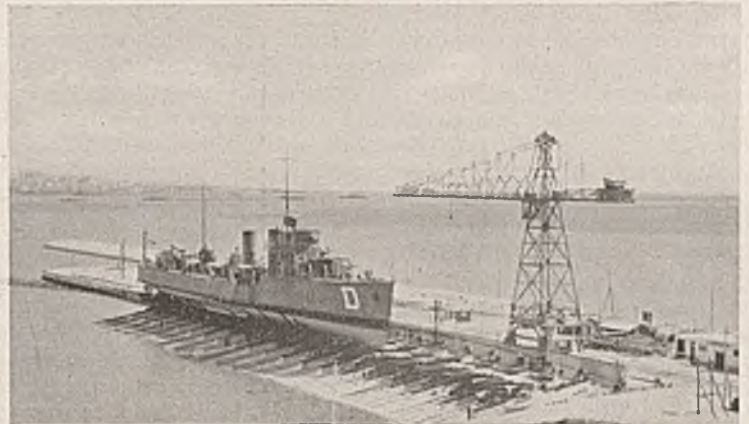


Abb. 13. Der Querhelling in Betrieb.

Auf die Verlegung der Aufschleppgleise folgte der Abbau der Pumpstationen und der Saugleitungen. Die Brunnen, die nun wieder als artesische Brunnen funktionierten, verblieben im Boden und wurden umgestaltet zu Vertikaldrainagen, die nach Fertigstellung und Überflutung des Querhellings den artesischen Druck des Grundwassers unter der Tonschicht so niedrig halten, daß auch bei NNW des Tejo eine Gefahr für das Bauwerk nicht auftreten kann.

Der Querhelling wurde im Herbst 1937 von der portugiesischen Marine in Betrieb genommen. Abb. 13 zeigt einen der ersten Aufschleppversuche.

Alle Rechte vorbehalten.

Das große Trockendock „König Georg V.“ im Hafen von Southampton

Ist nach einem Bericht in Dock Harbour 1938, Nr. 214, S. 290, 365,75 m lang; die lichte Weite beträgt 41,4 m, die lichte Höhe 18,6 m und der Wasserstand über den Kielblöcken bei HW 16,2 m (Abb. 1). Die Seitenwände mit einer Neigung von 4:1 sind an der Sohle 9,1 m, an der Krone 3 m dick. An der Sohle sind beim Übergang in die Docksohle sechs treppenartige Stufen vorgesehen. Im Mittelteil sind beiderseits bis zur Höhe 85,50 zwei 174 m lange Vorsprünge angeordnet, die zum Abstützen dienen können. Weitere Abstützmöglichkeiten sind nicht vorgesehen. Die Schiffe sollen frei auf der in der Mitte angeordneten Reihe von Kielblöcken und den beiden Stützenreihen von Stapelklötzen ruhen. Außerdem sind aus jeder Seitenwand nur vier Stützpfeiler vorgesehen, die im oberen Teile mit englischer Ruster verkleidet sind und verhindern sollen, daß etwaige Bilgekiele der Schiffe die Seitenwände und die Stützvorsprünge beschädigen können. In jeder Dockseitenwand sind je drei Durchlässe angeordnet, von denen der eine mit 1,22 m Durchm. der Entwässerung der Sohle dient. Die Kopfwand ist an der Sohle 7,32, an der Krone 2,74 m dick. Der Boden des Docks ist in der Mitte 7,62 m dick und nimmt nach Art eines Gewölbe-

zu erhalten, durften die Baggerarbeiten zum Entfernen des Grundes erst ausgeführt werden, wenn weitere Teile des Dockbodens hergestellt werden sollten, um so eine gute Stütze für den Bau der Übergänge zu erhalten. Die seitlichen Stützkonsolen wurden später errichtet. Das

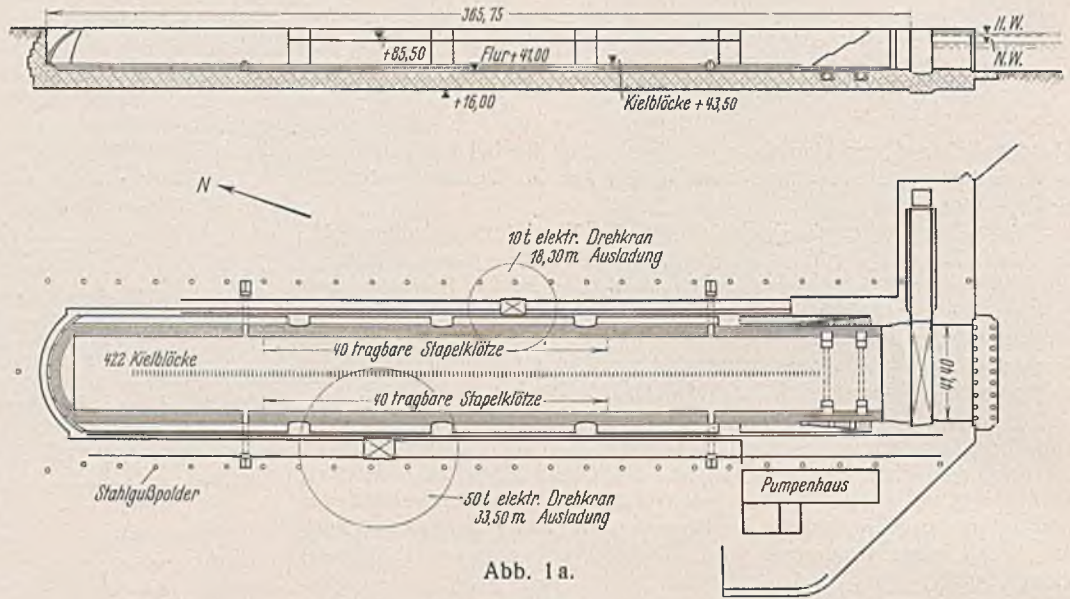


Abb. 1a.

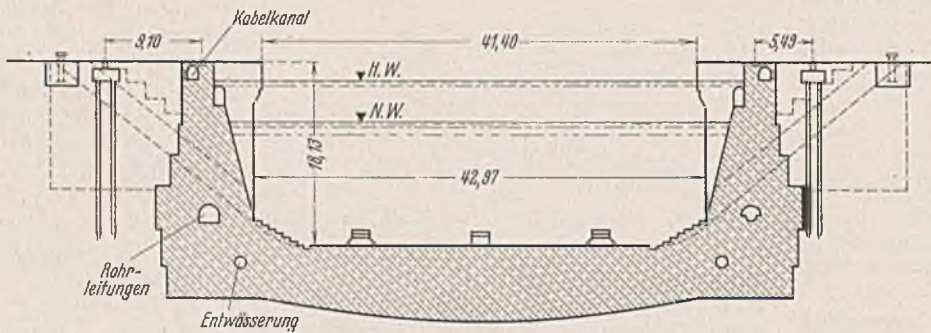


Abb. 1b.

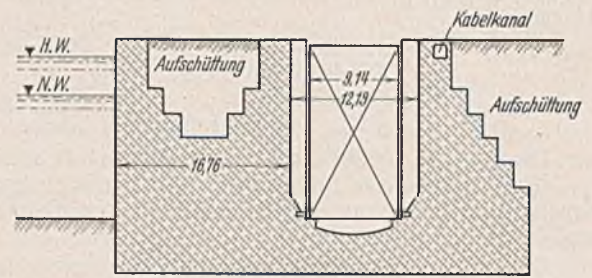


Abb. 1c.

bogens nach den Seiten hin auf eine Dicke von 6,1 m ab. Das Gefälle nach den Seiten beträgt 12,7 cm. Das Dock wurde in offener Baugrube gebaut. Im Norden begrenzte der natürliche Boden die Baugrube, während im Osten ein besonderer Damm aufgeschüttet wurde. Zu diesem Zweck wurde in entsprechender Breite der Schlamm ausgebaggert und die so erhaltene Rinne mit Schotter und Kalk gefüllt und der Damm dann von einer Holzschüttbrücke aus Eisenbahnwagen aufgeschüttet. In ähnlicher Weise wurde ein Damm von Millbrook Point aus hergestellt, dessen seeseitige Hälfte mit Faschinen und Steinen bedeckt wurde. Am Treffpunkte der beiden Dämme wurde eine 30,5 m breite Schleuse vorgesehen, die aus Stahlpundwänden mit Flügelmauern gebaut wurde. Die Schleustore wurden bei NW eingesetzt und beiderseits Kies hinterfüllt. Danach wurde der eingeschlossene Raum ausgepumpt.

Um bei Flut das Durchsickern von Wasser zu verhindern, wurde am Ufer entlang eine Spundwand geschlagen. An dieser Spundwand wurden Probebohrungen niedergebracht, und es wurde dafür gesorgt, daß die Spundwand überall durch den Kiesuntergrund bis 1,5 m in die darunterliegende Schicht aus sandigem Lehm reichte. Zunächst sickerten täglich sehr große Wassermengen durch. Nach wenigen Tagen waren es rd. 32 m³/min, und nach weiteren zehn Wochen blieben es bis zum Ende nur noch 8 m³/min. Während des Baues der Dämme der Baugrube entfernte ein Saugbagger den Schlamm. Er wurde dann durch die Lücke, in der die Schleuse angeordnet wurde, entfernt. Der ausgebaggerte Schlamm wurde auf die hohe See gebracht. Danach wurde die Kies-schicht ausgebaggert und der gewonnene brauchbare Kies für den Bau des Docks gelagert. Sobald als möglich wurden die Baugruben für den Schleuseneingang und das Schiebetor bzw. dessen Kammer ausgehoben. Die Seitenwände wurden in holzverkleideten Baugruben errichtet und der Grund zwischen den Wänden mit deren Wachsen durch Bagger entfernt. Die treppenförmigen Verbreiterungen der Sohlen der Seitenwände verlaufen senkrecht zur Stichlinie des gewölbten Dockbodens. Dieser wurde in drei breiten Streifen über die ganze Breite in ununterbrochenem Gang hergestellt, um waagerechte Verbindungsstellen zu vermeiden. Um den treppenförmigen Übergang von Sohle zu Seitenwand möglichst tragfähig

Betonieren der Seitenwände wurde bei Erreichen von Höhe 60,00 unterbrochen, um dem Dockflur Zeit zum Abbinden zu lassen und gleichzeitig den Ausgleich etwaiger Senkungen durch Übertragung des Drucks über die Widerlager im Flur zu ermöglichen. Die Hauptmenge des Betons hatte ein Mischungsverhältnis von 1:6. Nur eine 30 cm dicke Schicht

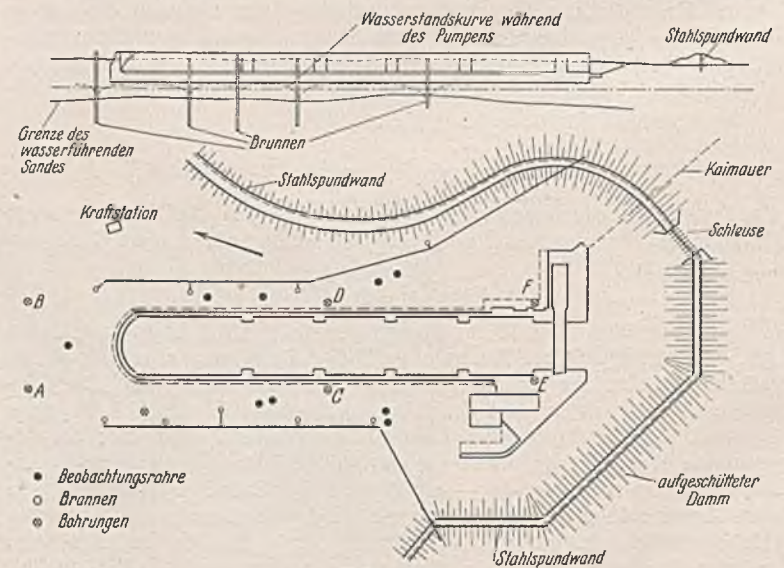


Abb. 2.

an der Außenseite wurde aus Beton 1:4 hergestellt. Beide Mischungen wurden immer gleichzeitig eingebracht, um senkrechte Verbindungsstellen zu vermeiden. Die Wasserseite der Dockwände wurde mit Granitsteinen verkleidet. In den Wänden waren entsprechende Ausnehmungen freigelassen, in die Eiseneinlagen eingebracht waren, um eine einwandfreie

Verbindung zwischen dem die Granitsteine aufnehmenden Beton und den Betonwänden zu sichern. Das Deckwerk der Durchlässe in den Wänden besteht aus Gußeisenschalungen, deren zwei Hälften durch Schraubenbolzen verbunden wurden. Die Probebohrungen (A—F, Abb. 2) zeigten, daß an zwei Stellen (A und B) nicht die erwarteten Untergrundverhältnisse vorhanden waren, sondern in einer Tiefe von 1 m eine wasserführende Sandschicht lag. Das Wasser stieg im Bohrrohr bis zur Höhe 110,00. Weitere Bohrungen ergaben, daß sich diese Zone über fast $\frac{2}{3}$ der Länge erstreckte. Um den zu erwartenden Wasserdruck zu vermindern, wurden daher auf beiden Seiten je fünf Brunnen gebohrt. Die Bohrrohre haben 610 mm Durchm., in sie wurden die Saugrohre mit 355 mm Durchm. eingebracht. Deren unteres Ende ist auf eine Länge von 9 m durchbrochen und mit einem feinen Kupfersieb verkleidet. Der Zwischenraum zwischen den Rohren wurde mit feinem Kies ausgefüllt und der obere Teil mit Lehm verschlossen. Um den Erfolg der Pumpenarbeit zu überwachen,

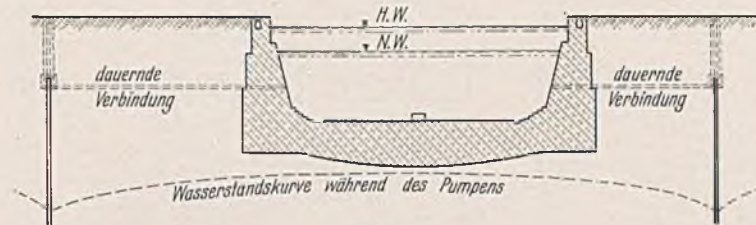


Abb. 3.

wurden zehn Beobachtungsrohre niedergebracht (Abb. 2), die ähnlich wie die Saugrohre durchbrochen und mit Sieben versehen waren. Abb. 3 zeigt den beobachteten Wasserstand. Um jeden unerwünschten Wasserdruck vom Bauwerk fernzuhalten, wurden schließlich die Saugrohre bei Höhe 60,00 abgeschnitten und dort waagrecht, die Dockmauern durchsetzende Rohre angeschlossen (Abb. 3). Der Abschluß des Docks wird durch ein aus einem Senkkasten bestehendes, 42,6 m langes und 9 m breites Schiebtor gebildet, das in eine besondere Kammer seitlich eintreten kann und beiderseits mit Stahl verkleidet ist. Die Laufrinne des Tors ist beiderseits mit einem wasserdichten Abschluß versehen. An den beiden Seitenwänden sind Sicherheitsabschlüsse vorgesehen, die verwendet werden, wenn zwecks Erneuerungsarbeiten auch das Tor und

seine Kammer freigelegt werden müssen. Das Tor gleitet auf abgeschliffenen, in den Beton eingelassenen Granitplatten. Auch die Schwellen und Leibungen der wasserdichten Abschlüsse sind aus Granit hergestellt und dann mit Karborundum abgeschliffen. Acht Treppen führen zum Dockboden, zwei am Kopf, je eine neben dem Eingang und je eine neben den vier Gleitbahnen, die durch die Dockwände führen.

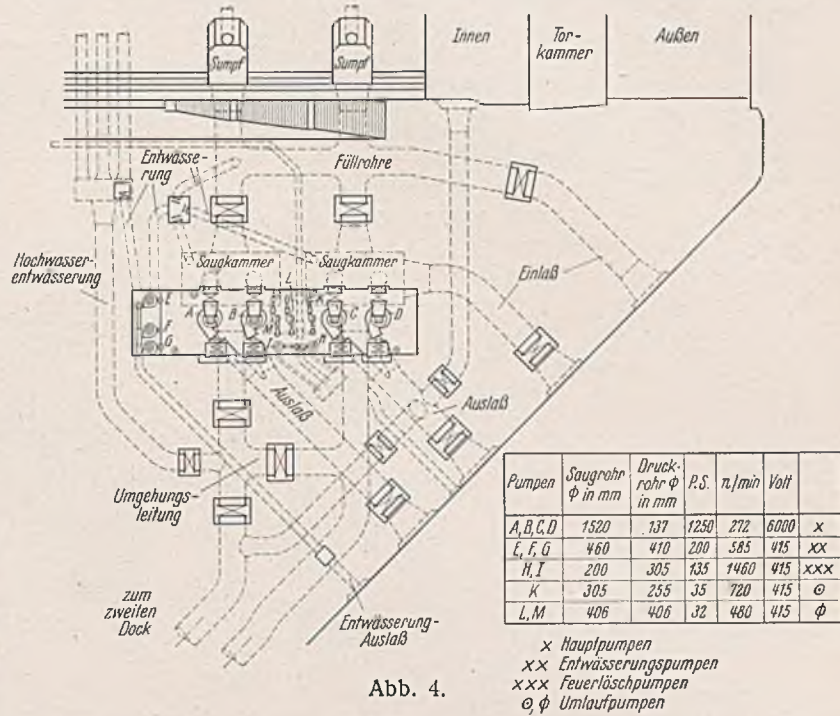


Abb. 4.

Die Pumpenanlage liegt neben dem Dock und genügt, um gleichzeitig ein später zur errichtendes zweites Dock daneben bedienen zu können. Die Anlage ist aus Abb. 4 ersichtlich. Die zwei Durchlässe zum Füllen haben 3 m Durchm.

Vermischtes.

Eine Sondertagung für Schweißtechnik¹⁾ findet Freitag, dem 11. November 1938, in Hannover, Technische Hochschule, Welfengarten 1, Hauptgebäude, Hörsaal 151, ab 9⁰⁰ Uhr statt. Es werden folgende Vorträge gehalten: Prof. Dr.-Ing. E. vom Ende VDI, München: „Schweißtechnische Probleme im Kranbau“; Direktor bei der Reichsbahn Dr.-Ing. O. Blunk VDI, Berlin: „Der Einfluß der Schweißtechnik auf die Formgebung im Stahlbau“; Prof. Dr.-Ing. habil. A. Matting VDI, Hannover: „Vergleich zwischen Röntgenaufnahmen und mechanisch ermittelten Versuchsergebnissen“; Oberingenieur F. Rosenberg VDI, Berlin: „Die elektrische Widerstandsschweißung im Bauwesen“; Prof. Dr.-Ing. G. Bierett VDI, Berlin-Dahlem: „Festigkeitsfragen beim Schweißen im Stahlbau“; Dipl.-Ing. R. Schneider, Frankfurt/Main-Griesheim: „Die Dauerfestigkeit von Brennschnittkanten und ihre Bewährung im Betriebe“. Aussprache nach jedem Vortrage.

Am Sonnabend, dem 12. November, 11 Uhr, werden auf der Hochschultagung für Verfahrenstechnik in Hannover, Großer Hörsaal des anorganischen und chemischen Instituts, Callinstraße, sprechen: Prof. Dr. R. Hase VDI, Hannover, Dr. Dohse VDI, Dortmund, und Dr. S. Kießkalt VDI, Höchst.

Der Ausschuß für industrielles Rechnungswesen (AFIR) des Vereines deutscher Ingenieure im NSBDT. beginnt seinen 6. Einführungskursus

¹⁾ Veranstaltet vom Amt für Technik der NSDAP. und der Gauverwaltung des NSBDT., Gau Süd-Hannover-Braunschweig, der Deutschen Gesellschaft für Elektroschweißung E. V., dem Fachausschuß für Schweißtechnik des VDI., dem Hannoverschen Bezirksverein DI., der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft, dem Institut für Werkstoffkunde, Metallographie und Schweißtechnik der T. H. Hannover, dem Verband für autogene Metallbearbeitung E. V. und dem Verband deutscher Elektrotechniker E. V., Bezirk Niedersachsen.

über die Grundlagen des industriellen Rechnungswesens am Mittwoch, dem 2. November 1938, 18 bis 20 Uhr, im Großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Straße 27. Der Kursus umfaßt sechs Doppelstunden.

Vortragender Dr.-Ing. Hermann Funke VDI, Berlin. Teilnehmergebühr einschließlich der als Kursusunterlage dienenden AFIR-Mappe 1 18 RM. Nähere Auskunft erteilt die AFIR-Geschäftsstelle, Fernruf 110 035, Hausanschluß 200.

Der Hafen von Malmö wird nach einem Bericht in Dock Harbour 1938, Nr. 210 (April), S. 157 ff., erheblich ausgebaut; die Arbeiten sind teilweise schon im Gange. Wie Abb. 1 zeigt, erreicht man die einzelnen Hafenbecken: Haupthafen, Freihafen und Industriefafen auf drei miteinander

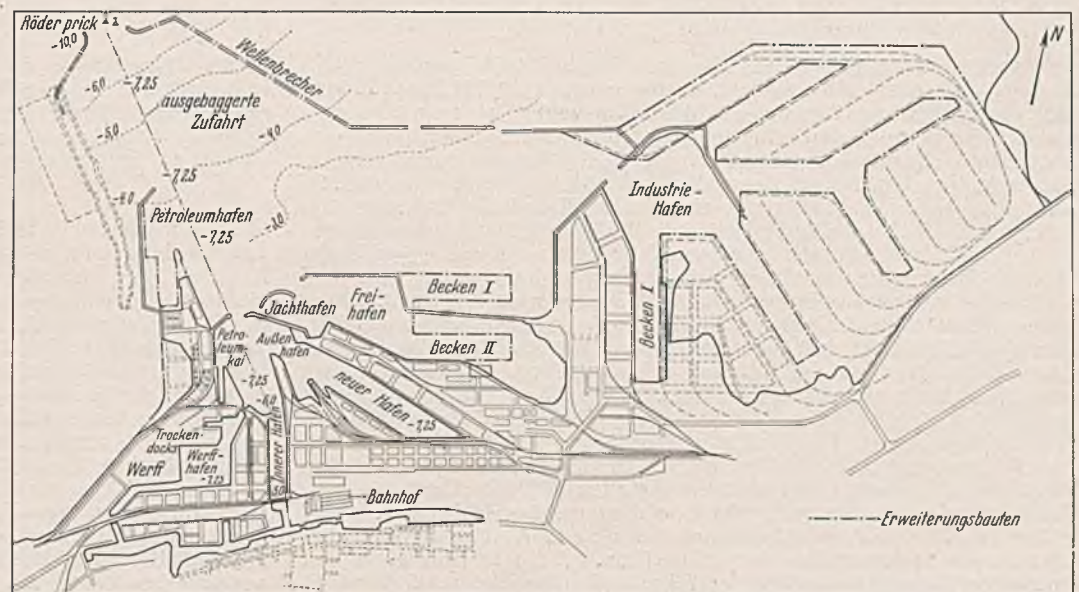


Abb. 1.

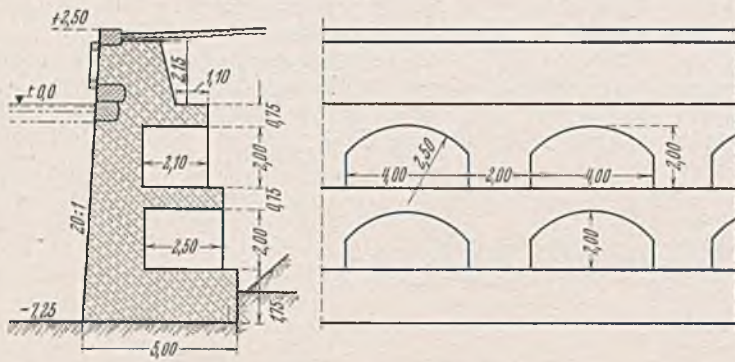


Abb. 2. Kai-mauer des Außenhafens.

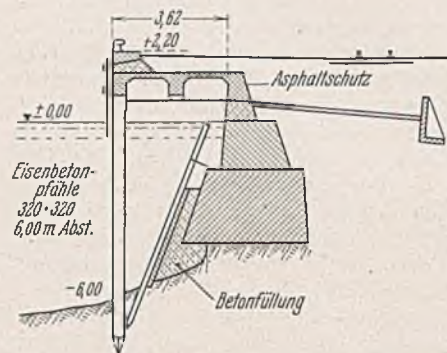


Abb. 3. Kai-mauer des Inneren Hafens.

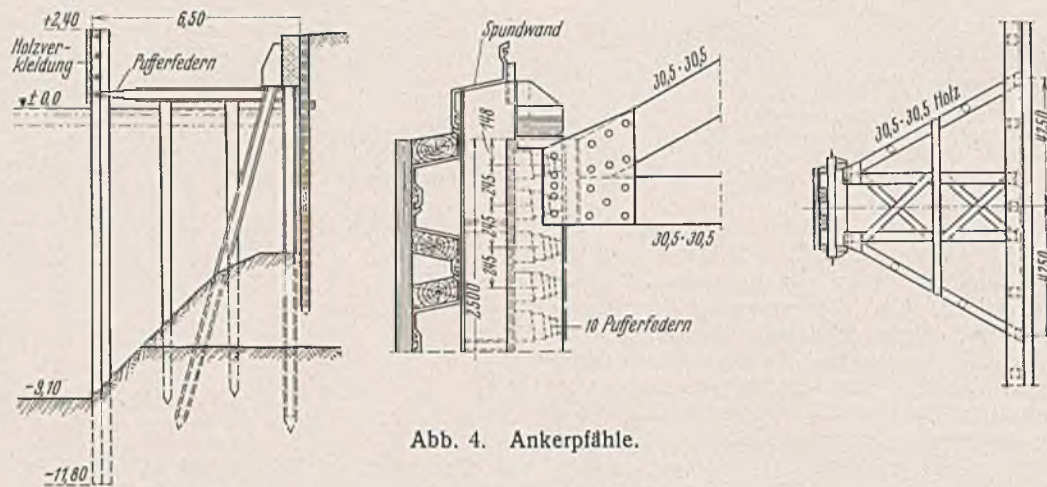


Abb. 4. Ankerpfähle.

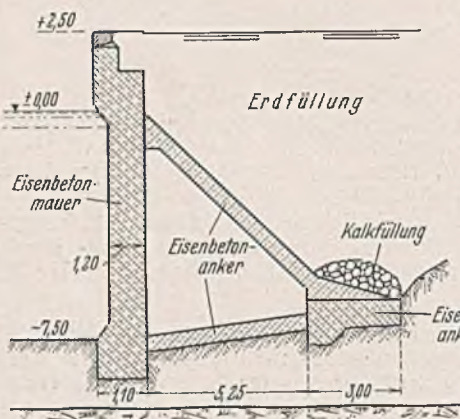


Abb. 5. Kai-mauer des Industriehafens.

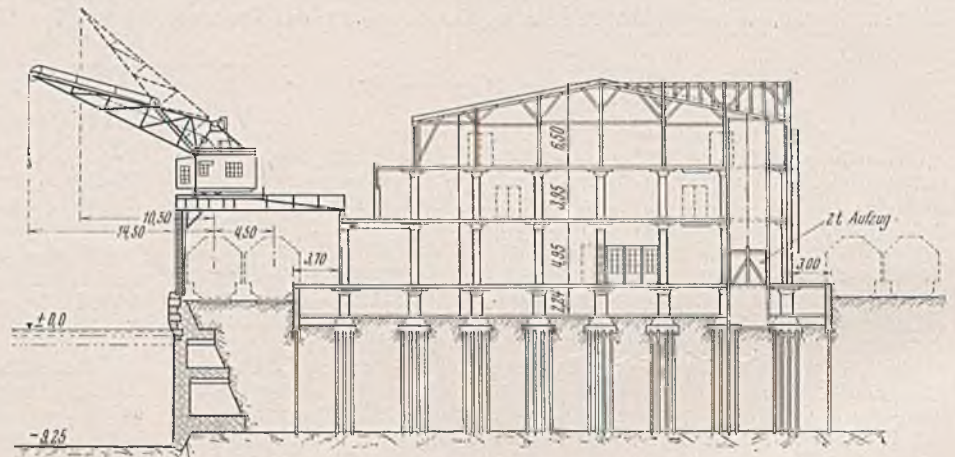


Abb. 6. Freihafen.

sich vereinigenden Fahrinnen, die bei „Röder Prick“, der selbsttätig arbeitenden Leucht- und Heulboje, beginnen und 1520, 1615 bzw. 2740 m lang sowie 7, 9 bzw. 7 m tief und 80, 60 bzw. 60 m breit sind. Bis zu dieser Boje sollen später die beiden nordwestlich und südöstlich verlaufenden Wellenbrecher geführt werden. Dem Haupthafen vorgelagert ist der Außenhafen, dessen Kai-mauern in Beton ausgeführt sind (Abb. 2). An den Außenhafen schließt sich einmal der „Neue Hafen“, dessen eine Seite als Kohlenlager dient, mit 100 m Breite und 7 m Wassertiefe an. Ferner der „Innere Hafen“ mit 5 m Wassertiefe, der mit einer Reihe kleinerer Hafenbecken der alten Hafenanlagen verbunden ist. Ein Teil dieses Hafens dient der Butterausfuhr. Der zugehörige Kai ist rd. 200 m lang und besteht aus Stahlspundwänden. Die Wassertiefe beträgt hier 7 m. Der übrige Teil dient dem Fahrgastverkehr. Die Kais bestehen hier aus Eisenbeton. Die Kai-decke ruht auf einer Reihe von Eisenbetonpfählen von 32/32 cm Querschnitt in 6 m Abstand (Abb. 3). Schließlich ist an den Außenhafen auch noch der Werfthafen angeschlossen, der ebenfalls 7 m Wassertiefe aufweist. Hier sind zwei Trockendocks für Schiffe von 62 und 160 m Länge errichtet. An den einen Teil des Außenhafens bildenden Petroleumkai schließt sich außerhalb des alten Wellenbrechers der neue Petroleumhafen an, der noch durch ein besonderes Hafenbecken vergrößert werden soll. Im Petroleumhafen sind in Abständen von 215 m voneinander 11 Ankerpfähle vorhanden (Abb. 4), die in Holz ausgeführt sind. Die Wassertiefe beträgt hier 7,3 m und soll später auf 9 m erhöht werden. Vom Industriehafen besteht bis jetzt nur das Becken I, doch ist eine sehr bedeutende Erweiterung vorgesehen. Die Kais von bis jetzt

1100 m Gesamtlänge sind in Eisenbeton ausgeführt (Abb. 5). Im Freihafen, der auch noch nicht voll ausgebaut ist, sind die Kais mit zur Zeit 680 m Gesamtlänge, ähnlich wie die im Industriehafen, in Eisenbeton ausgeführt. In diesem Jahr wurde ein neues Lagerhaus errichtet (Abb. 6), so daß zur Zeit hier im ganzen 27 370 m² Lagerfläche vorhanden sind. Schm.

Ein neuer Hafen in Lyon wurde nach einem Bericht in Gén. Civ. 1938 vom 28. Juli, S. 74, nötig, da der bisher vorhandene 1926 erbaute Hafen Rambaud dem Bedarf nicht mehr genügte. Der neue Hafen „Edouard Herriot“ liegt auf dem linken Ufer der Rhône stromabwärts kurz hinter der Einmündung der Saône im südlichen Stadtteil von Lyon in der Industrievorstadt Saint-Fons (Abb. 1). Die gesamte zur Verfügung stehende Fläche beträgt 150 ha. Der Hafen soll nach seiner Fertigstellung drei Hafenbecken umfassen, und zwar einen Petroleumhafen mit einem 535 m langen und 70 m breiten Becken, das Becken I mit 80 m Breite und im ganzen 890 m Länge, wovon zunächst nur 400 m ausgeführt werden, und das später zu bauende Becken II mit 1000 m Länge. Die Wassertiefe soll überall 2,5 m betragen (Abb. 2). Der Zugang zum Hafen besteht aus einem kurzen Kanalstück, das, um Versandungen zu vermeiden, im Scheitel einer konkaven Stromkrümmung nahezu tangential zur Strömungsrichtung mündet. Die günstigste Form des Kanalanschlusses wurde durch Modellversuche bestimmt. Am Zugang des Kanals ist stromab ein Landungssteg vorgesehen, der aus schweren hölzernen Dalben besteht, deren Köpfe mit Eisenbeton verkleidet sind. An den kurzen Zugangskanal

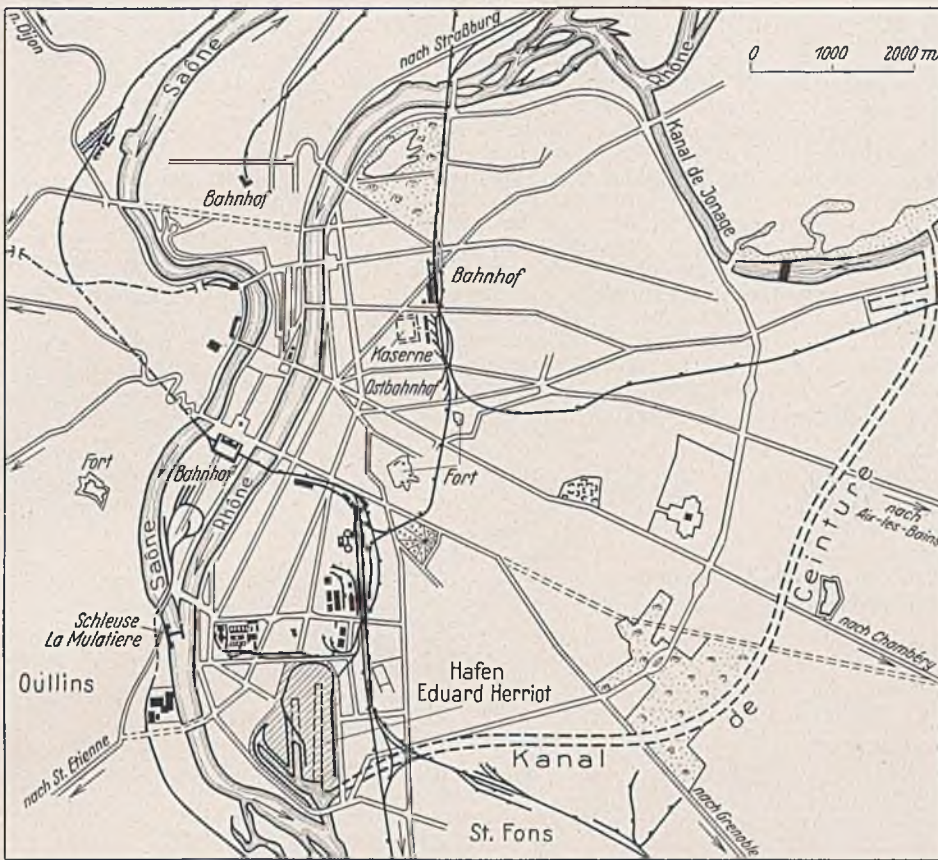


Abb. 1. Lageplan.

schließt sich ein dem Hafenbecken vorgelagertes Wendebassin an. — Der Hafen selbst soll durch Fahrstraßen mit mindestens 30 m breiten Fahrbahnen mit dem Netz der Stadt-, Staats- und Autostraßen verbunden werden und ein ausgedehntes Schienennetz in Normalspur sowie einen eigenen Verschlepbahnhof erhalten. Die Anlage soll so ausgeführt werden, daß ganze Eisenbahnzüge be- und entladen werden können. Der neue Hafen ist hauptsächlich als Industrie-

hafen gedacht, und es sollen im ganzen 112 ha der anzuleidenden Industrie zur Verfügung gestellt werden, deren Werke, Lagerräume usw. durch eigene Anschlußgleise mit dem Hafenschienennetz verbunden werden. Der Wasserstand im Hafen schwankt zwischen 156,0 und 162,9 über NN. Um die erforderlichen 2,5 m Wassertiefe zu erhalten, werden daher die Hafenbecken bis zum Punkte 153,5 ausgebaggert. Ein Teil der Hafenbecken erhält senkrechte Kaimauern, ein anderer Teil Böschungen mit einer Eisenbetondecke (Abb. 3). Unterhalb des Punktes 157,0 bleibt die Böschung unverkleidet mit einer Neigung von 2 : 1. Dort wird eine Spundwand aus nichtrostendem Stahl 3 m tief geschlagen, die als Stütze für den unteren Teil der Eisenbetonverkleidung dient, der 40 cm dick ist, eine Neigung von 5 : 4 hat und bis zum Punkte 160,25

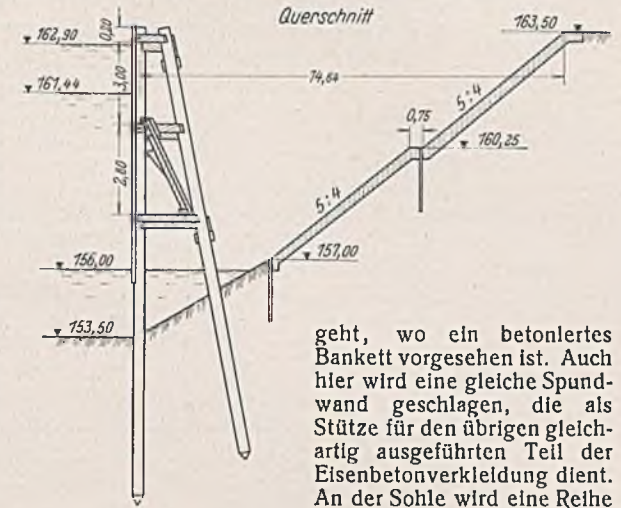


Abb. 3.

geht, wo ein betoniertes Bankett vorgesehen ist. Auch hier wird eine gleiche Spundwand geschlagen, die als Stütze für den übrigen gleichartig ausgeführten Teil der Eisenbetonverkleidung dient. An der Sohle wird eine Reihe von Dalben gebaut, deren jede aus drei schweren Vierkantstützen von etwa 35 cm Kantenlänge besteht, die ungefähr 6 m tief eingerammt werden. Der Baugrund ist

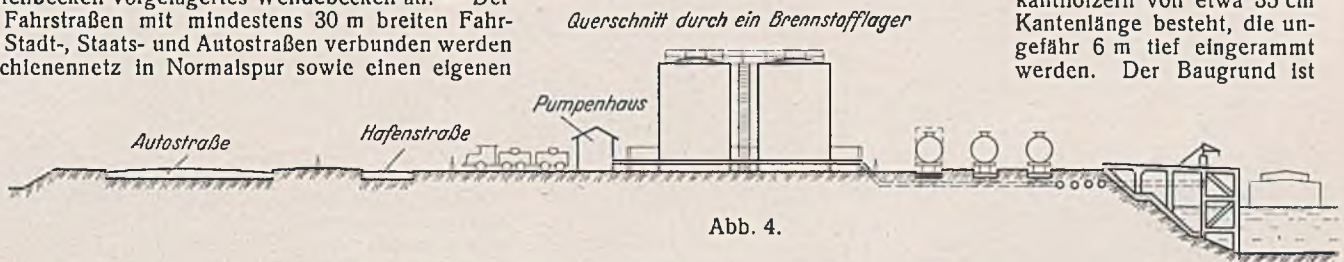
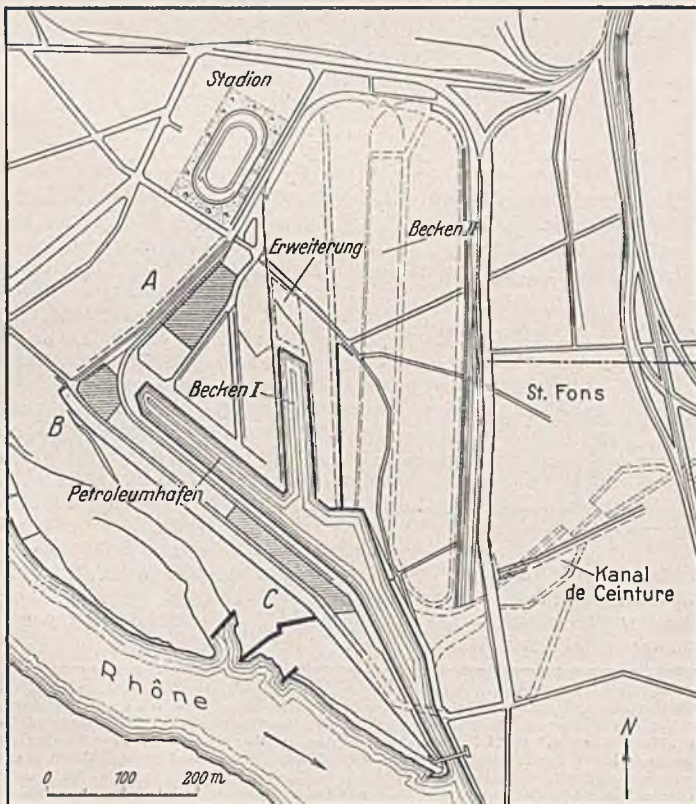


Abb. 4.



A, B, C Brennstofflager

Lageplan

--- geplante Erweiterungen

Abb. 2.

ausgezeichnet; er besteht bis zu großer Tiefe aus Sand und Kies. Der Aushub wird zur Einneigung verwendet. Wegen des Grundwassers wurden die Hafenbecken nach Aushub durch Eimer- und Löffelbagger durch zwei Saugbagger auf die gewünschte Tiefe ausgebaggert. Im ganzen werden 1,1 Mill. m³ bewegt. Die Hafenstraßen werden von 9 m hohen, in Abständen von 40 m stehenden Kandelabern erleuchtet. Die Lampen werden mit 24 V betrieben. Der Strom aus dem mit 400 V gespeisten Licht- und Kraftnetz wird über einzelne Transformatoren jeweils entspannt, um die Brandgefahr zu vermindern. Die Kais werden von fahrbaren Leuchtanlagen, die jeweils an den Arbeitsplatz gefahren werden, erleuchtet. Gebrauchswasser wird durch ein Rohrnetz mit 300 mm weiten Hauptrohren zugeführt. An dieses Netz werden auch die ortsfesten Feuerlöschanlagen des Petroleumhafens angeschlossen. Dieser Hafen erhält eine eigene Entwässerungsanlage, die die Abwässer unmittelbar in die Rhône leitet. Die Hauptabwasserkanäle sind 1,8 m hoch und 1 m breit, in gerütteltem Eisenbeton ausgeführt und liegen mindestens 1 m unter Flur. Für die Bewehrung wird ein Eisendrahtgewebe verwendet, dessen quadratische Maschen 87 mm lichte Kantenlänge haben. Die Kettendrähte sind 4 mm, die Schußdrähte 6 mm dick. Die Herstellung geschieht an Ort und Stelle in besonderen Metallschalungen, die auf einer Schüttelvorrichtung angeordnet sind. — Im Petroleumhafen schließen sich (Abb. 4) an einen von Kaivorderkante 5 m breiten Weg zunächst drei parallele Schienenstränge an. Daneben liegen die Vorratsbehälter, die in einem abgeschlossenen Räume angeordnet sind, neben dem ein besonderer, ebenfalls abgeschlossener Raum zur Aufnahme der Bedienungsstände, Meßvorrichtungen, Förderpumpen usw. liegt. Nahe daneben verlaufen parallel je eine Verbindungsstraße und eine Autostraße. Aus Sicherheitsgründen sind die Brennstofflager in drei voneinander getrennte Teile (A, B, C, Abb. 2) gelegt. Jedes Lager umfaßt eine Gesamtmenge von 16 000 m³, sei es in Fässern, Tanks oder sonstigen Behältern, und ist wieder unterteilt in leichter und schwerer brennbare Brennstoffe. Jeder Tank muß in einem besonderen, von den anderen Tanks durch Erdwälle oder Mauern geschützten Raum errichtet werden. Zwischen den Lagern B und C und in der Nähe vom Lager A wird je ein Eisenbetonunterstand für die Bedienungsmannschaft gebaut. Diese sind rechteckig, 3 m hoch mit 6,5 × 3,2 m Grundfläche und gas- und bombensicher errichtet. Sechs Fenster von 0,4 × 0,6 m mit gas- und splittersicheren Verschlüssen sind vorgesehen. Jeder Raum enthält einen Waschraum und einen Abort.

Ferner sind Behälter für Medikamente und Chemikalien zur Entgasung des Hafengeländes vorhanden. Zwei schmale Zugänge mit je einer gasdichten Schutztür führen zu je einer vorgelagerten Gasschleuse. Die Decke besteht aus einem einheitlichen 1,4 m dicken Eisenbetonklotz. Jedes Brennstofflager ist mit ortsfesten Schaumlöschanlagen ausgerüstet, ferner sind besondere fahrbare Spritzen mit Schaumerzeugern vorgesehen, und schließlich wird der eigens für den Hafenbetrieb gebaute Schlepper gleichzeitig als Feuerlöschboot ausgebildet. An das Wendebassin des neuen Hafens soll sich später über eine Schleusenanlage ein den Schiffsfahrtsring um die Stadt schließender Kanal (canal de ceinture) anschließen, der die Verbindung mit Genf und Mitteleuropa herstellen soll. Schm.

Die Erweiterungsbauten im Hafen von Gothenburg bestehen nach einem Bericht in Dock Harbour, Auth. 1938, Nr. 208 (Februar), S. 95 ff., neben Vergrößerungen des Hafenbahnnetzes und kleineren Bauten im Fischereihafen, dem Freihafen und einigen anderen Hafenbecken in erster Linie in der Vergrößerung und Erweiterung des Stigberg- und des Gullberg-Kais sowie des Lindholmen- und des Rya-Hafens. Der Stigberg-Kai ist um 205 m auf eine Gesamtlänge von 477 m verlängert und gleichzeitig verbreitert worden (Abb. 1 u. 2). Die Kaidecke ist in Eisenbeton ausgeführt und ruht einerseits auf den alten Kaimauern, andererseits auf

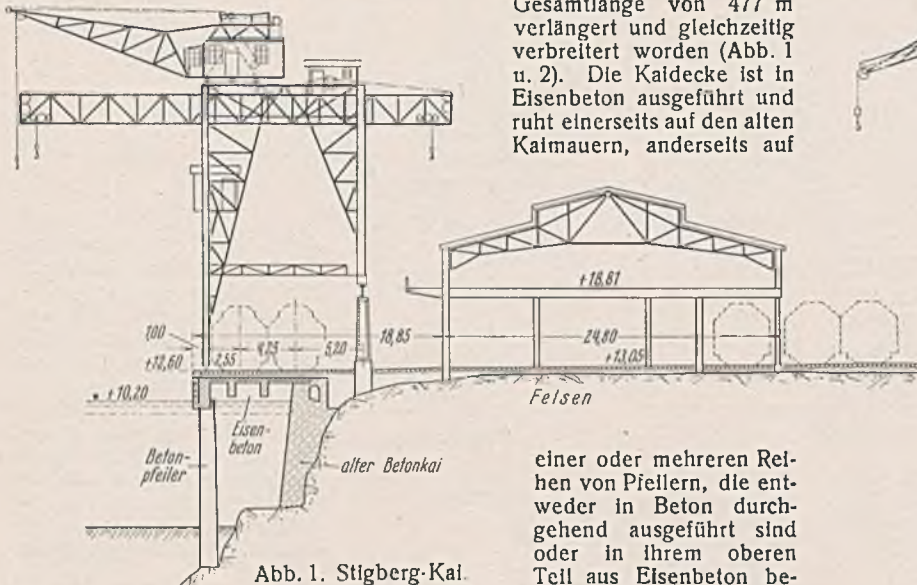


Abb. 1. Stigberg-Kai.

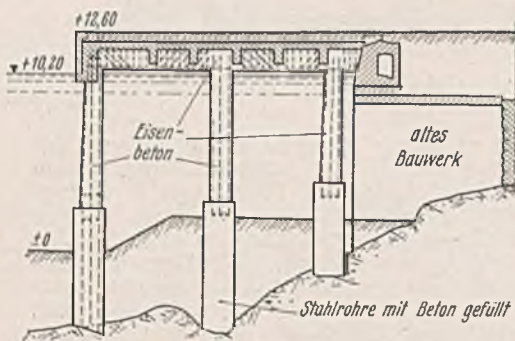


Abb. 2. Stigberg-Kai.

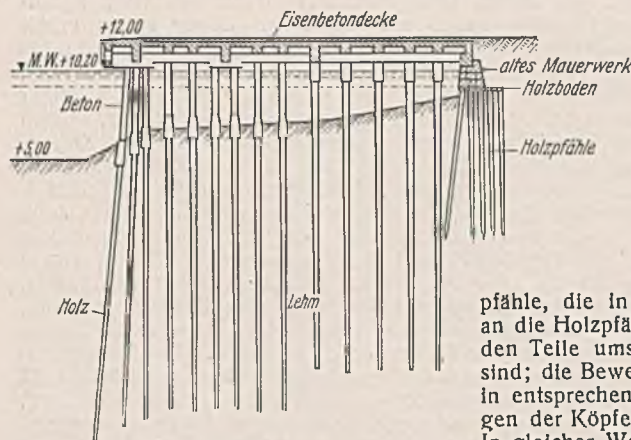


Abb. 3. Gullberg-Kai.

balkengerüst der Kaidecke ausgeführt (Abb. 3 u. 4). Der Rya-Hafen ist als Ölhafen ausgebaut worden. Er umfaßt zwei Kais von je 165 m Länge und eine Wassertiefe von 9 m. Die Wassertiefe nach dem Lande zu beträgt 4 m. Dort sind kleinere Kaimauern in Beton errichtet. Die Öltanks sind hoch auf Felsen gebaut, so daß der gesamte Ölumlaufl vom Tank aus vom

natürlichen Gefälle bewirkt wird. Die Kais sind in leichter Holzbauweise ausgeführt und ruhen auf Holzpfählen. Alle tragenden Pfähle sind genagelt, und zwar sind rd. 4000 30 mm lange Nägel je m² eingeschlagen. In die Kais sind in Abständen von 25 bis 40 m rd. 80 t schwere Betonankerklötze eingebaut, die zum Festmachen der Schiffe dienen. Schließlich umfaßt der neue Lindholmen-Hafen zwei durch einen Kai getrennte Hafenbecken. Für das westliche Becken sind 5 m Wassertiefe vorgesehen, während das östliche 9 m haben soll. Die gesamte Kai-länge beträgt 660 m. Die Kai-

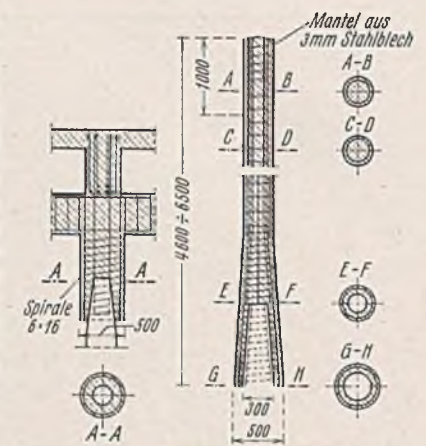


Abb. 4. Verbindungen zwischen den Pfählen und den Eisenbetonköpfen bzw. den Trägern der Kaidecke.

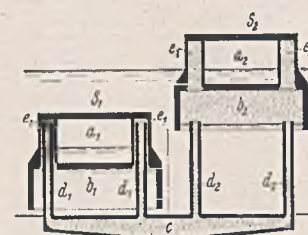
decke besteht auch hier aus Eisenbeton und ruht auf einem Rost von Holzpfählen. Wasserseitig schließt eine Stahlpundwand aus Hoesch-Bohlen (Abb. 5) den Kai ab.

Schm.

Abb. 5. Lindholmen-Hafen.

Patentschau.

Schwimmtrogsschleuse mit durch pendelnde Druckluft bewegten Schleusentrögen. (Kl. 84b, Nr. 630191 vom 27. 9. 1932 von Leopold Rothmund in Stuttgart.) Um eine wesentliche Vergrößerung der Förderhöhe zu erreichen, werden an



Tiefstlage (linker Tauchtrogl) hineinragen. Es ist nicht erforderlich, die luft-erfüllten Räume b₁ b₂ ebenso hoch zu machen wie die Hubhöhe. Die Höhe der Luftkammern b₁ b₂ bemißt sich hier ausschließlich nach dem Gesamtgewicht der Schleusentröge.

INHALT: Zur Betriebseröffnung des Mittellandkanals. — Mittellandkanal und Elbe. — Die Hebewerke Rothensee und Hohenwarte. — Der Hafen Odlingen. — Die Grundwasserabsenkung beim Bau des Querhellings im neuen portugiesischen Marinearsenal Alfalte. — Das große Trockendock „König Georg V.“ im Hafen von Southampton. — Vermischtes: Eine Sondertagung für Schweißtechnik. — Der Ausschub für industrielles Rechnungswesen (AFIR) des Vereines deutscher Ingenieure im NSBDT. — Der Hafen von Malmö. — Ein neuer Hafen in Lyon. — Die Erweiterungsbauten im Hafen von Gothenburg. — Patentschau.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Regierungsrot, Berlin-Friedenau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.