

DER BAUINGENIEUR

15. Jahrgang

8. Juni 1934

Heft 23/24

ÜBER DEN AUGENBLICKLICHEN STAND DER ARBEITEN FÜR DIE AUFSTELLUNG DER EISERNEN ÜBERBAUTEN DER EISENBAHN- UND STRASSENBRÜCKE ÜBER DEN KLEINEN BELT.

Von Dr.-Ing. e. h. Osw. Erlinghagen, Rheinhausen (Niederrhein).

Über die Bauarbeiten, insbesondere über die Gründung und den Aufbau der Pfeiler und Widerlager ist in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet worden¹.

Heute soll ein vorläufiger Bericht erstattet werden über den augenblicklichen Stand der Arbeiten für die Aufstellung der Stahlüberbauten. Die Arbeiten erfolgen durch eine Montagegemeinschaft, bei der die Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen-Ndrh. mit 66% und die Firma Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen, mit 34% beteiligt ist. Die Führung und Aufstellung der Zeichnungen und Berechnungen für die Montage liegen in den Händen der Firma Krupp. Für die vorbereitenden Arbeiten im Technischen Büro der Friedrich-Alfred-Hütte sind 7 Herren etwa 1½ Jahre lang beschäftigt gewesen. Um sich einen Begriff von den Unkosten, die mit der Aufstellung der Stahlüberbauten verbunden sind, zu machen, sei erwähnt, daß bis Ende vorigen Jahres für über 1 Mill. RM Werkzeuge, Geräte, maschinelle und elektrische Einrichtungen, Schleppdampfer, Schuten und Stahlhilfsgeräte zur Baustelle gesandt worden sind. Hierzu kommen noch die Kosten für die Herstellung der Landungsbrücke, Schuppen, Werkstätten und Bürogebäude am Ufer des Kleinen Beltes bei Middelfart.

Zu dem internationalen Wettbewerb, den die Dänischen Staatsbahnen zum 2. Oktober 1928 ausgeschrieben hatten, waren zahlreiche Vorschläge gemacht worden für die schwierige Aufstellung der Stahlüberbauten. Die Aufstellung von einer festen Rüstung aus war von vornherein ausgeschlossen, da die Wassertiefe bis zu 35 m beträgt. Dank dem Entgegenkommen der Generaldirektion der Dänischen Staatsbahnen können fünf der interessantesten Vorschläge für die Montage in den nachfolgenden Abb. 1—5 bekannt gegeben werden. Vorschlag 1 stammt von einem dänischen Konsortium, Vorschlag 2 von einer französischen Firmengruppe und Vorschlag 3 von der United States Steel Products Co., also von amerikanischer Seite. Abb. 4 u. 5 stellen deutsche Vorschläge dar, von denen der Vorschlag 5 bei den Vergebungsverhandlungen in engste Wahl kam. Der Vorschlag (s. Abb. 6) der Firmen Krupp-Eilers, die den Zuschlag erhielten, hielt sich an den Montageplan der Generaldirektion der Dänischen Staatsbahnen, jedoch mit der wesentlichen Vereinfachung, daß statt zwei großer Hilfskonsolen aus Stahlkonstruktion, die beiderseits jedes Pfeilers vorgesehen waren, nur eine Hilfskonsole für jeden Pfeiler vorgeschlagen wurde, um hierdurch eine klarere Kräfteübertragung und auch eine Verbilligung der Montage herbeizuführen. Der für die Ausführung genehmigte Montageplan ist in der Abb. 6

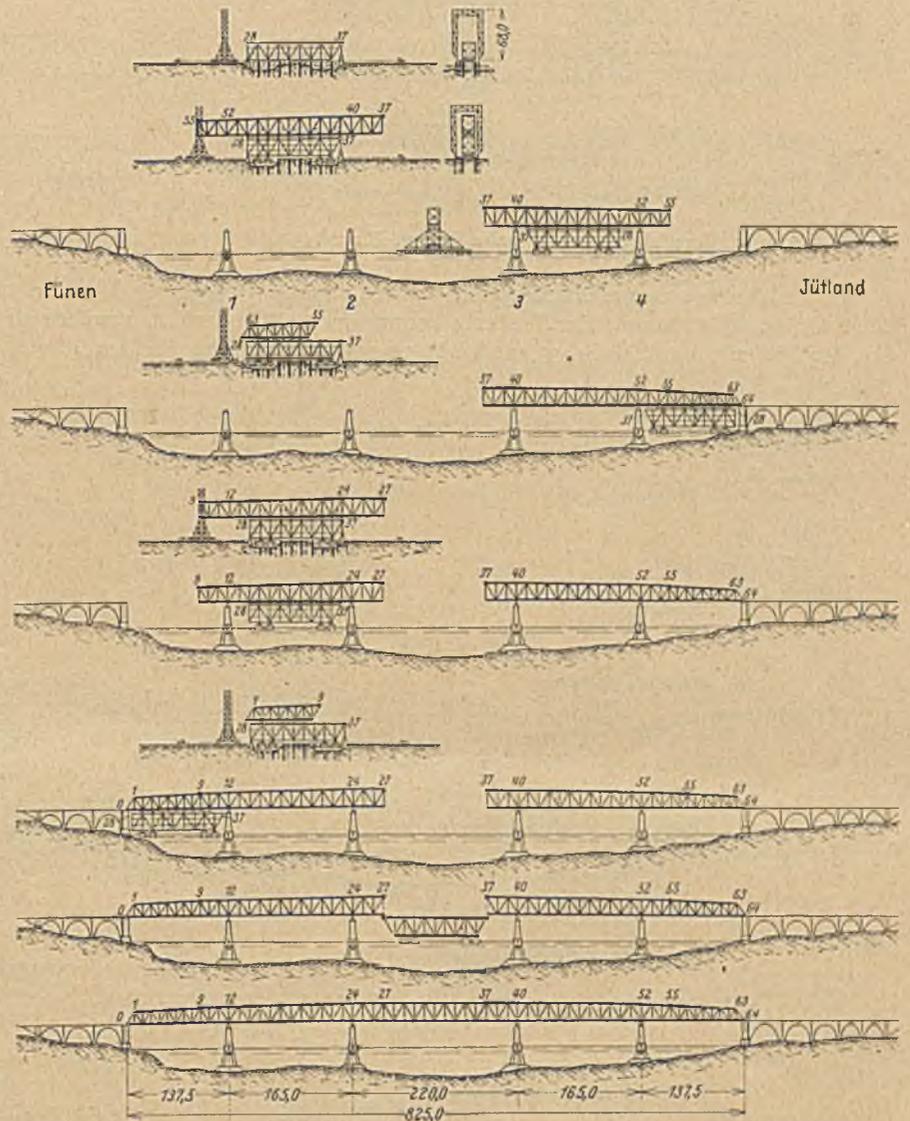


Abb. 1. Montagevorschlag eines dänischen Konsortiums.

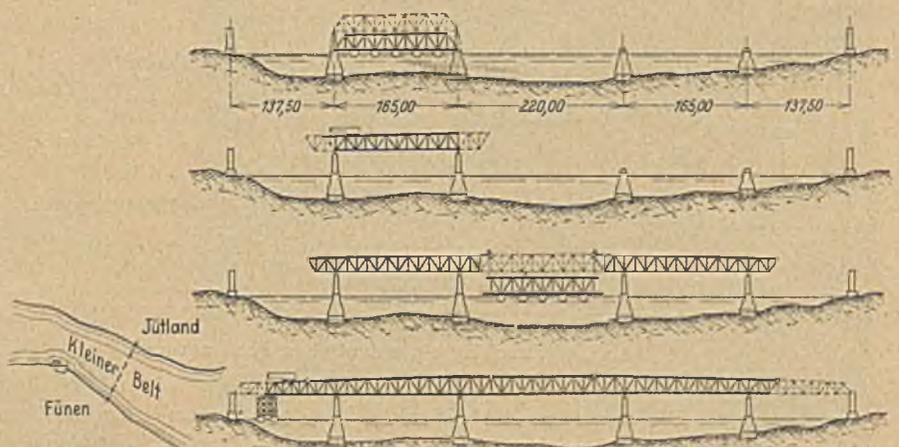


Abb. 2. Vorschlag einer französischen Firmengruppe.

¹ Vgl. Bauing. (1933) Hefte 35—38 u. 47—50.

schematisch dargestellt. Zuerst sollte die eine Hälfte der Brücke von Mitte Belt bis Landwiderlager Jütland und dann die andere Hälfte von Mitte Belt bis zum Widerlager der Fünen-Seite ausgeführt werden.

Lichtbild, Abb. 8, gibt einen Eindruck der großen Anlage am Beltufer.

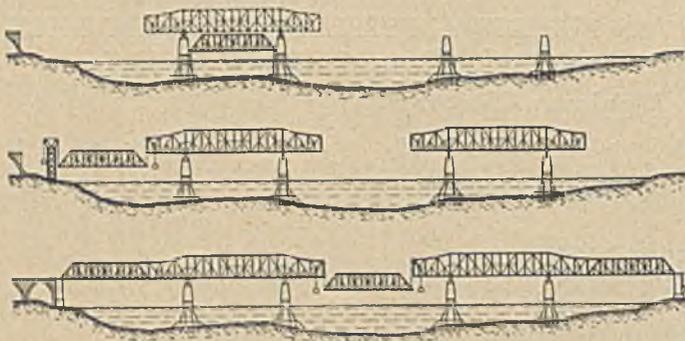


Abb. 3. Vorschlag einer amerikanischen Firma.

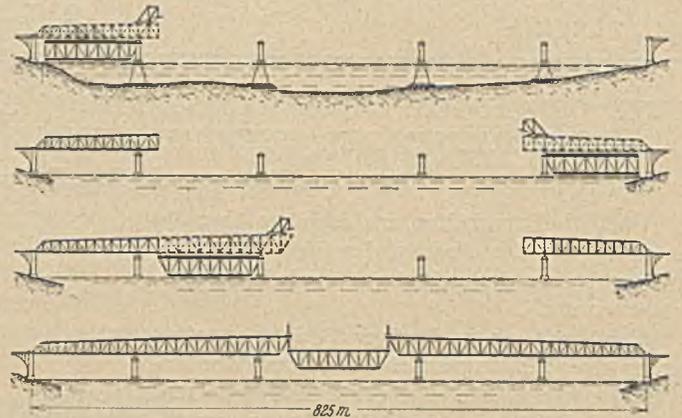


Abb. 4. Vorschlag einer deutschen Firma.

Mit der Montage konnte erst begonnen werden, nachdem zwei Pfeiler fertiggestellt waren. Der Pfeiler 4 konnte am 21. Januar 1933, der Pfeiler 3 am 8. Mai 1933 zur Verfügung gestellt werden.

Um eine planmäßige Durchführung der Aufstellungsarbeiten zu gewährleisten, wurden die Hauptträger in den Werkstätten der beiden Firmen vollständig zusammengelegt, und die Nietlöcher für die Baustellenanschlüsse und Stöße bis auf 1 mm aufgerieben. Auf Abb. 9 ist ein solches Stück Hauptträger, wie es in den Werkstätten der F. A. H. zusammgebaut wurde, dargestellt. Die Hauptträger wurden zusammgelegt nach einem bestimmten Überhöhungsnetz im spannungslosen Zustande (s. Abb. 10). Die Bauteile wurden im zerlegten Zustande bis zu einem Stückgewicht von 25 t per Schiff zur Baustelle versandt, und dort mit einem großen Derrick an der Landungsbrücke (s. Abb. 8) ausgeladen und auf einem großen Lagerplatz gelagert.

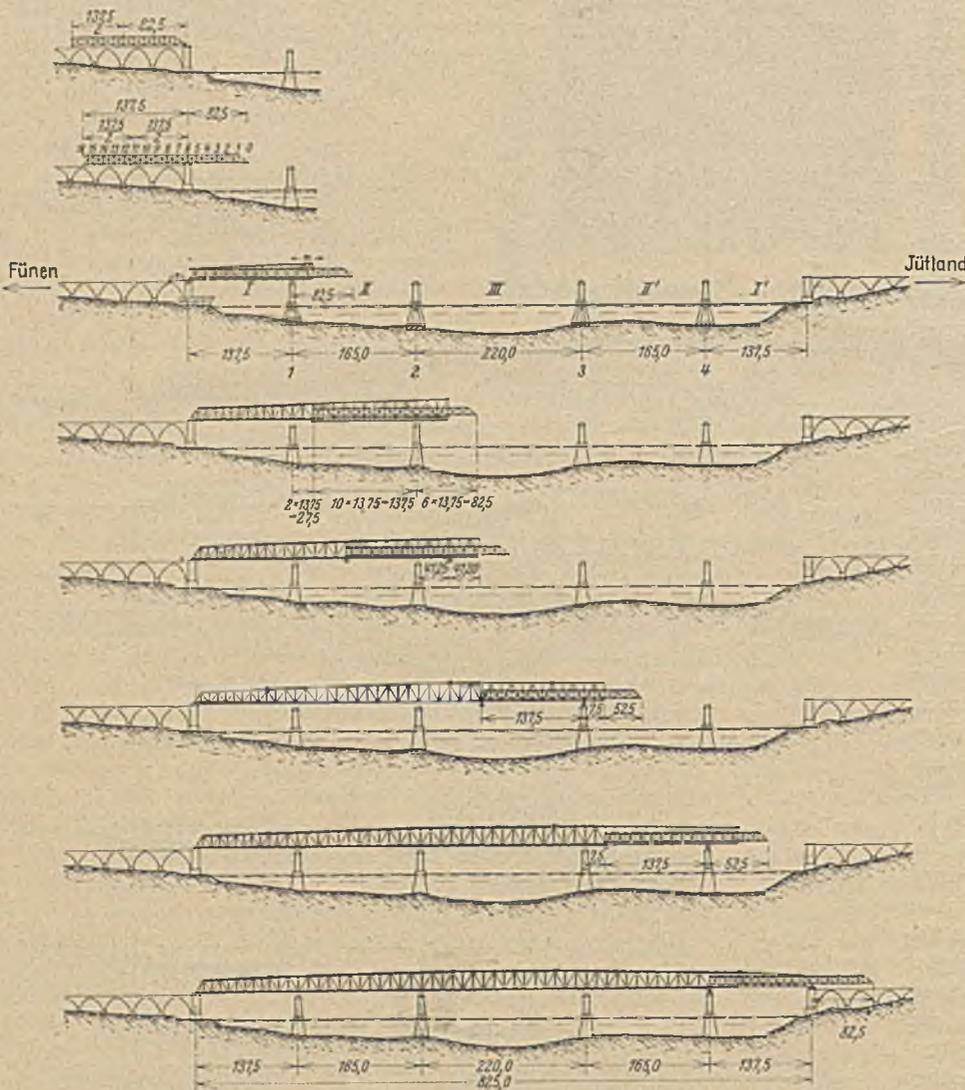


Abb. 5. Vorschlag einer deutschen Firmengruppe

Bis zum Beginn der eigentlichen Montage mußten die Bau- und Lagerplätze eingerichtet werden, wofür ein genügend großer Platz am Ufer auf der Fünenseite vorhanden war. Der Plan für die Einrichtung der Baustelle ist auf Abb. 7 dargestellt. Das

den Pfeilern aus möglichst gleichmäßig nach links und rechts der Vorbau des Überbaues erfolgen. Für jeden einzelnen Bauzustand, also nach Einbau jedes Feldes, wurden die theoretisch ermittelten Durchbiegungen mit den tatsächlich auftretenden ver-

Ende Januar 1933 wurde begonnen mit dem Einbau der Hilfskonsolen am Pfeiler 4, Anfang Mai 1933 mit den nämlichen Arbeiten am Pfeiler 3. Die Hilfskonsolen wurden verankert an schweren Stahlkonstruktionen, die am Kopf und über der Wasserlinie in den Pfeilern eingebaut waren (s. Abb. 11 u. 12).

Der schwierigste Teil der Einrichtungsarbeiten vor der eigentlichen Aufstellung der Überbauten war der Einbau der Konsolen und die Aufstellung der Montagekräne auf dem beschränkten Platz über den Pfeilern. Die einzelnen Bauzustände sind aus der schematischen Darstellung auf Abb. 13 und den Lichtbildern Abb. 14—17 ersichtlich. Die Pfeiler selbst werden natürlich stark auf Biegen beansprucht und sind von oben bis unten mit schweren Eiseneinlagen armiert, zur Aufnahme der Biegemomente. Nach diesen Arbeiten konnte mit der eigentlichen Aufstellung der eisernen Überbauten begonnen werden. Zur Vermeidung zu großer einseitiger Belastungen der Pfeiler mußte von

1. Mit Hilfe des Turmdrehkranes, welcher zur Betonierung des Pfeilers benutzt wurde, erfolgte die Montage des Schwenkkranes. Der Schwenkkran montiert die Stahlbauteile der Konsole.
2. Die Konsole ist fertig angebaut. Mit Hilfe eines Derrickkranes erfolgt die Montage des ersten Vorbaukranes. Mit dem ersten Vorbaukran wird der zweite Vorbaukran montiert und gleichzeitig das erste Brückenfeld errichtet.
3. Die beiden Vorbaukrane montieren die ersten Brückenfelder.
4. Die montierte Brückenkonstruktion wird mit der Konstruktion der Konsole verankert. Der Vorbau der weiteren Brückenfelder erfolgt derartig, daß die beiden Arme der Brücke ständig angenähert im Gleichgewicht sind.
5. Das Paßfeld in der 4. Öffnung wird eingebaut. Das Hilfsgerüst am Widerlager ist errichtet und die Montage der Brückenkonstruktion von dieser Seite aus aufgenommen.
6. Mit der Montage der Stahlkonstruktion der Brücke an Pfeiler 1 u. 2 ist begonnen. Das Paßfeld in der Öffnung 5 wird eingebaut.
7. Zum Schluß wird das Paßfeld in der Mittelöffnung eingebaut.

Allgemeines: Zum Schutz der Arbeiter, sowie zur Erleichterung der Aufstellung sind besondere fahrbare Gerüste angeordnet.

Die Stahlbauteile werden durch besondere Aufzüge unmittelbar aus den Schiffen auf die Brücke, und von hier aus zu den Verwendungsstellen befördert.

Zur Besteigung der Brücke während der Montage sind in den Konsolen besondere, ca. 35 m hohe Treppenhäuser eingebaut.

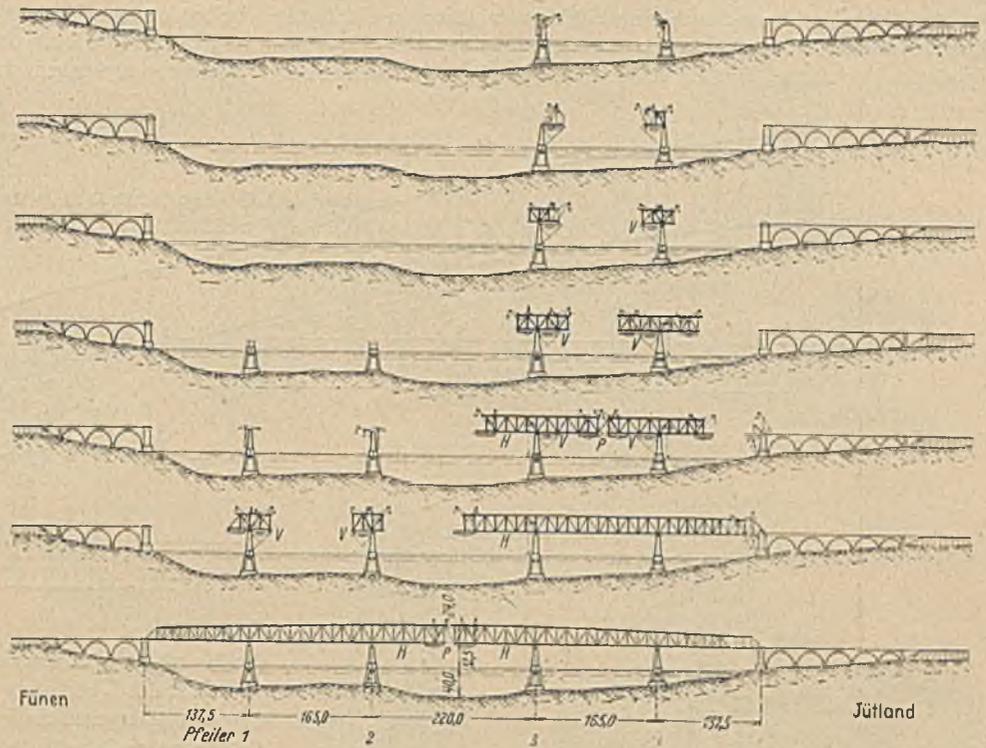


Abb. 6. Vorschlag Krupp-Eilers.

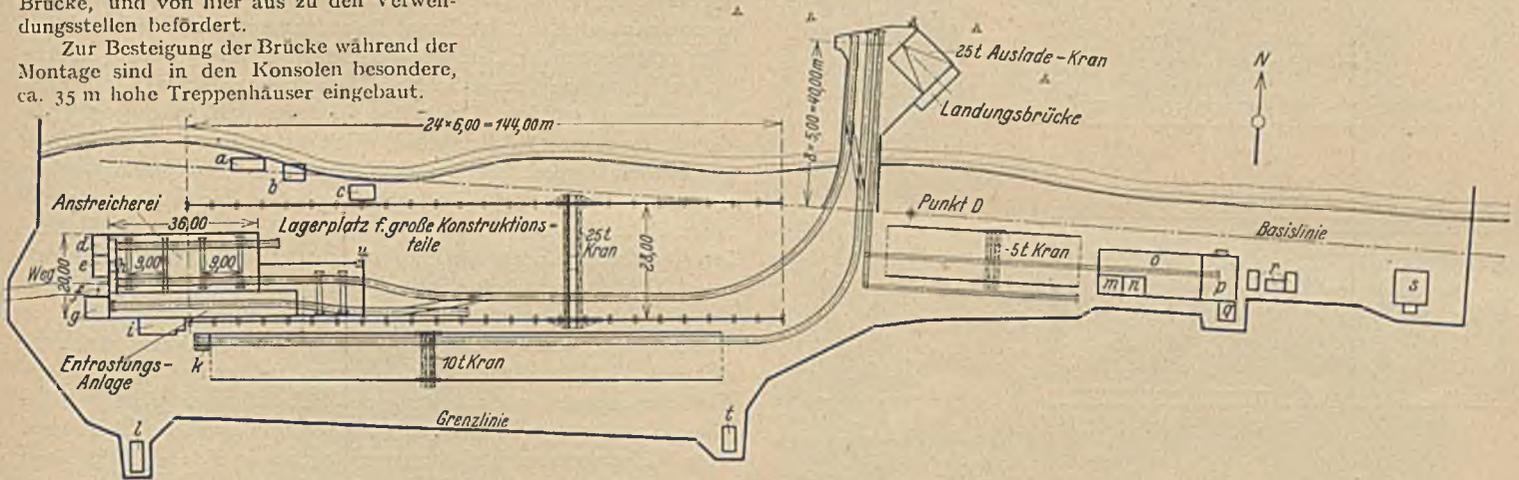


Abb. 7. Lager- und Bauplätze auf dem Fünenufer.

a: Mannschaftsbude u. Büro Maler Hansen, b: Härteofen, c: Kompressor, d: Magazin Maler Hansen, e: Zentralheizung, Kohlsn, f: verbrauchter Sand, Rampe, g: Sandtrockenofen, Sandsilo, h: Ofen, i: Kompressor Maler Hansen, k: Lokomotivschuppen, l: Mannschaftsbude Maler

Hansen, m: Elektr. Rep., n: Magazinverwalter, o: Magazin, p: Werkstatt, q: Schmiede, r: Mannschaftsbuden, s: Büro, t: Meisterbude, u: Radialbohrmaschine.

glichen. An den Konsolspitzen waren hydraulische Hub-Vorrichtungen vorgesehen, um die Lage des Überbaues in vertikaler Richtung zu justieren und die Auflagerdrücke an dieser Stelle zu kontrollieren. Selbstredend waren auch an diesen Stellen schwere vertikale Verankerungen des Überbaues an der Konsolenspitze vorgesehen. Auf den Pfeiler 3 ist das feste Auflage des Überbaues angeordnet, auf dem Pfeiler 4 das bewegliche. Letzteres wurde



Abb. 8. Lager- und Bauplatz.

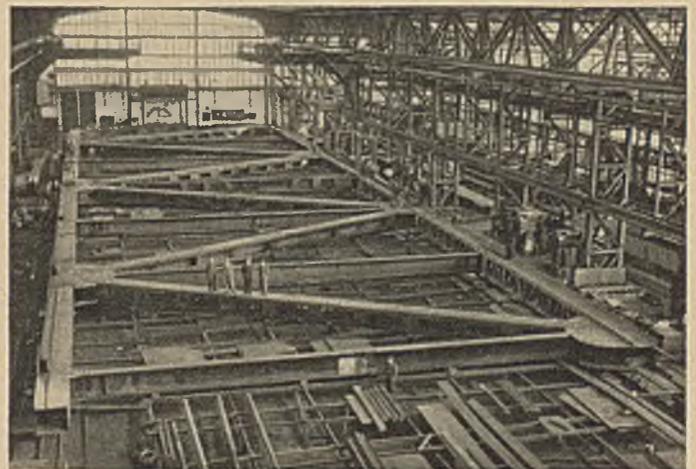


Abb. 9. Hauptträger in der Werkstatt.

während des Vorbaues durch eine Hilfskonstruktion in ein festes Lager verwandelt, welche nach Einbau des Paßfeldes 46—47 wieder gelöst wurde. Um ein sicheres und möglichst bequemes Ar-

beiten an den Vorbaustellen zu sichern, war unter der Fahrbahn an jedem freien Ende des Überbaues ein auf den Trägern des unteren Besichtigungswagens fahrbares Gerüst angeordnet, wie dieses aus

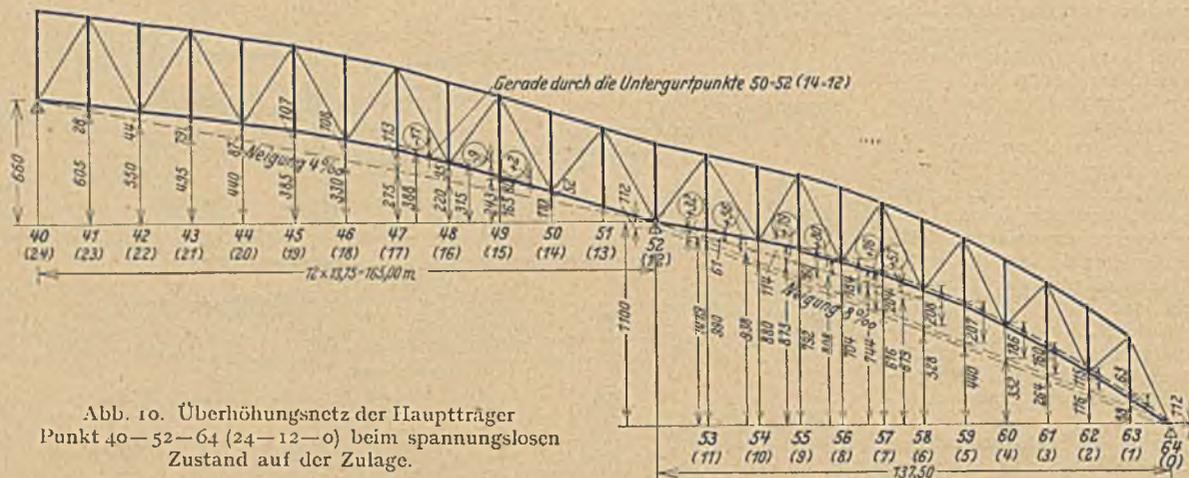


Abb. 10. Überhöhungsnetz der Hauptträger Punkt 40—52—64 (24—12—0) beim spannungslosen Zustand auf der Zulage.

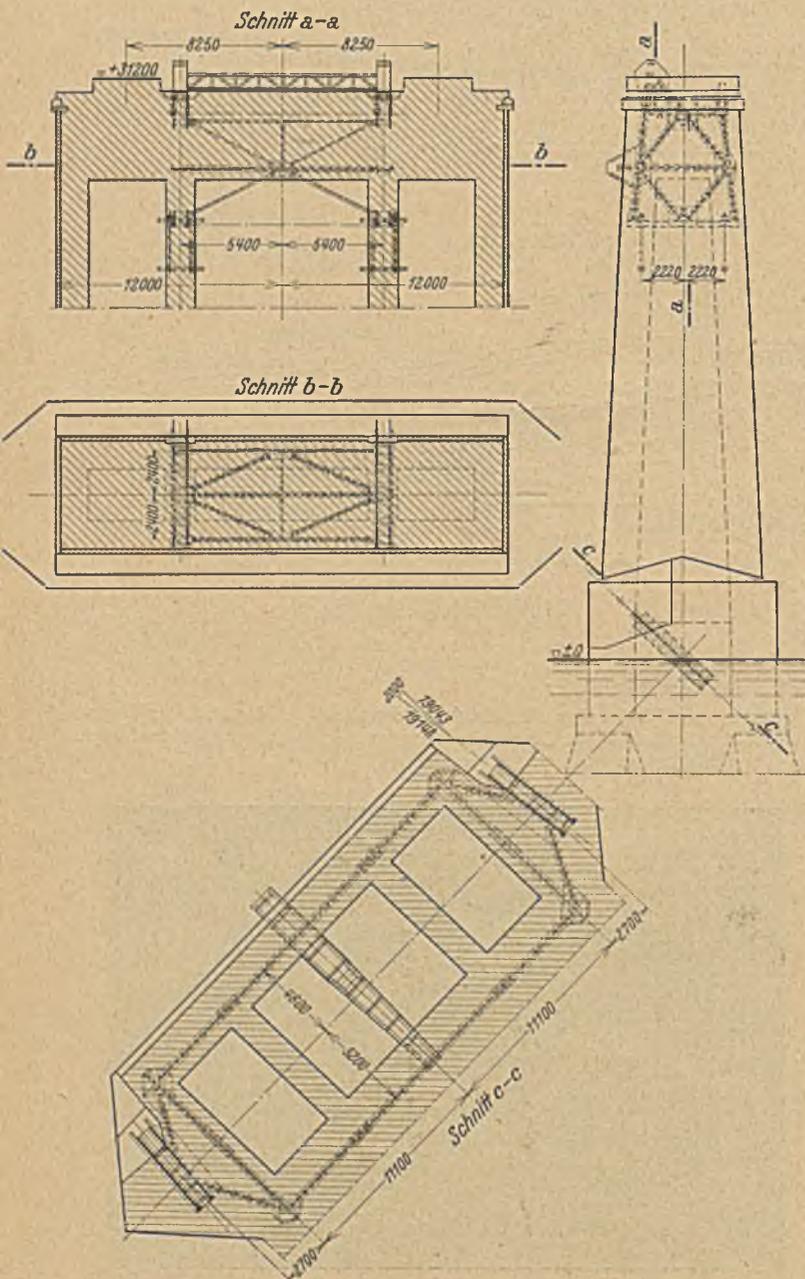


Abb. 11. Pfeiler mit eingebauter Stahlkonstruktion. Für die Verankerung der Hilfskonsole.

Abb. 18 u. 18 a erkenntlich ist. Der Bauzustand kurz vor dem Schluß des Überbaues zwischen den Pfeilern 3—4 ist auf Abb. 19 eingehend dargestellt. In Feld 46—47 waren Paßstücke derart vorgesehen, daß die Untergurt- und Obergurtstäbe und die Diagonalen, ferner die Windverbandstäbe 46—47 nur an einem Ende in den Werkstätten in der Heimat bearbeitet waren. Das andere Ende wurde nach den auf der Baustelle aufgenommenen Maßen in den Werkstätten auf der Baustelle vorgezeichnet und gebohrt. Hierzu waren besondere Vorzeichner und Werkzeugmaschinen zur Baustelle gesandt worden. Die in den Punkten 55 u. 37 angeordneten Gelenke mußten natürlich provisorisch durch schwere Stahllaschen geschlossen werden. Bei Punkt 37, Untergurt, wurden außerdem besondere Stahlgußteile eingebaut, zwischen denen die hydraulische Pressen untergebracht sind, die dazu dienen sollen, die Höhenlage der freien Enden der Hauptträger in der Mittelöffnung zwischen Pfeiler 2 u. 3 beim Schluß dieser Hauptträger zu justieren.

Die Abb. 20 zeigt den Bauzustand kurz vor dem Schluß des Feldes 46—47 am 10. März d. J. Aus diesem Bilde ist auch ersichtlich, daß an dem Widerlager zwei Felder auf einem festen Gerüst montiert werden, und zwar so tief, daß sie angebaut werden können an das vom Pfeiler 4 aus vorgekragte Ende des Überbaues. Vom Widerlager aus wird dann der Überbau in die endgültige Lage hochgedrückt und die Auflager untergebaut.

Auf den Abb. 21 u. 22 sind die Abweichungen der tatsächlich aufgetretenen waagerechten und lotrechten Durchbiegungen von den theoretisch ermittelten beim Einbau des Paßfeldes 46—47 Mitte Februar d. J. dargestellt. Es sei noch erwähnt, daß die Bauteile vor dem Einbau in besonderen Hallen (s. Abb. 23 u. 24) auf dem Lagerplatz am Beltufer durch Sandstrahlgebläse gereinigt

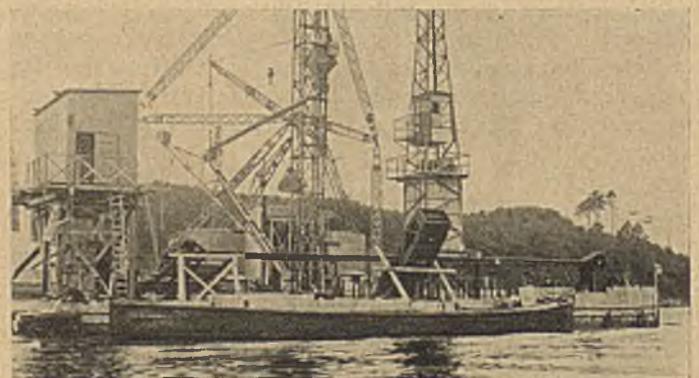


Abb. 12. Pfeiler mit eingebauter Stahlkonstruktion. Für die Verankerung der Hilfskonsole.

und dann mit einem zweimaligen Grundanstrich und einem einmaligen Deckanstrich versehen werden. Der letzte Deckanstrich

beträgt rd. 660 t. Hiervon wurden 280 t von einer dänischen Firma geliefert. Hierzu kommen noch etwa 200 t Abdeckungen zwischen

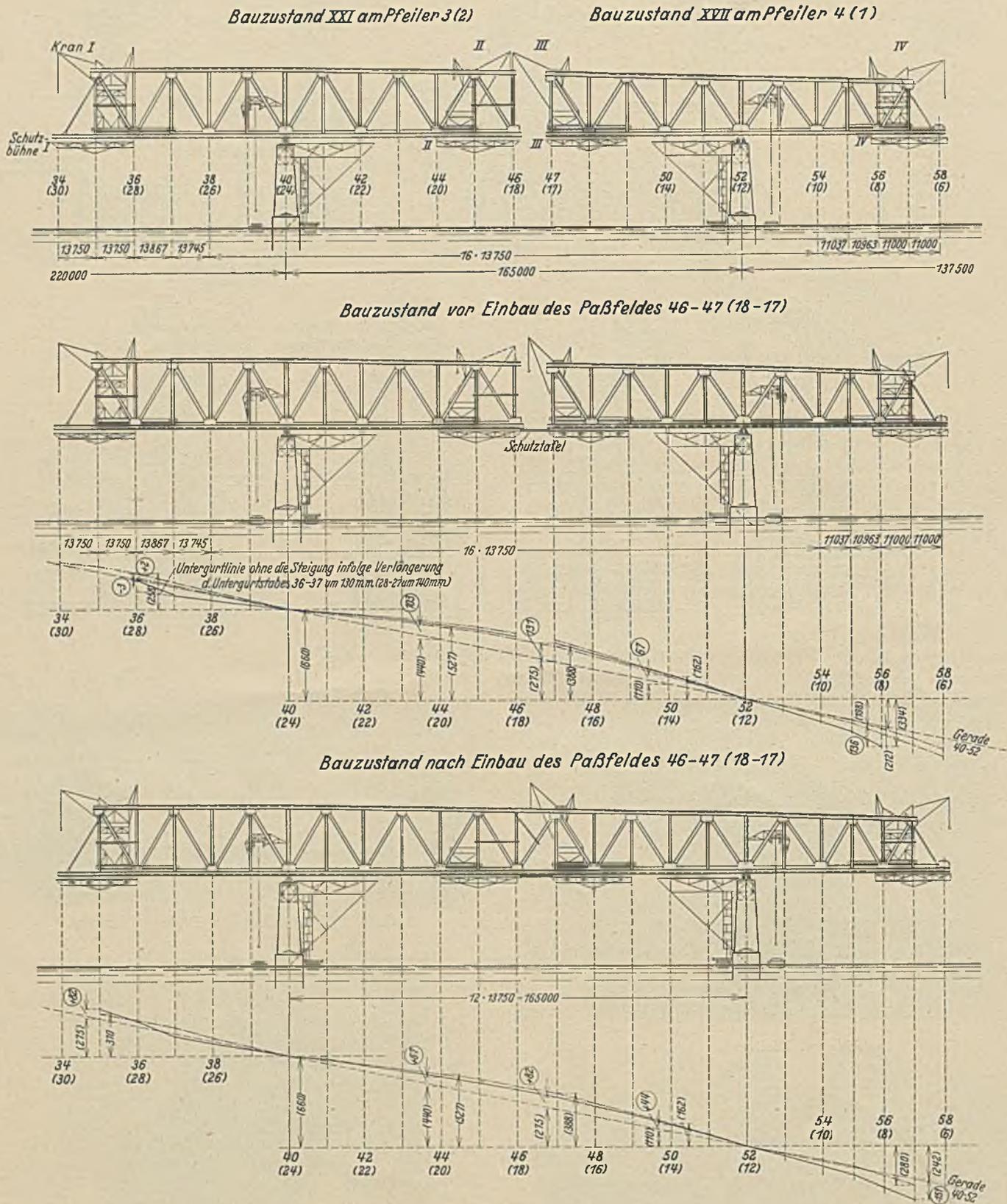


Abb. 19. Bauzustände bei dem Schließen des Überbaues der Öffnung 3-4.

soll nach vollendeter Aufstellung der Überbauten aufgebracht werden.

Das Gesamtgewicht des Überbaues beträgt rd. 13 500 t St. 54 (Krupp-Sonderstahl). Hiervon sind 3000 t in Dänemark selbst hergestellt. Das Gewicht der Stahlgußauflager und Gelenke

den Schienen und Schwellenbefestigungen aus St. 37, und etwa 130 t Geländer, ebenfalls aus St. 37. Diese werden in den Werkstätten der Montagegemeinschaft auf der Baustelle hergestellt. Z. Z. sind auf der Baustelle beschäftigt drei deutsche Ingenieure, vier dänische Ingenieure und Angestellte, 10 deutsche Richtmeister,

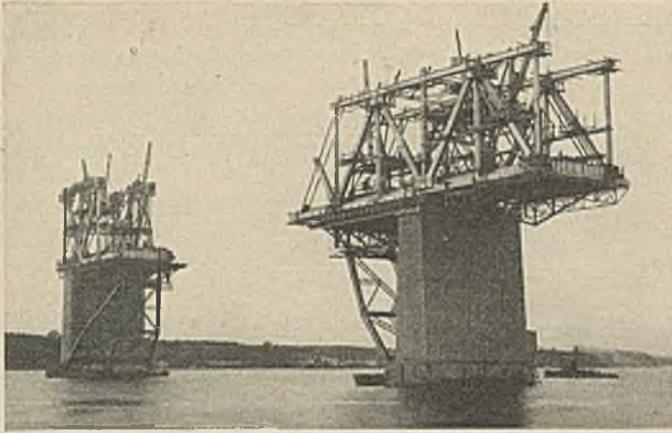


Abb. 18. Pfeiler 3 u. 4.

rd. 164 dänische Arbeiter. Hierzu kommen noch 20 dänische Arbeiter für die Reinigung und den Anstrich der Stahlüberbauten.

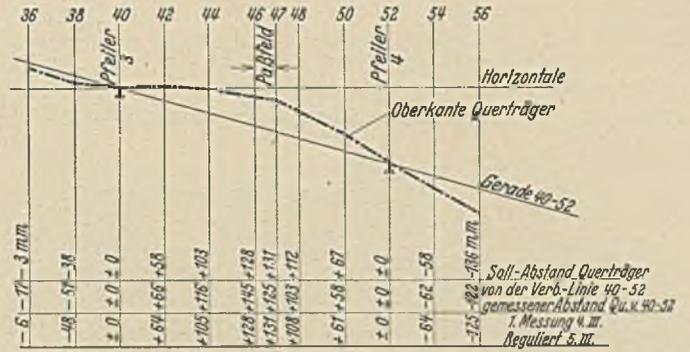


Abb. 22. Lotrechte Durchbiegungen.

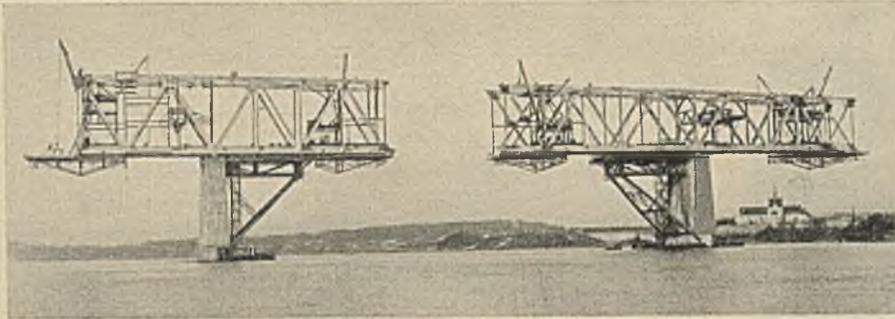


Abb. 18 a. Freivormontage auf Pfeiler 3 u. 4.

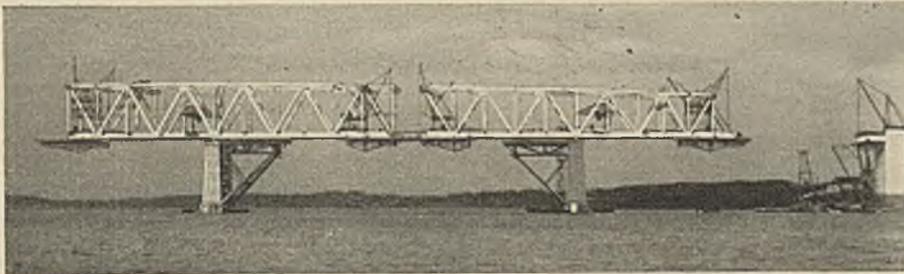


Abb. 20. Bauzustand vor Einbau des Paßfeldes in der Öffnung 3-4.

Bisher sind die Arbeiten planmäßig durchgeführt. Am 8. Februar d. J. haben die von den beiden Pfeilern vorgekragten Überbauten die schwerste Belastung aushalten müssen. Es herrschte ein Orkan von der Windstärke 2. Die Belastung durch Wind kann angenommen werden mit rd. 200 kg/m². Man hofft, die Restarbeiten innerhalb Jahresfrist zu erledigen.

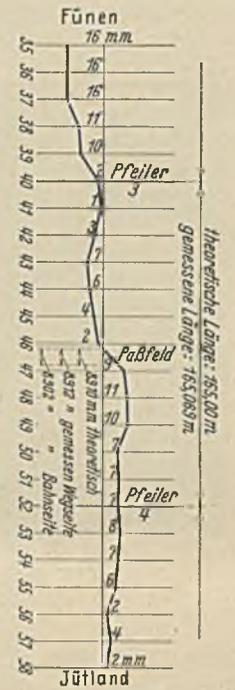


Abb. 21. Waagerechte Abweichungen von der Mittelachse.



Abb. 23. Entrostungswerkstatt.

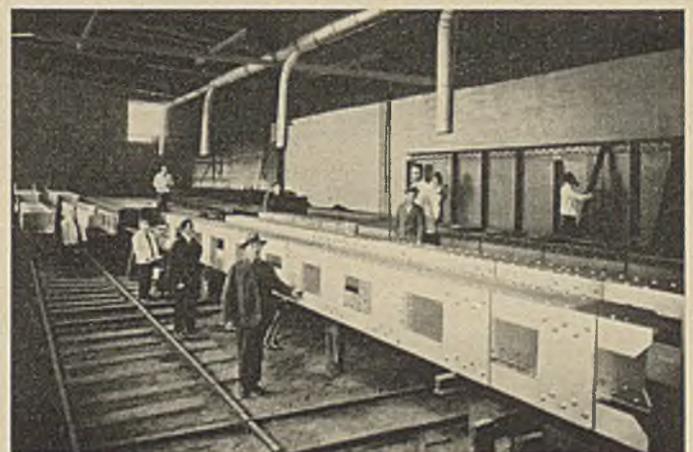


Abb. 24. Anstreichwerkstatt.

DIE KRAFTWERKE DES SCHWEDISCHEN STAATES AM GÖTA ÄLV¹.

Von P. Wittrock, Oberbaurat bei der Königl. Wasserfallverwaltung, Schweden.

(Schluß von Seite 217.)

Das Kraftwerk in Vargön.

Dieses Kraftwerk, das jetzt im Bau ist, soll ein Gefälle von 4,3 m zwischen dem Vänerseesee und dem oberen Staupunkt des Kraft-

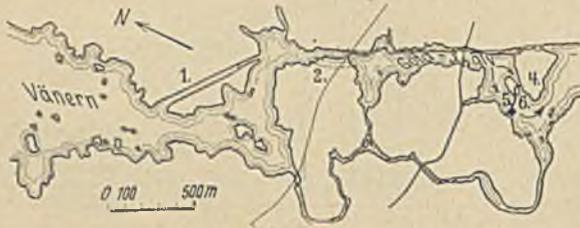
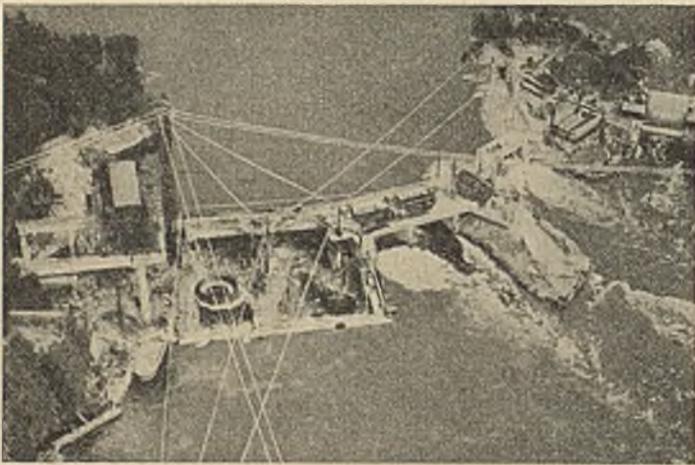


Abb. 13. Vargön. Übersichtsplan der ganzen Anlage.

1. Kanal bei Sjöboda. 2. Zukünftiger Kanal beim Huvudnäsfall. 3. Nyebro, w. einer Flußerweiterung ausgeführt wurde. 4. Insel Vargön. 5. Krafthaus. 6. Regulierwehr.

Abb. 14. Vargöns Kraftwerk im Bau. Fliegeraufnahme.
Oscar Bladh H 634.

werkes Trollhättan ausnutzen. Das Werk wird für eine Wassermenge von 560 m³/sec ausgebaut. Das Gefälle war früher auf mehrere Stromschnellen verteilt und ist jetzt durch das Regulierwehr, das im Zusammenhang mit dem Kraftwerke unmittelbar unterhalb der letzten Stromschnelle gebaut wurde, an einer Stelle zusammengefaßt. Das Kraftwerk wird, ehe die Hauptregulierung des Vänersees durchgeführt ist, mit einem Durchschnittsgefälle von 3,3 m arbeiten, das erst später auf 4,3 m erhöht wird. Die Differenz beruht darauf, daß, wenn die Hauptregulierung des Vänersees durchgeführt wird, der Strom oberhalb des Kraftwerkes beim Huvudnäsfall erweitert werden muß, wodurch der Gefällsverlust bis zum Regulierwehr wesentlich verringert wird. Diese Arbeit kann aus wasserrechtlichen Gründen noch nicht ausgeführt werden.

Das kleine Gefälle stand dem rationellen Ausbau der Vargönfälle bisher im Wege. Die Ursachen, warum der Bau jetzt mit Vorteil ausgeführt werden kann, sind folgende:

Das Regulierwehr ist für die Regulierung des Vänersees notwendig, und die Verzinsung seiner Baukosten kann aus dem Gewinn der Regulierung bestritten werden.

¹ Weitere Angaben über die Kraftwerke des schwedischen Staates sind in „State Power Plants in Sweden 1933, published by the Royal Board of Waterfalls“, Stockholm 1933, erschienen. Dieser Veröffentlichung sind einige Daten und Abbildungen für diesen Aufsatz entnommen.

Die Fortschritte, die in den letzten Jahren betreffs Turbinen für niedrige Gefälle gemacht worden sind, bieten für den Ausbau kleiner Gefälle größere Vorteile als früher.

Die Wassermenge kann bei Vargön gut reguliert und dadurch auf die günstigste Weise ausgenützt werden.

Es sind gute Absatzmöglichkeiten für den Strom in dem Gebiete von Vargön vorhanden.

Kennzeichnend für diese Entwicklung, die wahrscheinlich in hohem Maße durch die Turbinenkonstruktionen für das Niederdruckwerk Lilla Edet begünstigt wurde, ist der Unterschied zwischen dem Projekt von 1916 für Vargön und der jetzigen Ausführung. Das Projekt von 1916 sah 13 Dreiradturbinen mit vertikaler Welle vor, während das Werk heute für dieselbe Wassermenge mit zwei Einradturbinen ausgebaut wird.

Auf dem Plan (Abb. 13) ist die Lage der verschiedenen Teile der Anlage gezeigt.

Das Kraftwerk ist in die Mitte der Hauptstromrinne verlegt, wodurch Zu- und Ablaufkanäle vermieden werden. Das Regulierwehr liegt größtenteils seitwärts der Hauptstromrinne. Um die Gefällsverluste auf der Flußstrecke oberhalb des Kraftwerkes zu vermindern, ist der Fluß beim Auslauf aus dem Vänerseesee bei Sjöboda durch einen Kanal reguliert und auf einer anderen Flußstrecke bei Nyebro durch Verbreiterung und Vertiefung bedeutend erweitert worden. Für die vollständige Regulierung des Vänersees wird, wie eben gesagt, eine Querschnittserweiterung auf der Strecke des früheren Huvudnäsfall es erfolgen. Der Schiffahrtskanal ist auf der Karte nicht zu sehen, da er 2 km weiter nach Westen abliegt.

Der Baubeginn erfolgte im Jahre 1929. Mit dem Kraftwerk wurde jedoch erst im Jahre 1931 angefangen, nachdem das Regulierwehr fertig war, so daß das Wasser während der Bauzeit, als die Hauptstromrinne abgesperrt war, dort abgeführt werden konnte (s. Abb. 14 u. 15). Das eine Aggregat des Kraftwerkes wurde im Februar d. J. in Betrieb genommen.

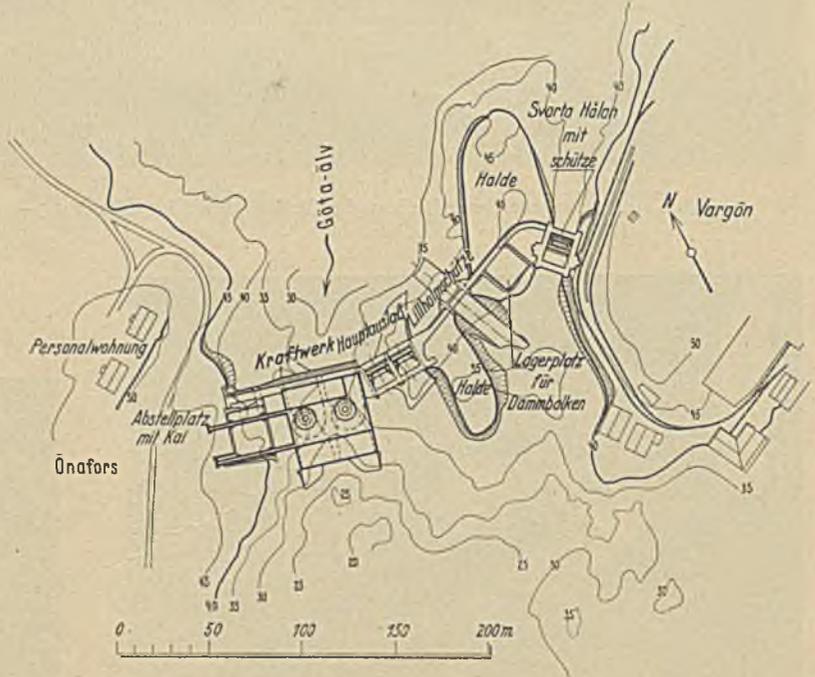


Abb. 15. Vargön. Übersichtsplan des Kraftwerkes und des Dammes.

Das Regulierwehr ist mit vier großen Durchlässen versehen, die zusammen das Hochwasser des Flusses abführen können, das nach der durchgeführten Regulierung des Vänersees 1000 m³/sec beträgt. Die Konstruktion der Durchlässe ist eingehend an Modellen geprüft, teils um die genau richtige Form zu bekommen mit Rücksicht auf die Forderung, die durchfließende Wassermenge laufend

mit größter Genauigkeit messen zu können, teils um die Gesetze für die Durchflußmenge zu bestimmen. Die Modellversuche sind im Wasserbaulaboratorium der Königl. Technischen Hochschule in Stockholm unter Leitung von Professor W. Fellenius und Ing. Erik Lindquist ausgeführt worden². Es ergab sich aus diesen Versuchen, daß Durchlässe, mittels welcher zuverlässige Wassermengenmessungen ausgeführt werden sollen, so ausgebildet werden müssen, daß bei den vorkommenden Wasserständen unmittelbar unterhalb des Durchlasses ein schießender Ausflußstrahl mit freier Oberfläche, d. h. ohne Deckwalze, erzielt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß der Boden im Bezug auf den Unterwasserspiegel nicht zu tief verlegt wird. Maßgebend für die Höhenlage ist, außer dem Unterwasserspiegel, die kleinste Abflußmenge, die gemessen werden soll. Ferner fand man, daß der Durchlaß nach oben frei sein soll, so daß die Lage des bestimmenden Querschnittes immer eindeutig durch die Schütze bestimmt ist und nicht durch das Dachmauerwerk, wie das vorkommen kann, wenn die Unterkante einer Schütze sich dem Dach der Auslaßöffnung nähert, und außerdem, daß die Unterkante der Schütze eine solche Form erhalten soll, daß sie in allen Schützenstellungen eine geeignete obere Begrenzung für den bestimmenden Querschnitt (Strahl) bildet, und schließlich, daß man dem Durchlaß in der Strömungsrichtung große Länge geben und mit ebenem Boden und ebenen Seitenwänden, ohne Falze und dgl. in der Nähe des bestimmenden Querschnittes versehen soll. Nur unter diesen Bedingungen erhält man eine gesetzmäßige Abflußmenge ohne unberechenbare, sprungartige Variationen. Geeignete Schützentypen sind deshalb Sektorschützen, deren Arme und Lager so angeordnet sind, daß sie die Wasserströmung nicht stören.

Mit dem schießenden Ausfluß erzielt man u. a., daß der Durchfluß unabhängig wird von der Höhe des Unterwasserspiegels,

Bei den Modellversuchen ist auch der variierende Abflußbeiwert für die verschiedenen Schützenstellungen erforscht und festgestellt worden. Die Resultate der Versuche sind später durch Messungen an Ort und Stelle kontrolliert worden und haben eine gute Übereinstimmung mit der Wirklichkeit ergeben.

Es sind zwei Durchlässe (Abb. 16 u. 17) von je 13 m l. W. mit der Schwelle auf Kote +38,0 oder 1 bis 2 m unter dem gewöhn-

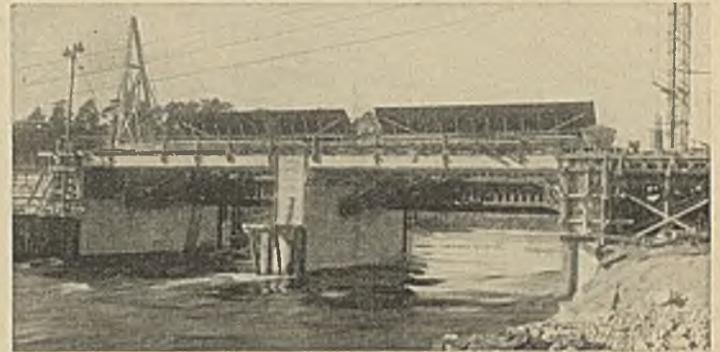


Abb. 16. Vargön. Die beiden Hauptauslaßschützen.

lichen Unterwasserspiegel und ein Durchlaß von 13 m l. W. mit der Schwelle auf Kote +36,0 vorhanden. Diese drei Durchlässe sind mit Segmentschützen abgeschlossen. Die letztere ist die, die auch abgesenkt und als Überfall angewandt werden kann. Außer diesen drei Durchlässen ist ein Grundablaß mit einer l. W. von 10 m und Lichthöhe von 3 m mit Schwelle auf Kote +36,0 vorhanden. Dieser ist durch eine Tafelschütze abgesperrt. Diese Schütze muß mit Rücksicht auf die Wassermessung immer entweder geschlossen oder ganz geöffnet sein. Sämtliche Schützen

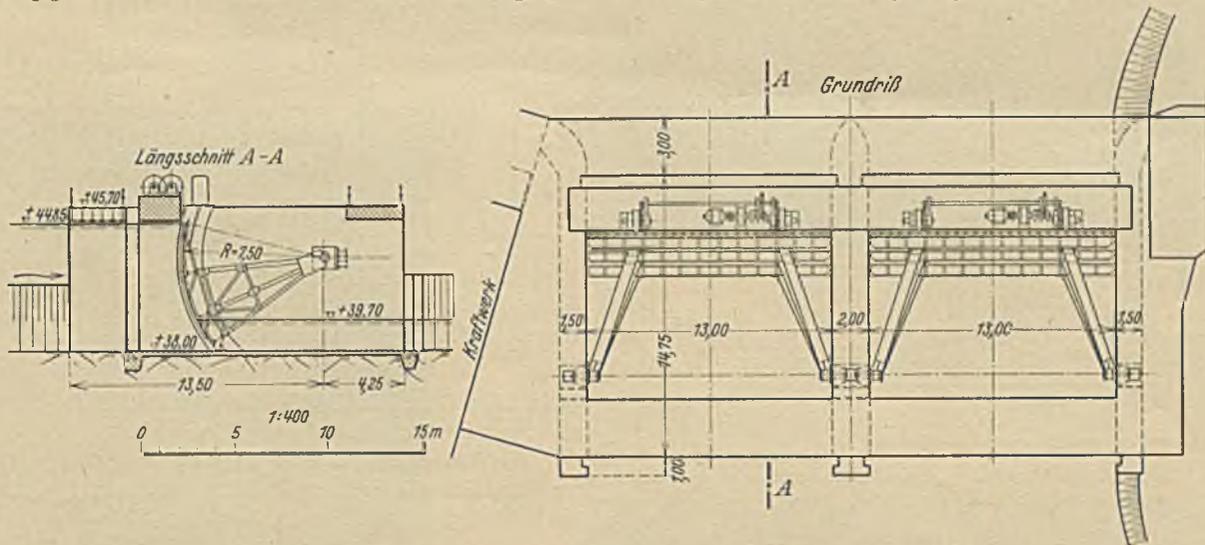


Abb. 17. Vargön. Die beiden Hauptauslaßschützen.

den man also bei Berechnung der Abflußmenge nicht zu berücksichtigen braucht. Bei ganz kleinen Öffnungen zwischen Schütze und Schwelle entsteht jedoch bei der gewählten Schwellenhöhe kein schießender Abfluß ohne Deckwalze. Aber diese Öffnungen können vermieden dadurch werden, daß man das Wasser über eine der Schützen mit freiem Überfall abfließen läßt. Diese Schütze ist deshalb so konstruiert, daß sie entsprechend tief gesenkt werden kann, und im anschließenden Mauerwerk sind Kanäle angeordnet, durch welche der Raum unter dem überfallenden Strahl belüftet wird.

² Genaue Beschreibungen siehe Mitteilungen Nr. 7 von der Wasserbauinstitution der Königl. Technischen Hochschule: „Untersuchungen betreffend die Abflußverhältnisse am Regulierwehr bei Vargön für die Wochenregulierung des Göta-Älv“ von W. Fellenius und Erik Lindquist, Stockholm 1933.

werden elektrisch betätigt und sind zur Reserve für Handbedienung ausgerüstet.

Das Wehr ist ganz auf Fels gegründet, und das Mauerwerk ist teils als bewehrter Beton und teils als Steinmauerwerk in Zementmörtel ausgeführt. Es ist innerhalb hölzerner Fangdämme in trockenen Baugruben ausgeführt worden.

Das Kraftwerk ist, wie schon erwähnt, in die Hauptstromrinne vom Fluß verlegt und ist auf Fels gegründet. Die Ausführung ist aus den Abb. 18 und 19 zu ersehen. Sowohl Tiefbau als Überbau sind aus bewehrtem Beton ausgeführt. Für Betonkonstruktionen, die einseitigem Wasserdruck oder Luftdruck ausgesetzt sind, wurde 350—375 kg Zement per m³ Beton verwendet und für die übrigen Konstruktionen wenigstens 300 kg per m³. Alle Betonflächen sind ungeputzt mit Ausnahme der innerseitigen Wände und der Decken in den Bedienungsräumen, die geputzt

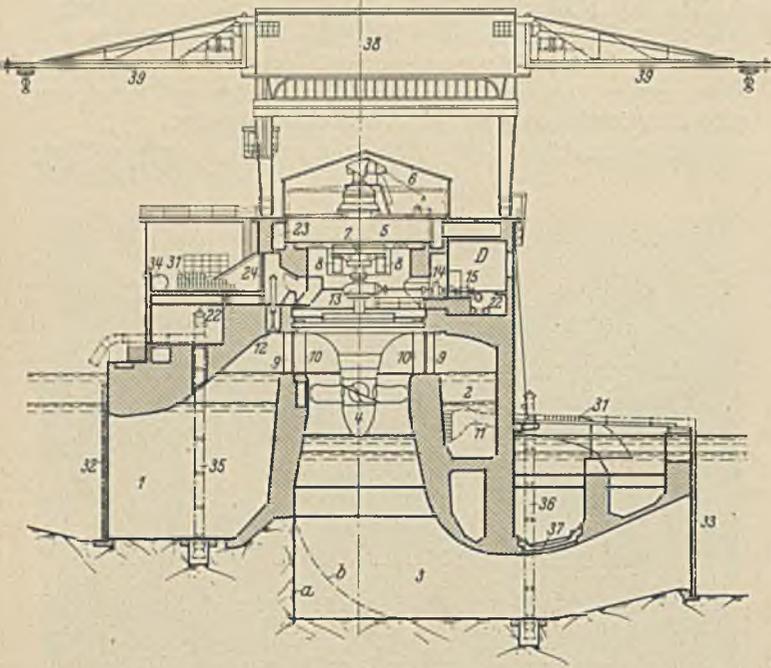


Abb. 18. Das Kraftwerk in Vargön. Querschnitt durch das westliche Aggregat und Grundriß.

1. Einlauf. 2. Zulaufspirale. 3. Saugrohr, a westliches Aggregat; b östliches Aggregat. 4. Laufrad. 5. Generator. 6. Abhebbare eiserne Haube. 7. Traglager. 8. Tragbalken. 9. Trag- und Führungspfeiler. 10. Leitschaufeln. 11. Ejektor für die Evakuierung der Zulaufspirale. 12. Lufteinlaß in die Spirale. 13. Zahnradantrieb für Erreger und Ölpumpe. 14. Erreger. 15. Ölpumpe. 16. Ölbehälter. 17. Windkessel. 18. Geschwindigkeitsregler und Servomotor. 19. Geschwindigkeitsregler. 20. Servomotor. 21. Kompressor. 22. Rohr- und Kabelgang. 23. Kabelgang. 24. Kühlluftinlaß. 25. Bedienungspult. 26. Schalttafel. 27. Tafel für Relais und elektrische Messinstrumente und Ausrüstung für Fernbedienung. 28. Kontrollanordnungen. 29. Instrumententafel für die Lokalanlagen. 30. Umformer für den Lokalbetrieb. 31. Lagerplatz für Nadelbalken. 32. Nadelbalken eingesetzt für Lenzen einer Spirale. 33. Nadelbalken eingesetzt für Lenzen eines Saugrohres. 34. Lagerplatz der Lenzpumpe. 35. Lenzpumpe eingesetzt für Lenzen einer Spirale. 36. Lenzpumpe eingesetzt für Lenzen eines Saugrohres. 37. Öffnung für die Lenzpumpe mit Abschließdeckel. 38. Kran. 39. Drehbare Kranausleger.

A Vorraum, B Instrumentenraum, C Kontrollraum, D Raum für Geschwindigkeitsregler und Öldruckanlage, E Schaltanlage, F Raum für Umformer, G Büro, H Vorratsraum, J Raum für Personal, K Batterieraum.

sind, und der Fußböden, die teils geputzt und teils mit Kalksteinplatten belegt sind. Die Außenwände sind unter dem Putz auf der Innenseite mit einer Isolierschicht aus Gasbeton versehen. Das Kraftwerk wird im jetzigen Ausbau mit zwei Maschinenaggregaten versehen, die ungewöhnlich große Abmessungen haben. Die Laufräder (Abb. 20), haben einen Durchmesser von nicht weniger als 8 m, was zur Zeit Weltrekord ist. Bei Vollast wird jede Turbine eine Wassermenge von rd. 280 m³/sec bei 4,3 m Gefälle verbrauchen. Die Einläufe sind als Saugheber ausgeführt (s. Abb. 18), wodurch man die Einlaufschützen hat ersparen können. Die Turbinen werden durch Einlassen von Luft in die Saugheber zugänglich gemacht, und wenn sie wieder in Betrieb gesetzt werden sollen, wird Wasser den Saughebern mittels Evakuierung mit Ejektoren zugeführt. An jede Einlaufspirale sind ein größerer und ein kleinerer Ejektor von 800 bzw. 250 mm Durchmesser angeschlossen. Bei kürzeren Betriebspausen werden die Heber nicht entleert und die Turbinen können wie bei einem gewöhnlichen Kraftwerk ohne Heber sofort durch Öffnen der Leitschaufeln starten. Die beiden kleineren Ejektoren dienen zum Absaugen von Luft, die sich eventuell während des Betriebes ausscheidet und nicht mit dem Betriebswasser fließt.

Da die Durchflußöffnungen der Turbinen so groß sind, hat man von einer Rechenanlage ganz Abstand genommen. Es werden auch keine Rechen benutzt, um die Fische zu schützen, da sich

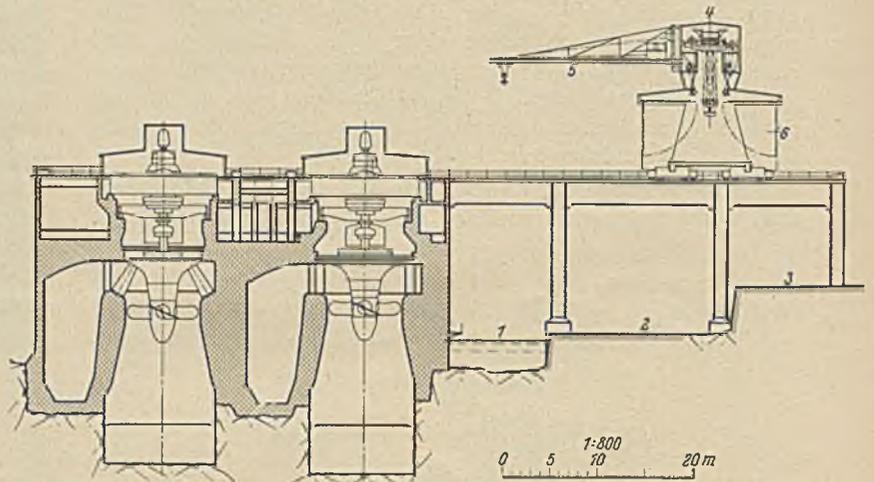


Abb. 19. Das Kraftwerk in Vargön. Längsschnitt.

1. Hafen für Kähne. 2. Abstell- und Montageplatz. 3. Abstellplatz mit Straßenverbindungen. 4. Kran. 5. Drehbare Kranausleger. 6. Fallbare Schutzwände.

ja in Lilla Edet, wo das Gefälle größer und die Turbinen kleiner sind, gezeigt hat, daß sie überflüssig sind.

Die Wasserwege haben sehr große Abmessungen (Abb. 21), aber im Vergleich mit den großen Wassermengen, die passieren sollen, sind sie doch ziemlich eng gebaut, um Betonmassen zu sparen.

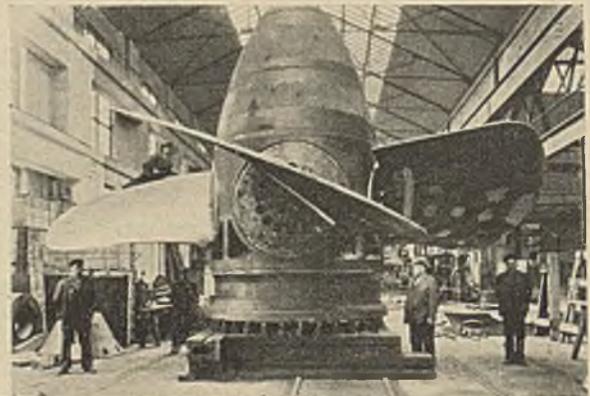


Abb. 20. Das eine Turbinenrad für Vargön, aufgestellt in der Werkstatt des Lieferanten für Ausbalancierung.

Um den Wasserzulauf so günstig wie nur möglich zu machen, hat man die Wasserwege innerhalb jedes Aggregates ohne Zwischenwände ausgeführt. Die Decken über den Saugrohren und Einläufen bekamen dadurch eine Spannweite bis zu 20 m.



Abb. 21. Vargön. Zulaufspirale des einen Aggregates. In der Mitte ist der Wassereinlauf zu den Ejektoren des Aggregates zu sehen.

38 abgesperrt werden. Auf den hinteren Flanschen sind Schienen festgenietet, die wie eiserne Spundwände ineinander eingreifen, wenn die Balkennadeln eingesetzt werden.



Abb. 22. Vargön. Wände des Saugrohres der westlichen Turbine direkt aus dem Felsen ausgearbeitet.

Die Trockenlegung wird mit einer Schachtpumpe durchgeführt. Diese wird durch die in den Decken von Einläufen und Saugrohren befindlichen Öffnungen, die mit Klappen versehen sind, eingesetzt. Sie ist so hoch gebaut, daß der Motor sich über dem höchsten Wasserspiegel befindet, während das Pumpenrad unten in der Pumpengrube ist. Die große Höhe von Pumpe mit Druck-

Die Seiten und Böden der Wasserwege sind zum Teil aus dem Felsen ausgehauen. Der Arbeitsvorgang war hierbei folgender: Nachdem die Hauptmassen vorsichtig weggesprengt waren, wurden Löcher im Abstand von 10 cm in der Ebene der fertigen Fläche gebohrt. Die Bohrer wurden an Richtungsgerüst montiert, um genau parallele Bohrlöcher zu erhalten. Durch sehr vorsichtiges Sprengen wurde der Fels außerhalb der Löcher weggesprengt und die Partien zwischen den Löchern wurden abgemeißelt (s. Abb. 22). Unterhalb der Laufäder sind die Betonwände des Saugrohres auf eine kurze Strecke durch Blechbekleidung geschützt (Abb. 23 und 24).

Die Einläufe und Saugrohrmündungen können mittels Nadeln aus Dipbalken

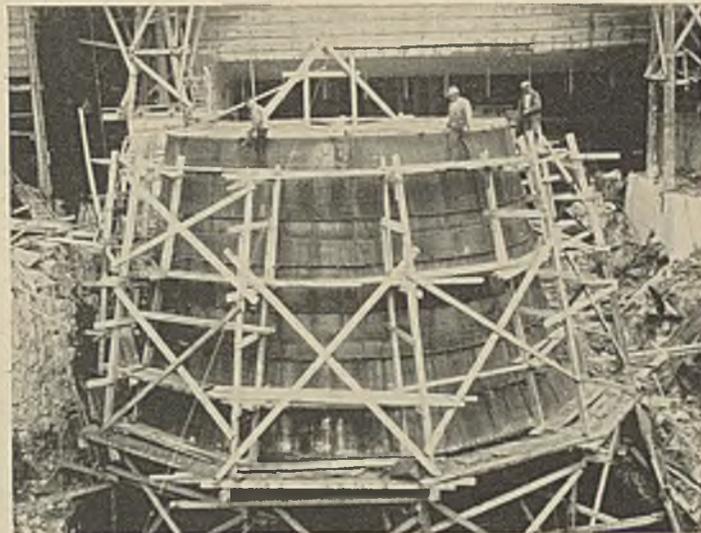


Abb. 23. Vargön. Montage der Blechbekleidung für das eine Saugrohr. Rohr bereitet keine Schwierigkeiten, da gute Hebeanordnungen vorhanden sind (s. Abb. 18).

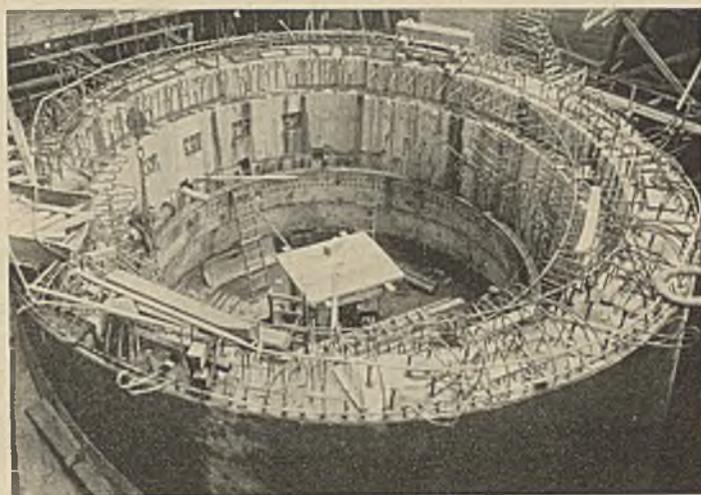


Abb. 24. Vargön. Mauerwerk der Laufradkammer vor der Montage der eisernen Auskleidung.

Um genügenden Überdruck bei der Dichtung des Nadelwehrs zu bekommen, ist die Leistung der Pumpe so groß gewählt, daß sie bei einer Förderhöhe von 3,5 m 70 m³/min fördert. Bei 17,2 m fördert sie nur 8 m³/min.

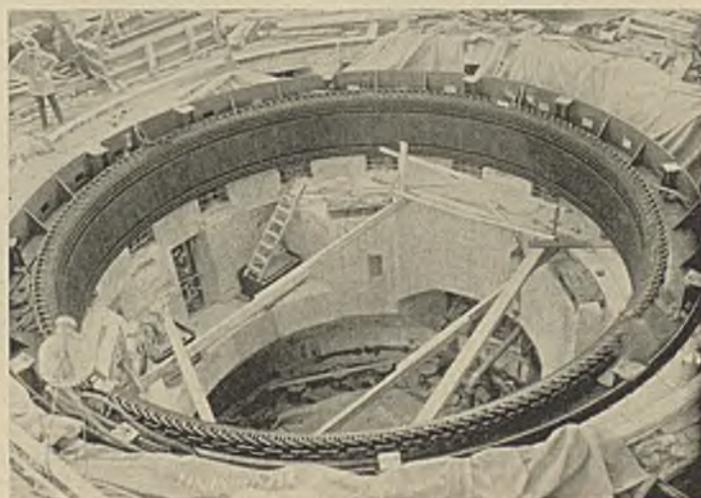


Abb. 25. Vargön. Der Stator des einen Generators bei der Montage.

Das Traglager und die Tragbalken der Generatoren sind unter dem Rotor verlegt, wodurch kleinere Spannweiten erreicht werden und an Abmessungen gespart wird. Dies ist von großer Bedeutung, da die Belastung sehr groß ist. Die Traglager der Generatoren

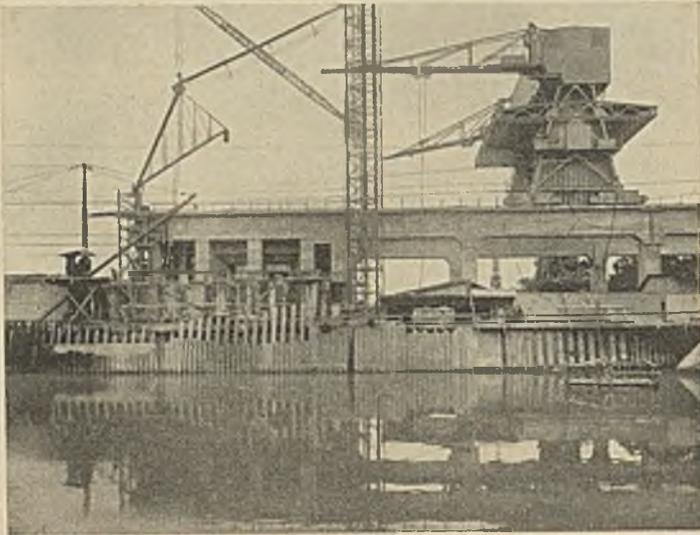


Abb. 26. Vargön. Das Kraftwerk von der Oberwasserseite aus gesehen. Die Betonarbeiten für das westliche Aggregat beinahe fertig. In der Mitte ist der Betongießturm zu sehen.

haben ein Gewicht von je 800 t zu tragen, was dem Gewicht vom Rotor des Generators und den rotierenden Teilen der Turbine sowie dem Wasserdruck auf das Laufrad entspricht.

Ein Maschinensaal über den Generatoren (Abb. 25) ist nicht vorhanden, sondern diese werden durch abhebbare eiserne Hauben gegen die Witterung geschützt. Die Montagearbeiten werden mit einem Bockkran von 200 t Tragkraft ausgeführt, der auf dem Gebäude auf Schienen läuft, die ungefähr in Höhe der Oberkante des Generators verlegt sind (Abb. 26 u. 27). Der Bockkran ist mit weit auskragendem Dach und aufschwingbaren Seitenwänden versehen, die bei der Montage als Schutz gegen Witterung dienen können. Der Bockkran ist außerdem sowohl auf der Oberwasser- wie auf der Unterwasserseite mit

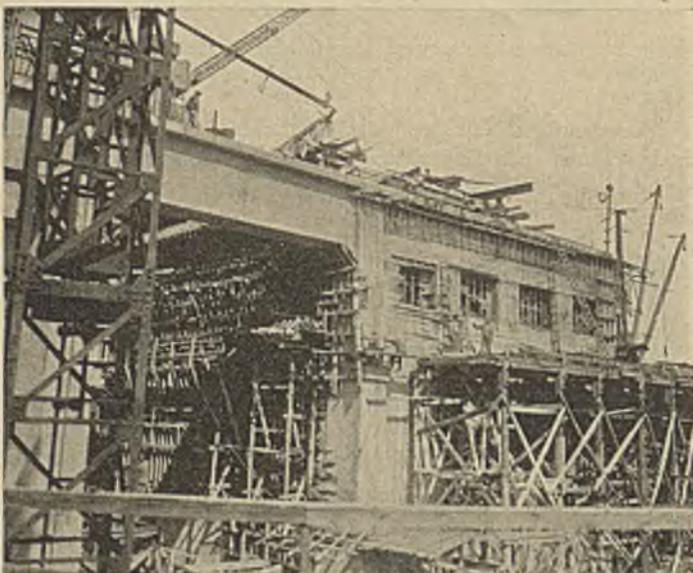


Abb. 27. Vargön. Die Fassade der Unterwasserseite. Das halbe Gebäude ist bis zur vollen Höhe fertiggebaut.

je einem Drehkran von 6 t Tragkraft versehen, die u. a. die Aufgabe haben, die Nadeln beim Absperrn der Einläufe und Saugrohrmündung sowie die Schachtpumpe, die beim Lenzen angewandt wird, zu transportieren. Sie werden außerdem für Transporte und

Montagearbeiten während der Bauzeit und nach der Inbetriebnahme des Kraftwerkes verwendet. Die Fahrbahn des Bockkrans ist in westlicher Richtung über den Giebel des Kraftwerkes hinaus verlängert und bedient eine Hafenanlage mit Kaiplatz westlich des Kraftwerkes (Abb. 28). Der Bockkran kann dort ankommende Güter abholen. Gleisanschluß ist nicht vorhanden. Die Güter werden entweder mit der Bahn bis zum nächstliegenden Bahnhof und dann auf der Landstraße, oder wenn es schwere Güter sind, auf dem Wasser von Trollhättan nach Vargön transportiert. In Trollhättan sind Umladevorrichtungen vorhanden.

Zur Bekämpfung der Eisschwierigkeiten dienen die früher genannten Schwimmbalken quer über den Flußauslauf im Vänersee, die den Zweck haben, dort die schnelle Bildung einer Eisdecke zu fördern und dann die Entstehung von Treibeis und die Schwamm-eisbildung zu verringern. Wenn notwendig, werden Schwimmbalken ausgelegt, um das Treibeis abzuleiten und der absenkbaren Schütze in Svarta Hålan zuzuführen. Die Leitschaukeln können mit Warmwasser erwärmt werden, wenn Eis sich an ihnen absetzen sollte.

Vargöns Kraftwerk wird vom Kontrollraum in Trollhättan aus fernbetätigt werden. Von dort aus werden Schützenstellungen und die Turbinenbelastungen eingestellt. Auch die Span-

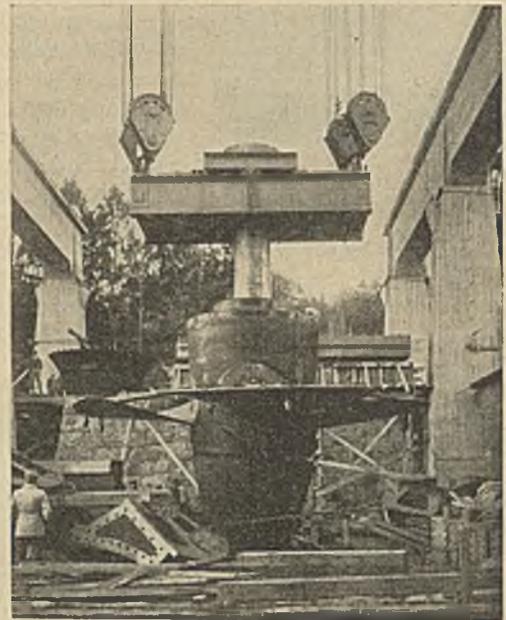


Abb. 28. Vargön. Das eine Laufrad während der Montage im Bockkran hängend.

nung wird von Trollhättan aus reguliert. Die beiden Aggregate werden so bedient, als ob sie ein Teil der Anlage in Trollhättan wären.

Die Maschinen bestehen aus zwei vertikalen Kaplan-turbinen, die zusammen bei

3,3 m	Gefälle	19 400 PS
4,3 m	„	27 600 PS
5,0 m	„	32 400 PS

leisten.

Die Umdrehungszahl ist 46,9 je Minute. Jede Turbine ist mit einem Dreiphasengenerator für 12 000 kVA und 11 kV direkt gekuppelt. Der eine dieser beiden Generatoren ist für 25 Per/sec und der andere für 50 Per/sec ausgeführt. Das 25 periodige Aggregat ist mit Trollhättan mittels einer vorhandenen 11 kV Fernleitung verbunden. Das 50 periodige Aggregat ist über ein Freilufttransformator für 12 000 kVA und 11/55 kV und über eine neue Fernleitung mit dem Kraftwerk in Trollhättan gekuppelt.

In Vargöns Kraftwerk sind für den Bedarf an Gleichstrom zwei Motorgeneratoren und eine Akkumulatorenbatterie installiert. Die elektrische Schaltanlage für 11 kV hat gekapselte Ausführung erhalten.

Die Hauptlieferanten sind:

für die eine Turbine: A.-B. Karlstads Mek. Verkstad Verkstad, Kristinehamn;

für die andere Turbine: Nydqvist & Holm A.-B., Trollhättan, in Zusammenarbeit mit A.-B. Karlstads Mek. Verkstad Verkstad, Kristinehamn;

Generatoren und die übrige elektrische Ausrüstung: Allmän Svenska Elektriska A.-B., Västerås.

Die erstgenannte Turbine hat einen gewöhnlichen Leitapparat mit vertikalen Leitschaufeln, die andere einen konischen Leitapparat mit schrägen Leitschaufeln (vgl. Abb. 19). Die Laufräder für die beiden Turbinen werden von der Firma Verkstad in Kristinehamn geliefert. Der Servomotor für die Verstellung der Laufradschaufeln ist in das Laufrad eingebaut.

Die Bauarbeiten sind in eigener Regie von der Königl. Wasserfallverwaltung ausgeführt. Die Ausführung des obengenannten Kanals bei Sjöboda erfolgte mittels eines Eimerseilbaggers (Menck & Hambrock) mit einem 3 m³ großen Eimer (Abb. 29). Die Erdmassen sowie die losgesprengten Felsmassen sind zum größten Teil mit diesem Bagger ausgeschachtet. Für die Felsmassen hatte man zu diesem Zweck besondere Eimer konstruiert, die länger und breiter waren als die gewöhnlichen Modelle. Mit diesen Eimermodellen erzielte man eine erheblich größere Arbeitsleistung in losgesprengten Steinmassen. Diese Eimer waren in einem Stück aus hochlegiertem Manganstahl gegossen (bei Kohlsva Järnverk, Schweden), was zweifellos als eine Spitzenleistung der Stahlgußtechnik angesehen werden muß. Die Zahnunterteile waren aus Chromnickelstahl geschmiedet und die Zahnschneiden waren aus hochlegiertem Manganstahl gegossen. Der Stahlgußeimer war etwas schwerer als genietete Eimer, war aber bedeutend dauerhafter. Der Baggerausleger war so lang, daß er, wenn der Bagger am Kanalufer stand, die Massen direkt auf die Halden abwerfen konnte, weshalb Abtransport mit Wagen nicht nötig war.

Die Flußerweiterung bei Nyebro ist in trockener Baugrube innerhalb gewöhnlicher Fangedämme als Holz ausgeführt worden. Die Flußvertiefung wurde nicht im Trocken sondern mit Greifern ausgeführt, die mittels Mastkränen bedient wurden, die auf alten Mauerpfeilern aufgestellt waren. Das Regulierwehr ist, wie früher beschrieben, innerhalb der Fangedämme aus Holz ausgeführt.

Die Fangedämme des Kraftwerkes waren nach Abb. 30 ausgeführt. Ein Teil der stromaufwärts liegenden Partie des Kraftwerkes wurde mittels Caissongründung ausgeführt. Diese Caissons wurden so ausgebildet, daß sie zugleich als Wände der Turbineneinläufe dienen können. Sie wurden in Trollhättan gebaut und danach wie Schwimmkörper zwischen zwei zusammengekuppelten Schleppkähnen an die Baustelle geschafft. Nachdem die Caissons die richtige Lage auf dem Felsgrund erhalten hatten, wurden hölzerne Spundwände um die Grundflächen der Caissons herum geschlagen, um ruhiges Wasser in den Caissons zu erhalten. Diese Spundwände waren vorher an den Außenseiten der Caissons so befestigt, daß sie von einem Gerüst über dem Wasserspiegel aus geschlagen werden konnten. Da die Wassergeschwindigkeit an

dieser Stelle mehr als 2 m/sec betrug, war es nämlich für Taucher nicht möglich, außerhalb der Caissons zu tauchen. Nachdem die Caissons mit

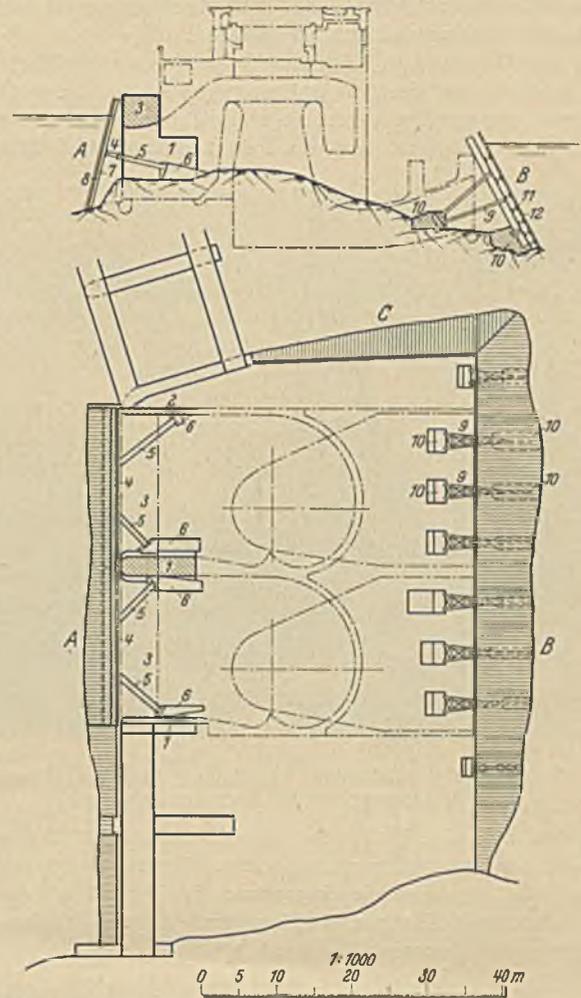


Abb. 30. Das Kraftwerk in Vargön. Fangedämme.

A. Oberwasserseitiger Fangedamm.

1. Betonpfeiler mittels Caissons gebaut. 2. Betonpfeiler innerhalb eines Fangedammes gebaut. 3. Betonbalken, Teil der zukünftigen Decke der Einläufe. 4. Horizontaler eiserner Balken. 5. Schräge Absteifungen aus Eisen. 6. Widerlager aus Beton für die Schrägabsteifungen. 7. Stehender eiserner Balken Dip 38. 8. Eiserne Spundwand, auf horizontalen Schienen ruhend.

B. Unterwasserseitiger Fangedamm.

9. Eiserne Böcke. 10. Widerlager aus Beton für die eisernen Böcke. 11. Horizontale eiserner Balken. 12. Eiserne Spundwand.

C. Unterwasserseitiger Fangedamm aus Holz.

Unterwasserbeton gefüllt waren, wurde der stromaufwärts liegende Teil der Decke der Turbineneinläufe gegossen, um die Caissons

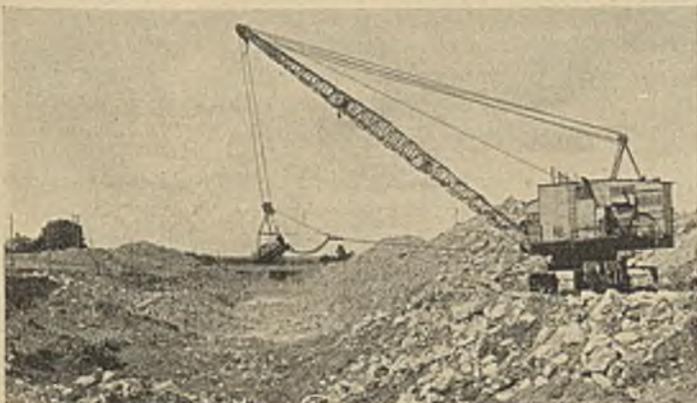


Abb. 29. Ausschachtung des Sjöbodakanals.



Abb. 31. Vargön. Gerüste und Schalungen für die Teile der Einlaufdecken, die vor dem Bau des Fangedammes gegossen wurden.

für die Drücke der Fangdamnteile, die sich gegen die Caissons stützen sollten, stabil zu machen (Abb. 31). Diese Fangdamnteile waren eine Eisenkonstruktion. Die Dichtungsfläche war eine eiserne Spundwand. Sie sind auf Abb. 30 zu sehen.

Die Arbeiten sind in folgender Reihenfolge ausgeführt: Zuerst sind die großen eisernen Balken gegen Lager, die vorher in die Caissons eingegossen waren, abgesenkt, dann wurden die Dipbalken Nr. 38 eingesetzt und im Fels festgemacht, hierauf die

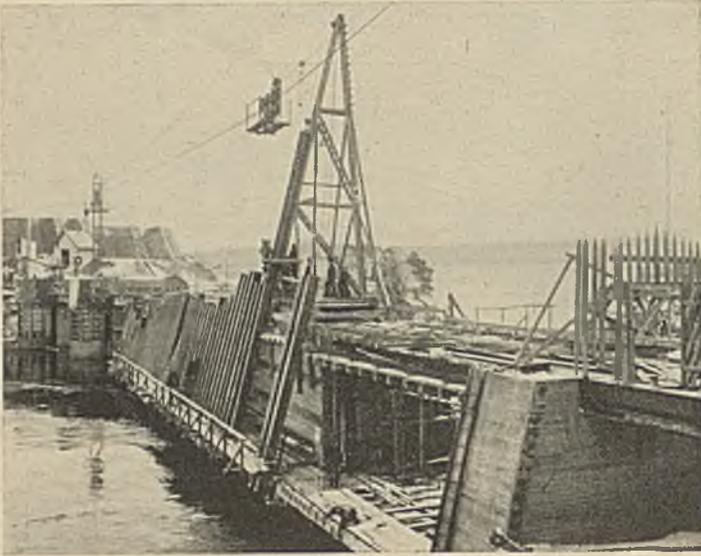


Abb. 32. Vargön. Die stehenden Dip-Balken für den oberwasserseitigen Fangdamm werden herunter gelassen.

horizontalen Schienen quer über diese Balken in richtigen Abständen für die Unterstützung der eisernen Spundwände eingelegt und dann die Spundwände eingesetzt. Schließlich wurden die schweren Schrägabsteifungen eingelegt und deren Widerlager als Unterwasserbeton gegossen.



Abb. 33. Vargön. Ein eiserner Bock des unterwasserseitigen Fangdamms wird an Ort und Stelle gebracht. Betonieren unter Wasser bei den schon angebrachten eisernen Böcken.

Die Dipbalken wurden mittels einer besonders für diesen Zweck konstruierten Führungsanordnung eingesetzt, die man auf der Betonkonstruktion bewegen konnte (Abb. 32). Beim Bohren im Gestein für die Befestigung der Dübel für die Dipbalken dienten die Dipbalken mit daran befestigten Bügeln zur Führung der Bohrer. Diese Arbeiten, sowie das Einlegen von Schienen und Einsetzen der Spundwände mußten ohne Taucherhilfe ausgeführt werden. Nach Fertigstellung dieser Arbeiten hörte die Strömung auf, so daß man mit Tauchern die schrägen Absteifungen aufmontieren und mit Beton hintergießen konnte.

Auf der Unterwasserseite war der Fangdamm aus großen

eisernen, in der Werkstatt angefertigten Böcken ausgeführt, die mit Unterwasserbeton festgegossen waren (Abb. 33). Auf diesen Böcken waren Querbalken von Dipprofilen gelagert, die ihrerseits die eiserne Spundwand trugen. Dieser Fangdamm hatte eine maximale Höhe von 16 m. Für diese Arbeit konnten Taucher angewandt werden, da der obere Fangdamm genügenden Schutz gegen die Wasserströmungen bot. Die übrigen Fangdämme für das Kraftwerk waren aus Holz gebaut.

Die angewandten Konstruktionen waren deshalb von besonderem Vorteil, weil sie so ausgeführt werden konnten, daß sie dicht an das Kraftwerk herangerückt werden konnten. Dieses war von großer Bedeutung, da die Wassertiefe mit der Entfernung von dem Kraftwerk schnell zunimmt.

Da die Wasserwege als Saugheber ausgebildet sind, mußten die Betonkonstruktionen wasser- und luftdicht ausgeführt werden. Mit Rücksicht auf die Formveränderungen, die infolge von Temperatur, Schwinden und Quellen entstehen können, wurden die Konstruktionen so aufgeteilt und ausgebildet, daß diese Bewegungen der Konstruktionen vor sich gehen können ohne zu große Spannungen zu verursachen. Sie sind deshalb schlank geworden mit reichlicher Bewehrung. Das Mischungsverhältnis und Mischen des Betons ist während des Arbeitsvorganges auf das sorgfältigste kontrolliert worden. Der Zement, der zur Anwendung kam,

wurde auf besondere Bestellung von der schwedischen Zementfabrik in Limhamn hergestellt und hat eine Zusammensetzung, die von derjenigen des gewöhnlichen Portlandzementes etwas abweicht. Die Bindezeit dieses Zementes ist länger als die des gewöhnlichen Portlandzementes, was notwendig war, um größere Massen ohne Unterbrechung gießen zu können, wodurch viele vertikale Gießfugen vermieden werden konnten. Ferner ist die Wärmeentwicklung dieses Zementes kleiner und damit die Gefahr der Ribbildung geringer. Vollständige Luftdichtheit wurde ohne jedwede Nachbehandlung der Betonflächen erzielt.

Nachdem die Hauptregulierung des Vänersees durchgeführt sein wird, ist auch für Vargöns Kraftwerk ein zweiter Ausbau vorgesehen. Diese Erweiterung wird dann in westlicher Richtung mit einem weiteren Aggregat erfolgen. Der weitere Ausbau in Vargön mit den hier infolge des kleinen Gefälles großen Baukosten durfte aber nicht in Frage kommen, ehe weitere Ausbauten in Trollhättan und Lilla Edet ausgeführt sind. Da man zwischen Vargön und Trollhättan ein großes Staubecken von rd. 3,5 Mill. m³ hat, kann ein weiterer Ausbau in Trollhättan voll ausgenutzt werden, ohne daß man in Vargön Wasser durch die Schützen am Kraftwerk vorbei lassen muß.

Die erforderlichen Arbeiten für die Wochen- und Jahresregulierung des Vänersees.

Wie bereits ausgeführt, wird die Wochenregulierung des Vänersees schon in allernächster Zeit und einige Jahre später die Jahresregulierung durchgeführt werden. Außer dem Regulierungswehr bei Vargön und der Vergrößerung des Auslaufes des Vänersees, die in dem Abschnitt „Das Kraftwerk in Vargön“ beschrieben sind, sind schon für die Wochenregulierung gewisse Anordnungen erforderlich, um sanitäre Ungelegenheiten, die bei sehr kleiner Wasserführung bei der Mündung des Göta älv entstehen könnten, zu vermeiden.



Abb. 34. Absperranordnung quer über den Nordre älv. Übersichtsplan.

Bei ganz kleiner Wasserführung besteht nämlich die Gefahr, daß das Abwasser der Stadt Göteborg, die an einem der beiden Mündungsarme des Göta älv, dem sog. „Göteborgsgrenen“ liegt, nicht genügend verdünnt wird, ferner dringt dann das Salzwasser weiter

liegt die höchste Kante auf Kote $+0,50$. Spundwände werden bis zur selben Höhe nach den beiden Ufern geschlagen.

Die Klappen sind zu zwei Gruppen, eine links und eine rechts der Flußmitte zusammengekuppelt, die durch Gegengewichte, die

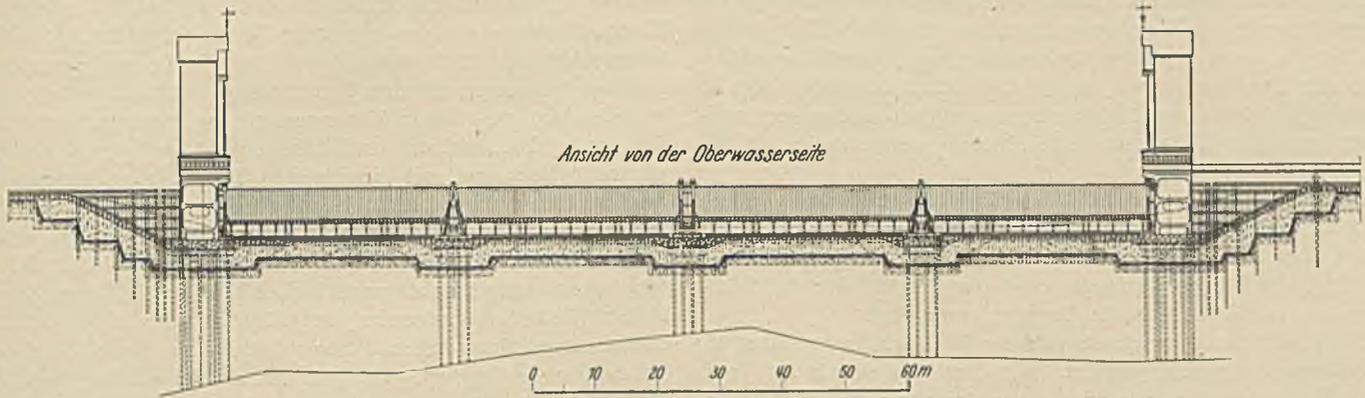


Abb. 35. Die Absperranordnung quer über den Nordre älv.

flußaufwärts, als es bei natürlichen Verhältnissen der Fall wäre, wodurch für das Wasserversorgungswerk, das an diesem Flußarm oberhalb der Stadt liegt und Wasser aus demselben nimmt, große Schwierigkeiten entstehen (Abb. 34).

Die einfachste Art und Weise, diesen beiden Unannehmlichkeiten zu begegnen, fand man in der Errichtung einer Anordnung im anderen Flußarm „Nordre älv“, mittels der der Wasserabfluß durch diesen ganz oder teilweise abgesperrt werden kann. Dadurch kann ein beliebig großer Teil der vorhandenen Wassermengen an der Stadt Göteborg vorbeigeleitet werden. Unter natürlichen Verhältnissen fließt gewöhnlich nur ein Viertel der Wassermenge des Göta älv durch den Göteborgsgren. Da man aber jetzt die ganze Wassermenge an der Stadt Göteborg vorbeileiten kann, ist es möglich, ohne die Verhältnisse für die Stadt Göteborg zu verschlechtern, den Abfluß des Vänersees bedeutend herabzusetzen. Die Lage dieser Absperrvorrichtung ist aus der Abb. 34 zu ersehen. Diese Vorrichtung ist so weit stromabwärts gelegt, daß bei normalen Verhältnissen die Salzwasserfront im Nordre älv so weit von der Abzweigstelle bei Kungälv abgerückt ist, daß bei Aufwärtsströmung, die von westlichem Sturm verursacht wird, das salzige Wasser nicht Zeit genug hat, bis an die Abzweigstelle vorzudringen, ehe ein Witterungsumschlag oder eine Vergrößerung der Wasserzapfung in Lilla Edet eine kräftige stromabwärts gerichtete Strömung verursacht.

Die Abb. 35 zeigt die oberwasserseitige Ansicht und Abb. 36 Querschnitte dieser Wehranordnung. Dieselbe besteht aus vier großen Klappschützen, die sich um horizontale Achsen, die auf der Flußsohle verlegt sind, drehen. Jede Klappe besteht aus hölzernen Nadeln, die auf deren tragendem Teil, einer Blechwalze von 2 m Durchmesser, befestigt sind. Die Walzen drehen sich in Lagern, die auf Betonfundamenten auf Pfahlrost montiert sind. In umgekippter Lage befinden sich keine Teile der Klappen oder der Lagerfundamente über Kote $-5,0$ und die freie Öffnung hat eine Breite von 150 m. Wenn die Klappe aufrecht steht,

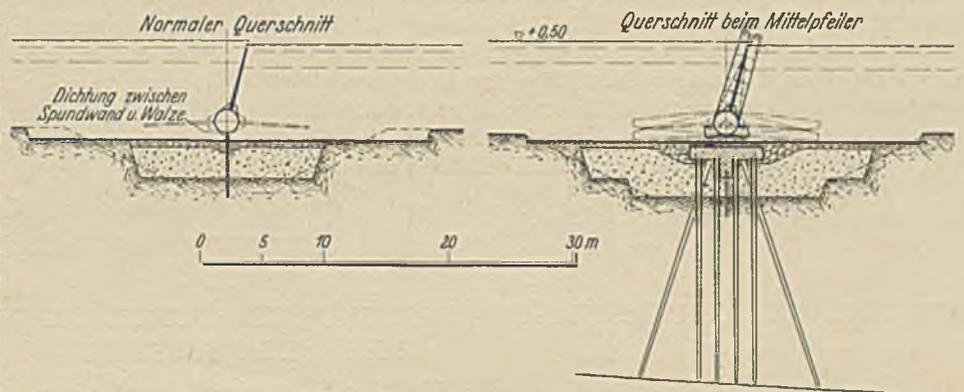


Abb. 36. Die Absperranordnung quer über den Nordre älv.

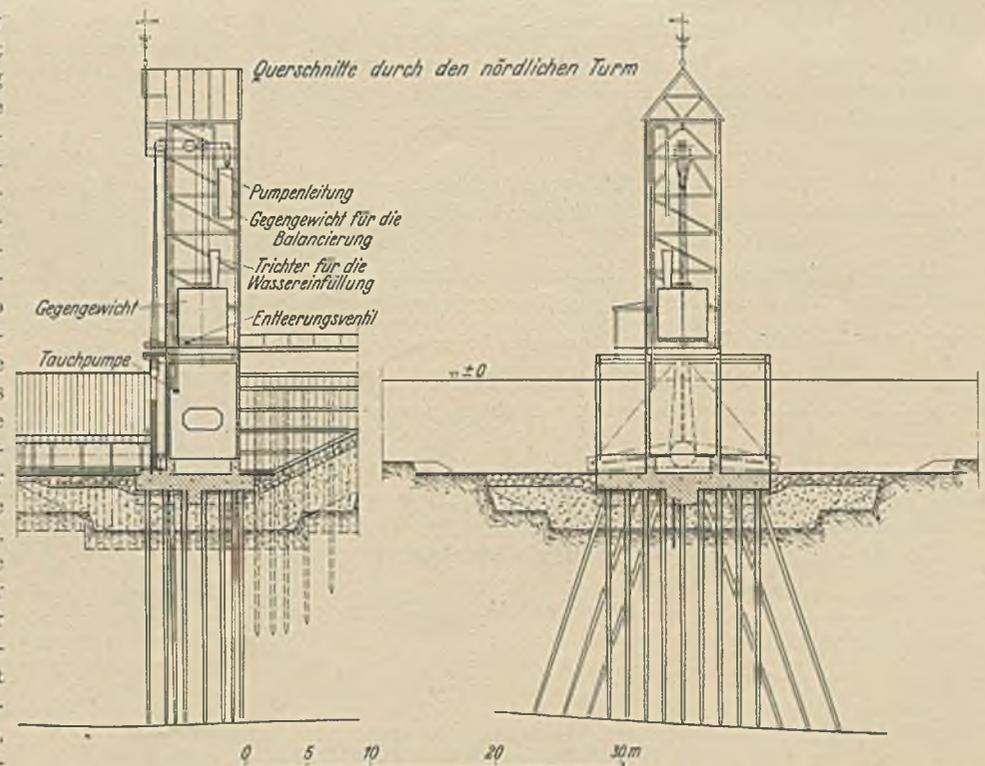


Abb. 37. Die Absperranordnung quer über den Nordre älv.

an den Ufern in hohen eisernen Türmen aufgehängt sind, betätigt werden (Abb. 37). Die Betätigung erfolgt durch Ändern der Gegengewichte mittels Ein- und Auslassen vom Wasser. Die Klappen

werden durch Einpumpen von Wasser in die Gegengewichtsbehälter aufgeklappt und durch Auslassen des Wassers umgelegt. Wenn die Gegengewichte mit Wasser vollständig gefüllt sind, können die Klappen einen Überdruck von 20 cm von sowohl der Ober- als der Unterwasserseite aushalten. Durch eine geeignete Anpassung der Wasserfüllung in den Gegengewichten lassen sich die Klappen so einstellen, daß sie sich automatisch senken, wenn der Höhenunterschied eine Tendenz zeigen sollte, eine vorher bestimmte Größe von weniger als 20 cm zu überschreiten, und sich automatisch aufrichten, wenn der Höhenunterschied kleiner werden sollte als der vorausbestimmte Wert.

Die Absperrvorrichtung ist für die Schifffahrt kaum ein Hindernis. Diese nimmt hauptsächlich den Weg über Göteborg.

Wenn aber ein Schiff passieren will, wird entweder die eine oder die andere der beiden Gruppen, oder wenn es infolge der Strömungen erforderlich ist, beide Gruppen, umgelegt.

Die Absperranordnung ist von der Wasserfallverwaltung in eigener Regie ausgeführt worden. Mit dem Bau wurde im Juni vorigen Jahres angefangen und die Anordnung wurde im Februar d. J. in Betrieb genommen.

Die Ausführung der Fundamentplatten für die Turmunterbauten und der Betonblöcke für die Zwischenlager folgte auf folgende Weise. Nachdem die notwendigen Baggerungen ausgeführt, die Kiesfüllungen bis zur Höhe der Unterkante der Fundamente eingebracht und die Pfähle geschlagen waren, wurden über die oberen Pfahlenden Bündel von bewehrten Betonbalken, die in Vargön hergestellt wurden und mittels Kähnen an die Bau-

stelle transportiert wurden, eingelegt. Die Zwischenräume zwischen und unter den Betonbalken wurden mit unter Wasser gegossenem Beton ausgefüllt. Die Turmunterbauten über den Fundamentplatten sind in bewehrtem Beton ausgeführt und wurden zum größten Teil ihrer Höhe im Trockendock in Trollhättan gegossen. Hiernach wurde ein provisorischer Boden eingesetzt, so daß die Konstruktionen als Schwimmkörper an die Baustelle geschleppt und auf die entsprechenden Fundamentplatten aufgesetzt werden konnten, wo sie mittels Unterwasserbeton untergossen wurden. Die großen Blechwalzen wurden bei einer Werft in Göteborg zusammengebaut und mit eingesetzten Lagern schwimmend nach der Baustelle transportiert. Hier wurden die Walzen an den ihnen zugehörigen Stellen versenkt und die Lager an eisernen Rahmen festgeschraubt, die im voraus an der Betonkonstruktion auf dem Flußboden festgemacht waren. Um den schädlichen Einfluß kleiner Winkeländerungen zu vermeiden, sind die Lager mit Kugeln ausgeführt worden. Sowohl die Walzen wie die eisernen Türme für die Gegengewichte wurden als Schweißkonstruktionen ausgeführt.

Nach der Durchführung der Jahresregulierung des Vänersees müssen durch den Göta älv auch größere Wassermengen abgeführt werden können als die, die unter natürlichen Verhältnissen vorkommen, nämlich 1000 m³/sec statt der jetzigen maximalen Wassermenge von rd. 840 m/sec. Es ist deshalb notwendig, außer der oben genannten Erweiterung beim Huvudräsfall den Fluß noch auf einigen anderen Strecken auszubaggern.

KURVENTAFEL ZUR BESTIMMUNG DER GRÖSSTEN DURCHBIEGUNGEN FÜR BALKENTRÄGER AUF MEHREREN STÜTZEN.

Von Dipl.-Ing. E. Reichdorf, Frankfurt a. M.

Zur schnellen Ermittlung der maximalen Durchbiegung unter gleichmäßig verteilter Belastung eines beliebigen Träger- oder Rahmenfeldes, sei nachstehend eine Tafel mitgeteilt.

Aus dieser kann δ_{max} für jedes Paar der sich aus der statischen Berechnung ergebenden Stützmente, bzw. für jeden beliebigen angenommenen Einspannungsgrad, sofort ermittelt und mit dem δ_{zul} verglichen werden.

Voraussetzungen sind gleichbleibendes Trägheitsmoment des Balkens innerhalb des in Betracht kommenden Feldes, sowie das Fehlen von Normalkräften.

Der Berechnung ist das Verfahren von Mohr zugrunde gelegt, nach welchem die Durchbiegung δ eines Querschnitts bei x gleich dem $\frac{1}{EI}$ -fachen Werte des Momentes bei x ist, das durch die gegebene M-Fläche als neue Belastungsfläche erzeugt wird. Der Anteil der Schubspannung wird, wie üblich, vernachlässigt.

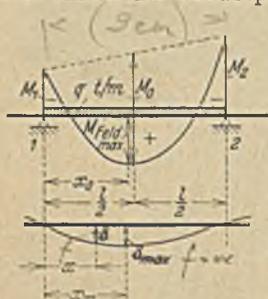


Abb. 1.

In Abb. 1 sei

$$M_0 = \frac{q l^2}{8}, \quad K_1 = \frac{M_1}{M_0}, \quad K_2 = \frac{M_2}{M_0}$$

(M_1 und M_2 als Absolutwerte genommen).

Dann ist also die Gleichung der elastischen Linie:

$$EI \delta = \frac{q l^4}{24} \omega_P'' - \frac{l^2}{6} (M_1 \omega_D' + M_2 \omega_D)$$

$$= \frac{q l^4}{24} \omega_P'' - \frac{q l^4}{48} (K_1 \omega_D' + K_2 \omega_D)$$

Nach Einsetzen der Werte für

$$\omega_P'' = \frac{x}{l} - \frac{2x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4}, \quad \omega_D' = \frac{1-x}{l} - \frac{(1-x)^3}{l^3}, \quad \omega_D = \frac{x}{l} - \frac{x^3}{l^3},$$

und einigen einfachen Umformungen

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} EI \delta &= \frac{q l^4}{48} \cdot \frac{x}{l} \left[2 \cdot \frac{x^3}{l^3} - (4 + K_1 - K_2) \frac{x^2}{l^2} + 3 K_1 \frac{x}{l} + \right. \\ &\quad \left. + 2 - 2 K_1 - K_2 \right]. \end{aligned} \right.$$

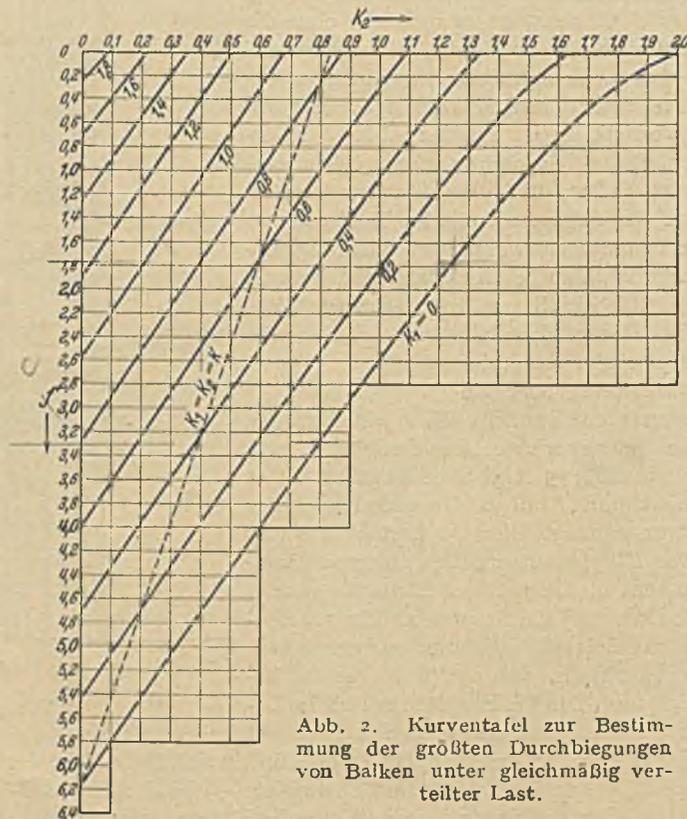


Abb. 2. Kurventafel zur Bestimmung der größten Durchbiegungen von Balken unter gleichmäßig verteilter Last.

$\frac{x_m}{l}$ an der Stelle der größten Durchbiegung findet sich als Wurzel der Gleichung $\frac{d\delta}{d\frac{x}{l}} = 0$, welche in der kubischen Form

$$\frac{x_m^3}{l^3} - 3 \cdot \frac{1}{8} (4 + K_1 - K_2) \cdot \frac{x_m^2}{l^2} + \frac{3}{4} K_1 \cdot \frac{x_m}{l} + \frac{1}{8} (2 - 2K_1 - K_2) = 0$$

nach einem der bekannten Verfahren gelöst werden kann.

Dieses $\frac{x_m}{l}$ in Gl. (1) eingesetzt gibt bei $E = 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2$

$$(2) \quad \delta_{\max} = \frac{f \cdot q l^4}{I}, \quad \text{oder bei } \delta_{\text{zul}} \leq \frac{l}{500}.$$

$$(3) \quad I_{\text{erf}} = 5 \cdot f \cdot q l^3, \quad \text{wobei } q \text{ in t/m, } l \text{ in m, } I \text{ in cm}^4, \delta_{\max} \cdot \text{cm}$$

ergibt.

Die Werte F sind nun unmittelbar aus der nachstehenden Tafel (Abb. 2) zu entnehmen.

Für einen anderen Baustoff als Stahl wäre F aus der Tafel nur noch mit dem Faktor $\frac{E_s}{E}$ zu vervielfachen. Z. B. für Eisenbeton mit $n = \frac{E_s}{E_b} = 10$.

Sind die Stützmente beiderseits gleichgroß, d. h. $K_1 = K_2 = K$, dann ist offenbar $\frac{x_m}{l} = \frac{1}{2}$ und die Formel (1) vereinfacht sich in

$$(1a) \quad \delta_{\max} = 4,9603 \frac{q l^4}{I} \cdot (1,25 - 1,5 K),$$

wobei wie vor

$$E = 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2, q \text{ t/m, } l \text{ m, } I \text{ cm}^4, \delta_{\max} \text{ cm}$$

ergibt.

Auch bei verschiedenen Werten K_1 und K_2 kann, wenn sie sich nicht zu sehr voneinander unterscheiden, bei praktisch vollkommen ausreichender Genauigkeit, mit $\frac{K_1 + K_2}{2} = K$ gerechnet werden. Diesem K entspricht die gestrichelte Gerade der Tafel. Der Fehler würde, wie ein Vergleich der Tafelwerte zeigt, nur wenige % betragen.

Die Tafel umfaßt natürlich auch alle Sonderfälle, wie z. B. δ_{\max} im Endfelde ($K_1 = 0$), δ_{\max} bei frei aufliegendem Balken auf zwei Stützen ($K_1 = K_2 = 0$), desgleichen bei einseitiger ($K_1 = 0, K_2 = 1$) oder beiderseitiger voller Einspannung ($K_1 = K_2 = \frac{2}{3}$).

Ein Beispiel möge die einfache Anwendung der Tafel veranschaulichen (vgl. Abb. 3).

$$M_0 = \frac{q l^2}{8} = + 8,00 \text{ tm.}$$

$$M_1 \approx - 2,00 \text{ tm.}$$

$$M_2 \approx - 4,00 \text{ tm.}$$

$$K_1 = \frac{2}{8} = 0,25.$$

$$K_2 = \frac{4}{8} = 0,50.$$

$$F = 3,4.$$

Für $\delta_{\text{zul}} < \frac{l}{500}$ ist $I_{\text{erf}} = 5 \cdot 3,4 \cdot 1,00 \cdot 8^3 = 8704 \text{ cm}^4$. Mit Rücksicht auf die Durchbiegung muß also ein I 30 mit $I_x \text{ vorh} = 9800 \text{ cm}^4$ gewählt werden.

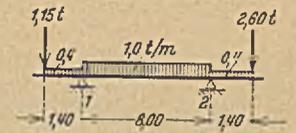


Abb. 3.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE

Eine neue Fährverbindung im Mündungsgebiet der Seine.

Im Mündungsgebiet der Seine, zwischen den beiden Häfen Le Havre und Rouen, sind zur Zeit 23 Fähren in Betrieb, davon 12 für Fußgänger und Fahrräder, sechs für Fahrzeuge bis 6 t und fünf größere Dampffähren auch für die schwersten Fahrzeuge. Der Wasserverkehr von Rouen betrug 1933 auf der Seine acht bis zehn Millionen Tonnen. Ein Bau von Brücken, die an Dreh-, Hub- oder Hochbrücken auszuführen wären, würde in jedem Fall umfangreiche Rampen erfordern; auch erschweren die erheblichen Flutunterschiede bis zu 8 m und nicht unbedeutenden Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 6 kn/h jeglichen Brückenbau. Man entschloß sich daher, noch eine neue, am weitesten seawärts gelegene Fährverbindung bei Berville einzurichten, um damit den Weg von Le Havre nach Bonfleur um rd. 60 km zu verkürzen. Dieses Bauvorhaben bietet auch für deutsche Verhältnisse bemerkenswerte Einzelheiten.

Die nördliche Anfahrt besteht im wesentlichen aus einer 450 m langen Vorlandbrücke aus Eisenbeton, die auf eine 60 m weit gespannte Landebrücke führt. Diese Brücke ruht wasserseitig auf einem Prahm, der in einem Eisenbetongerüst geführt wird. Für die südliche Rampe ist dagegen eine Erdrampe als Anfahrt und ein hölzernes Führungsgerüst für den Prahm vorgesehen.

Rampen: Die nördliche Vorlandbrücke ist auf Eisenbetonrammpfählen gegründet, die Joche aus zwei bzw. vier lotrechten Pfählen in 5 und 5,5 m Abstand, sowie vier Schrägpfähle in 11,50 m Abstand bilden. Das letzte wasserseitige Joch ist durch neun weitere Pfähle zur Aufnahme der Auflagerkräfte, insbesondere bei geneigter Lage der Landebrücke verstärkt. Die Eisenbetonpfähle sind bis 22 m lang, die Öffnungen 10–15 m weit gespannt. Eine mit Asphaltblöcken gepflasterte, 5 m breite Fahrbahn wird durch zwei Fußwege von 1,20 m begrenzt; Dehnungsfugen sind in 60 m Abstand angeordnet.

Das landseitige Widerlager der Landebrücke auf dem Südufer ist massiv und auf Holzpfählen gegründet.

Führungsgerüste: Zur Führung der Landebrücken sind besondere Eisenbeton-Fachwerkkonstruktionen vorgesehen (Abb. 1) und zwar ruhen die Führungsgerüste auf je sieben 18 m langen Eisenbetonpfählen, die in drei Reihen angeordnet sind, drei Pfähle unmittelbar neben der Brücke und zwei Pfähle in zwei Reihen dahinter. Außerdem dient das Gerüst zur Auflagerung des wasserseitigen Endes der Landebrücken,

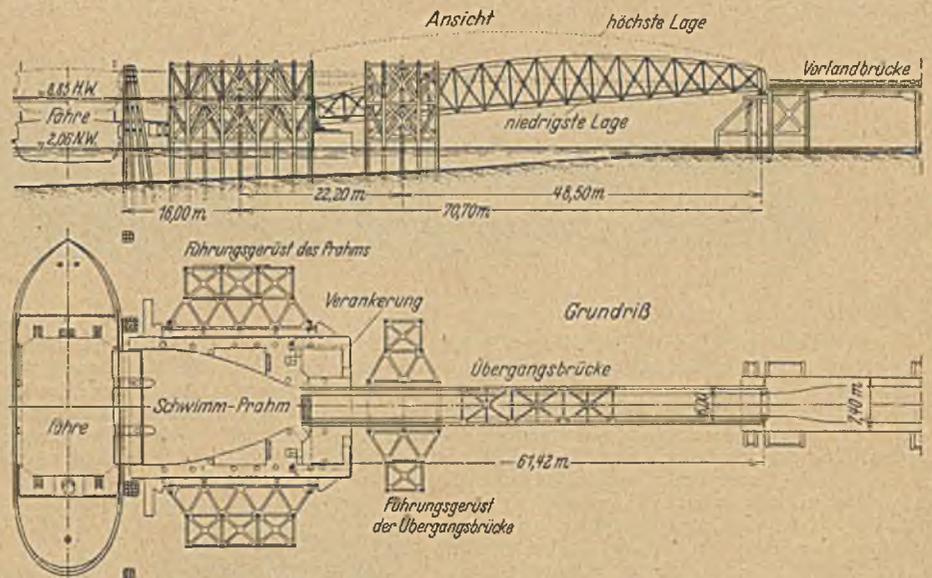


Abb. 1. Ansicht und Draufsicht der Bauwerke am nördlichen Seineufer. Links die beiden Führungsgerüste, in der Mitte die Übergangsbrücke und rechts die Zufahrtsrampe.

um bei Ausbesserungsarbeiten den Schwimmprahm ganz entlasten zu können; zu diesem Zweck verbindet ein kräftiger Eisenbetonrahmen je zwei sich gegenüberliegende Führungsgerüste.

Ähnlich ausgebildete Eisenbetongerüste (Abb. 1) sind auch zur Führung der Prahme vorgesehen, die im normalen Betriebe die wasserseitigen Auflager der Landebrücken tragen. Jedes Gerüst ruht auf

dreizehn 18 m langen Eisenbetonpfählen. Das Spiel zwischen Führungsgerüst und Prahm beträgt in Strom- und in Fahrbahnrichtung je 10 cm.

Übergangsbrücken: Die Übergangsbrücken (Abb. 1) bestehen aus 60 m langen eisernen Fachwerküberbauten, die den größten Gezeitenunterschied von 8 m ausgleichen müssen. Bei höchstem Hoch-

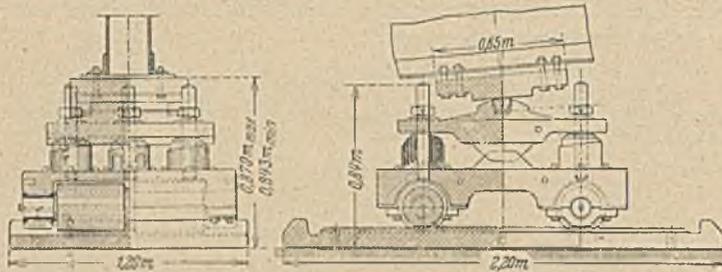


Abb. 2. Schnitte durch das bewegliche Auflager der Übergangsbrücke auf dem Prahm. Bemerkenswert sind die sechs Federn zum Ausgleich von Schräglagern und Dämpfung von Stößen bei Landungsmanövern.



Abb. 3. Einschwimmen der 60 m langen nördlichen Übergangsbrücke. Die Übergangsbrücke wurde auf der 7 km stromaufwärts gelegenen Brückenbauanstalt fertig montiert.

wasser ergibt sich eine Steigung der Fahrbahn von 1:20, bei Niedrigwasser ein Gefälle von 1:16,5; bei Mittelwasser liegen die Überbauten waagrecht. Der Abstand der Hauptträger beträgt 5,00 m, die Fahrbahnbreite der untenliegenden Fahrbahn mußte daher auf 3 m eingeschränkt werden. Nur eines der vier Auflager ist fest ausgebildet worden und zwar als Kipplager auf der Landseite. Die anderen Lager sind Rollenkipplager; die beiden Lager auf dem Prahm erhalten noch zusätzlich sechs kräftige Federn von 20 t Tragfähigkeit (Abb. 2) zur Dämpfung von Stößen und zum Ausgleich einer Schräglage des Prahms in Stromrichtung. Der Fahrbahn- und Fußwegbelag besteht aus Eichenholzpfaster. Das Gesamtgewicht einer Landebrücke beträgt 200 t, mit voller Verkehrsbelastung 400 t, so daß auf jedes Lager im Höchstfall 100 t entfallen. Die nördliche Übergangsbrücke ist von der 7 km stromauf gelegenen Eisenbauanstalt aus schwimmend eingefahren (Abb. 3), die südliche Übergangsbrücke vom Land aus vorgeschoben.

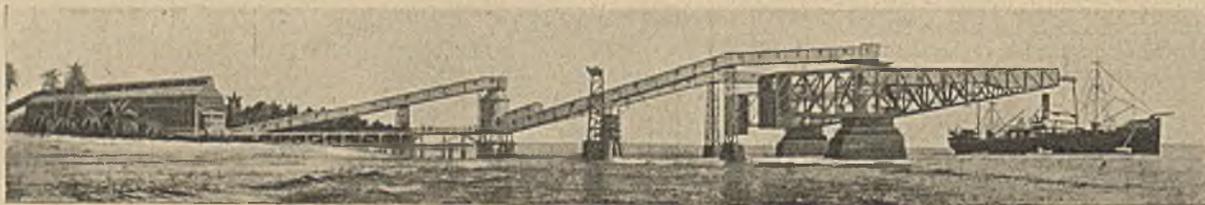


Abb. 1.

Schwimmprahme: Die eisernen Prahme (Abb. 1) haben eine Länge von 29,97 m, eine Breite von 19 m, eine Tiefe von 4,88 m und einen Tiefgang von 1,14 m. Zum Ausgleich des im Höchstfall 200 t betragenden, einseitigen Auflagerdruckes der beiden Lager der Übergangsbrücke ist der Prahm auf seiner unteren, wasserseitigen Schmalseite abgeschrägt worden. Die doppelwandig ausgebildeten Prahmwandungen sind alle 1,70 m durch Trennwände versteift; außerdem sind vierzehn wasserdichte Längsschotte eingebaut. Die auf der Verbindungsbrücke nur 3 m breite Fahrbahn erweitert sich auf dem Prahm trichterförmig bis auf 15 m; sie bildet am wasserseitigen Ende drei Ein- bzw. Ausfahrten mit zwei dazwischen liegenden Inseln für die Fahrscheinkontrollen. Drei dazugehörige Fahrbahnklappen sind am Prahm gelenkig angeschlossen und werden elektrisch bedient. Außerdem sind auf dem Prahm zwei benzinelektrische Aggregate von je 25 PS für die Stromversorgung und Kohlenbunker mit 70 t Fassungsvermögen untergebracht, die für einen dreißigtägigen Bedarf des Fährbootes ausreichen.

Schließlich werden zwei Behälter für Trink- und Belastungswasser mit insgesamt 55 t Fassungsvermögen vorgesehen, die beide auch zur Regelung des Prahmtiefganges benutzt werden können. Sechzehn elastische, waagrecht liegende Puffer mit Federn aus nichtrostendem Stahl übernehmen die stoßfreie Führung des Prahms; davon acht in Richtung der Fahrbahnachse und acht in Stromrichtung, also besonders bei Stößen infolge von Landungsmanövern. Aus Sicherheitsgründen sind außerdem noch vier Verankerungen vorgesehen.

Fährboot: Das 45,30 m breite Fährboot ist mit zwei Dreizylinder-Verbund-Dampfmaschinen von je 350 PS ausgerüstet. Zwei Schrauben mit 160 Umdr/min können dem Boot eine Höchstgeschwindigkeit von 9 kn/h (größte Stromgeschwindigkeit 6 kn/h) ermöglichen. Das Deck für die Fahrzeuge ist 24,70 m lang und 14 m breit und kann etwa 20 Personenkraftwagen aufnehmen; dieser rd. 345 m² große Platz ist mit einer 6 cm dicken Eisenbetonabdeckung versehen. Für Fußgänger sind in zwei darunterliegende Decks Räume mit zusammen 166 Sitz- und 100 Stehplätzen eingebaut.

Verkehr: Die Überfahrt erfolgt in Abständen von 30 Minuten; der größte Verkehr tritt im Sommer ein. Er betrug im August 1933 bereits 255 Kraftwagen, 8996 Pferdefuhrwerke, 654 Motorräder und 52 890 Fahrräder und Fußgänger, wobei der Preis für die Überfahrt von Kraftwagen je nach Gewicht 6–40 Frs, je Motorrad 3 Frs, je Pferdefuhrwerk 4,80 Frs und je Fußgänger 0,55 Frs beträgt. Die Gesamteinnahme im ersten Betriebsjahr belief sich bereits auf 1,1 Millionen Frs, so daß der Bau eines zweiten Fährbootes geplant wird.

Das bemerkenswerte Bauvorhaben zeigt jedenfalls, daß bei den vorliegenden ungünstigen Stromverhältnissen auch ein derartiger neuzeitlicher Fährverkehr als ausreichender Ersatz eines zur Zeit wirtschaftlich kaum zu rechtfertigenden Brückenbaues angesehen werden kann. (Nach Génie Civil [1933], Heft 1 vom 6. Januar 1934.)

R. Bhd.

Verladeanlagen im Stillen Ozean.

Auf der Koralleninsel Nauru, einer der ehemaligen deutschen Niederlassungen im Stillen Ozean, ist eine eigenartige Anlage zum Verladen von Phosphat, dem wichtigsten Ausfuhrgut der Insel, geschaffen worden. Es fehlt dort an einem Hafen; ein Riff erstreckt sich etwa 120 m in das Meer, so daß die Schiffe in dieser Entfernung vom Lande bleiben müssen; dieser Abstand muß durch die Verladeanlage überbrückt werden (Abb. 1). Zwei ansteigende Bandförderer dienen diesem Zweck. Der erste von ihnen mit einem 90 cm breiten Förderband verbindet in 80 m Länge ein Lagerhaus auf der Insel, in dem 12 000 t Phosphat Platz finden, mit einem runden Zwischenbehälter von 250 t Aufnahmefähigkeit, von dem ein Doppelband weiter seawards führt. Die letztgenannten Bänder endigen auf einem Doppelpfeiler über den Drehpunkten von zwei schwenkbaren Auslegern, die wieder mit Förderbändern versehen sind. Auf den Pfeilern ruht ein

Rahmen aus Stahlträgern von 9,15 m Seitenlänge. Dieser trägt eine Rollbahn von 8,5 m Durchmesser, auf der sich die Ausleger drehen. Am Ende der 52,5 m langen Ausleger befindet sich ein bis auf 8,5 m ausziehbarer Schüttrichter. Die Ausleger werden so geschwenkt, daß der Schüttrichter über die zu beladenden Schiffe zu liegen kommt, die hier angebunden werden, dabei aber unter Dampf bleiben müssen, um bei den in

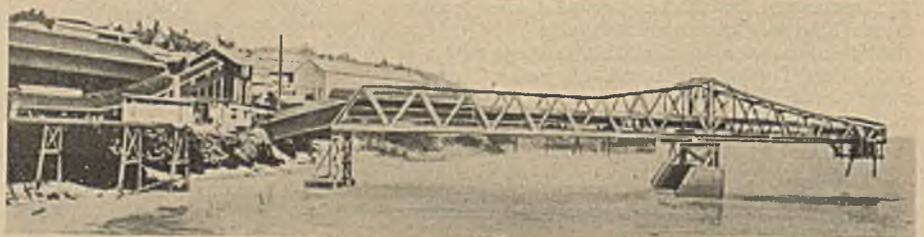


Abb. 2.

jener Gegend plötzlich auftretenden Stürmen manövriertfähig zu sein. Die als Fachwerke ausgebildeten Ausleger sind durch Betongewichte am hinteren Arm ausgewogen. Die Ausleger laufen auf 48 Rollen von 25 cm Durchmesser und 45 cm Länge, die ihrerseits mit Rollenlagern versehen sind. Zum Antrieb dient ein 30-PS-Motor mit Zahnradübertragung.

Das 73 m lange, 11,9 m breite Lagerhaus am Lande ist frei von allen Einbauten; auch die das Dach in 3 m Abstand tragenden Säulen stehen außerhalb der Wand. Das ganze Haus wird in 5 m Höhe von einem waagerechten Träger umgeben, der den vom Lagergut herrührenden Innendruck aufnimmt. Auch diesem Lagerhaus wird das Gut durch ein Förderband zugeführt, das unter dem Dach einmündet; ein weiteres Förderband verteilt das Gut im Inneren des Lagerhauses. Aus diesem gelangt

es durch 24 Auslässe auf das Förderband, das die Bewegung seewärts übernimmt. Die beweglichen Teile der Anlage werden vom Lande angesteuert. Die Leistungsfähigkeit der Anlage beträgt 550 t in der Stunde.

Die Anlage hat sich so gut bewährt, daß eine zweite ähnliche bestellt worden ist, bei der das Lagerhaus 16 000 t aufnehmen kann.

Auf einer benachbarten Insel befindet sich eine ähnliche Anlage für 180 t Stundenleistung (Abb. 2). Der Ausleger ist dort im ganzen 89,2 m lang, sein Auslegerarm hat eine Länge von 38,65 m. Neben dem Förderband liegt hier ein Gleis, auf dem Karren von 0,76 m³ Inhalt das Phosphat an die Ausschüttstelle bringen können, wenn etwa der Antrieb der Förderbänder versagt.

W e r n e k k e.

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

Allgemeine Einführung der in Din 1350 und Beiblatt festgelegten Zeichen.

Die 4. Ausgabe des vor einiger Zeit an die Reichsbahndirektionen versandten Din-Blattes 1350 betr. Zeichen für Festigkeitsberechnungen ist entsprechend seiner Bezeichnung ursprünglich zur Festlegung der in technischen Berechnungen des Hoch-, Ingenieur- und Maschinenbaues innerhalb Deutschlands anzuwendenden Zeichen herausgegeben worden. Das Blatt enthält aber auch Zeichen und Bezeichnungen, die allgemein im Schriftverkehr und bei Herausgabe von Druckschriften und dgl. gebraucht werden. Ein Teil der Zeichen ist aus den vom Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen beratenen Din-Blättern 1301 bis 1304 in das Normenblatt 1350 übernommen worden. Für die Allgemeinheit wichtig sind die Zeichen für die Maßeinheiten, die allgemeinen mathematischen Zeichen (+, — usw.) sowie die Bezeichnung der Walzerzeugnisse (Formstahl, Bleche). Erwähnt seien ferner die Bezeichnung m² für Quadratmeter (n i c h t qm), cm³ für Kubikzentimeter (n i c h t c c m³), % für vom Hundert, die Bezeichnungen h, m bzw. min, s für Stunde, Minute, Sekunde und für die Uhrzeit.

Die Zeichen sind systematisch so aufgebaut, daß Strecken im allgemeinen mit kleinen lateinischen Buchstaben, Flächen und Kräfte mit großen lateinischen Buchstaben und Beiwerte mit kleinen griechischen Buchstaben bezeichnet werden.

Die Zeichen sind vielfach erst nach langen Verhandlungen zwischen den maßgebenden Stellen unter Mitwirkung der Reichsbahn festgelegt worden und sind als „Normblatt“ zur Erzielung der Einheitlichkeit für das ganze Reichsgebiet maßgebend. Wo bei der Reichsbahn im Schriftverkehr — auch im nichttechnischen Dienst — Zeichen der genannten Art (insbesondere der Seiten 2 und 3 des Din 1350) gebraucht werden, sind daher in Zukunft allein die dort festgelegten Zeichen zu verwenden. Dies gilt insbesondere auch bei neuen Vorschriften und Bedingungen und beim Neudruck bestehender Vorschriften und Bedingungen.

In Druckschriften, die im übrigen — soweit wie möglich — in deutscher Schrift (Fraktur) herzustellen sind, werden für die etwa darin vor-

kommenden Bezeichnungen aus Din 1350 unter Beachtung der Fußnote 1 auf Seite 2 lateinische kursive bzw. gerade (senkrechte) Buchstaben verwendet.

Unsere Verfügung — 85 D 10139 — vom 27. Juni 1925 (abgedruckt in der „Reichsbahn“ Nr. 27/1925) wird hierdurch aufgehoben.

Bei F e s t i g k e i t s b e r e c h n u n g e n für die Reichsbahn sind bis auf weiteres die in der soeben erschienenen 3. Auflage der BE (Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken) enthaltenen Zeichen maßgebend, die mit Din 1350 übereinstimmen; die BE enthält über Din 1350 hinaus einige im Normenausschuß noch nicht endgültig angenommene Zeichen, die für die Allgemeinheit unwesentlich sind.

Hafenbautechnische Schau in Frankfurt a. M. vom 6. bis 16. September 1934.

Anläßlich der Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft, die vor 20 Jahren in Berlin gegründet wurde, findet in der Zeit vom 6. bis 16. September 1934 zum ersten Male in Deutschland eine große „Hafenbautechnische Schau“ statt, die als eine Ausstellung für Bau, Ausrüstung und Betrieb der deutschen See- und Binnenhäfen durchgeführt wird.

Über die einzelnen Ausstellungsgegenstände finden in der Woche vom 8. bis 16. September besondere Vorträge statt. Mit dieser Ausstellung wird zum ersten Male ein vollständiger Überblick über den Stand der deutschen Hafenbautechnik geboten. Die Ausstellung soll deutlich zum Ausdruck bringen, welche Rolle die deutschen See- und Binnenhäfen als Auftraggeber für den Binnenmarkt spielen.

Auch für das Ausland wird die Ausstellung besonders zugkräftig wirken, da bekanntlich der deutsche Hafenbau vorbildlich maßgebend für die Erstellung und den Neubau ähnlicher Anlagen und für deren, zeitgemäße Umgestaltung und betriebliche Verbesserung ist.

Die technische und organisatorische Durchführung der Ausstellung liegt in den Händen der Messe- und Ausstellungsgesellschaft m. b. H. Frankfurt a. M., Haus Offenbach, Holenzollernplatz 47.

PATENTBERICHT.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 19 vom 9. Mai 1934 und vom gleichen Tage ab im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 19 a, Gr. 15. S 102 616. Société Anonyme d'Angleur Athus, Tilleur, Belgien; Vertr.: R. Brede u. Dipl.-Ing. L. Hammersen, Pat.-Anwälte, Köln. Schienenstoßverbindung mit Laschen, die sich auf der Schiene nur an den Schienenenden abstützen. 31. XII. 31. Belgien 22. VI. 31.
- Kl. 19 a, Gr. 26. K 120 943. Friedrich Körner, Düsseldorf. Eisenbahnschienenverbindung durch ganzflächig mit den Schienenstegenden mittels Widerstandsschweißung verbundenen Laschen. 20. VI. 31.
- Kl. 19 d, Gr. 5. V 27 892. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf. Einrichtung zur Vermeidung von unzulässigen Verwindungen der Brückenklappe von einseitig beanspruchten Klappbrücken. 3. III. 32.
- Kl. 20 i, Gr. 11/01. V 27 377. Vereinigte Eisenbahn-Signalwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Elektrische Weichenstellvorrichtung. 6. X. 31.
- Kl. 20 i, Gr. 29. V 28 417. Vereinigte Eisenbahn-Signalwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Schaltanordnung für Eisenbahnsicherungsstromkreise. 8. VII. 32.
- Kl. 20 i, Gr. 31. V 29 191. Vereinigte Eisenbahn-Signalwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Schienenkontakteinrichtung. 11. II. 33.
- Kl. 36 d, Gr. 5/01. E 43 407. Wilhelm Ewertz, Dinslaken. Schornsteinaufsatz. 13. X. 32.
- Kl. 37 a, Gr. 1. K 128 946. Dr.-Ing. Karl Kammüller, Karlsruhe-Rüppurr. Holzdecke mit eisenbewehrten Rippen. 8. II. 33.

- Kl. 37 a, Gr. 4. T 40 785. Philipp Tange, Dortmund. Tragfähige Wand aus einer wetterfesten Außenschale, einer isolierenden Innenschale und mit einer Betonfüllung. 30. V. 32.
- Kl. 42 c, Gr. 2/01. G 83 013. Dipl.-Ing. Wilhelm Guntermann, Berlin. Aufrollbarer Stab für Stative, Stützen, Träger u. dgl.; Zus. z. Pat. 589 791. 30. VI. 32.
- Kl. 84 c, Gr. 1. F 104 30. The François Cementation Company, Limited, London, u. Abram Rupert Neelands, Doncaster, England; Vertr.: Dr. K. Michaelis u. Dr. H. Joseph, Pat.-Anwälte, Berlin W 50. Verfahren zum Verfestigen lockerer Böden. 14. X. 30. Großbritannien. 28. VIII. 30.
- Kl. 84 c, Gr. 2. B 145 367. Dipl.-Ing. Friedrich W. Brusck, Kiel, und Enno Becker, Bremen. Spund- oder Uferwand aus I-Eisen; Zus. z. Pat. 583 471. 11. IV. 29.
- Kl. 84 c, Gr. 4. H 131 106. Hoesch-Köln-Neuessen, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Dortmund. Steuerventil für einen kombinierten Rammhämmer und Pfahlzieher. 22. III. 32.
- Kl. 85 b, Gr. 1/01. R 18 30. Aktiengesellschaft für Hydrologie, Basel, Schweiz; Vertr.: O. Ritschel, Duisburg a. Rh., Gabrielstr. 27. Beschleunigung und Vervollständigung der Enthärtung von Wasser. 2. V. 30.
- Kl. 85 c, Gr. 1. G 81 291. Gutehoffnungshütte Oberhausen Akt.-Ges., Oberhausen i. Rhld. Verfahren zur Klärung von schlammhaltigen Abwässern. 2. XII. 31.
- Kl. 85 c, Gr. 6/05. S. 99 981. Dr. Friedrich Sierp, Essen-Stadtwald, und Ferdinand Fränsemeier, Essen-Rellinghausen. Verfahren zur Innehaltung der für die anaerobe Ausfäulung von Abwasser-schlamm optimalen Wasserstoffionenkonzentration. 24. VII. 31.

BUCHBESPRECHUNGEN.

Winkel, Richard: Die Grundlagen der Flußregelung (einschl. Stauregelung und Theorie der Schiffschleusung). 17 × 24,5 cm. VIII/66 Seiten mit 43 Textabb. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1934. Preis geh. RM 4,80.

Der Verfasser hat als langjähriger treuer Mitarbeiter Krey's an der Preussischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin sein Werk dem Gedenken des hervorragenden Forschers und Ingenieurs gewidmet. Neben einer großen Anzahl eigener Aufsätze bilden zahlreiche Arbeiten von Krey, die in verschiedenen Zeitschriften erschienen waren, die Grundlage des Buches.

In ausgezeichnete klarer Weise hat der Verfasser es verstanden, die beiden Gebiete, die behandelt werden: die Flußregelung und die Stauregelung der Flüsse, darzulegen.

Die außerordentlich schwierige und noch keineswegs restlos geklärte Frage der Bewegungsart des Flußgeschiebes, die Krey auf theoretischem Wege, durch Versuche unterstützt, zu klären bemüht war, ist durch weitere Versuche, die Winkel in seinem Laboratorium unternahm, gefördert worden. Winkel kann der Zustimmung aller um die Förderung unserer Wissenschaft sich bemühenden Wasserbauer versichert sein, wenn er den Wunsch ausspricht (S. 33), daß, wenn die Möglichkeit besteht, Mengenbestimmungen von bewegtem Geschiebe — seien sie auch nur roh — in der Natur durchzuführen, von dieser Möglichkeit recht weitgehender Gebrauch gemacht werden sollte. „Solche Ergebnisse dürften aber nicht als Amtsgeheimnis in den Akten vergraben werden.“

Dankenswert ist es auch, daß auf das Ergebnis hingewiesen wird, das Grantz bei den Versuchen erzielte, die er im Wasserbaulaboratorium der Technischen Hochschule Berlin durchführte, daß bei der hydraulischen Berechnung des Hochwassers die Wassertiefe des flachen Teiles (des überfluteten Vorlandes) mit zu dem benetzten Umfang des tiefen Teiles berechnet werden muß. Etwas gewagt scheint mir aber die Schlußfolgerung, die Winkel aus den Geschiebeablagerungen im Rheindelta des Bodensees zieht. Winkel errechnet (S. 42) aus diesen Ablagerungen eine Höhenabnahme der Alpen des Rheingebietes von 1 m in 2500 Jahren. Er übersieht dabei, daß in der Hauptsache diese Ablagerungen von einer Verbreiterung und Vertiefung der Schluchten und Täler herrühren. Nach Fertigstellung des Fussacher Durchstichs und durch die Flußregelung hat auch die Vertiefung der Rheinsohle hierzu beigetragen.

Sehr wertvoll ist der letzte und zum ersten Male zusammenhängend veröffentlichte Abschnitt des Buches, der die Schiffschleusung und die Mittel zur Erzielung einer ruhigen Lage des Schiffes während des Schleusungsvorganges behandelt.

Das Buch kann als eine außerordentlich wertvolle Bereicherung unserer Literatur jedem, der sich mit den darin behandelten Fragen zu befassen hat, wärmstens empfohlen werden. G. de Thierry.

Neményi, Paul: Wasserbauliche Strömungslehre. Gr.-8°. VIII/275 Seiten mit 324 Textabb. Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1933. Preis brosch. RM 28,—; geb. RM 29,80.

Die Strömungserscheinungen, mit denen der Wasserbauer zu tun hat, bieten sicherlich einer systematischen Methodik, wie sie auf anderen Gebieten, namentlich denen des Maschinenbaus unter Benutzung der neueren Strömungslehre schon länger so erfolgreich angewendet wird, besondere Schwierigkeiten. Jedoch kann auch hier nur diese Methodik eine definitive Klärung der vielen noch strittigen Fragen bringen.

Es ist sehr zu begrüßen, daß das neue Buch von Neményi tatsächlich eine Systematik der wasserbaulichen Strömungslehre nach den Grundsätzen der modernen Strömungsphysik bringt. Im ersten Teil wird die moderne Theorie der Ähnlichkeitsgesetze und des Modellversuches gründlich erörtert und dann die vom praktischen Standpunkt aus allein in Frage kommende turbulente Strömung behandelt, wobei der Begriff der Turbulenz grundsätzlich klar gestellt wird. Der zweite Teil befaßt sich mit den Strömungen in geschlossenen Leitungen. Die Ergebnisse der Göttinger Schule für stationäre Strömungen werden übersichtlich dargestellt; aber auch sonstiges Versuchsmaterial, insbesondere für technisch wichtige Absperrorgane wird wiedergegeben und diskutiert. Sodann enthält dieser Teil auch die Darstellung nichtstationärer Strömungen, wie z. B. die Schwingungen in Rohrleitungen und Wasser-schlössern. Schließlich werden in einem Anhang zu diesem Teil Gesichtspunkte für die Konstruktion von Rohrleitungen gegeben. Der dritte Teil wendet sich zu dem eigentlichen wasserbaulichen Gebiete und behandelt die Strömung in offenen Gerinnen mit fester Sohle. Hier ist der Verfasser bestrebt, die in der modernen Forschung entwickelten und in den vorausgehenden Teilen bereits erörterten Begriffe auf die verwickelteren Strömungen in offenen Gerinnen sinngemäß anzuwenden. Die zeitlich unveränderlichen Strömungen sind sehr ausführlich behandelt. Eine verhältnismäßig kurze Erörterung der nichtstationären Wasserbewegung (Schwall- und Wellenbildung) schließt sich an. Im vierten Teil kommt eines der schwierigsten Probleme des modernen Wasserbaues, nämlich die Geschiebeführung in natürlichen Wasserläufen

einschließlich des Eisbetriebes zur Sprache. Hier wird betont, daß noch grundlegende Versuche nötig sind, um Unterlagen für eine rationelle Theorie zu schaffen. Im fünften Teil wendet sich der Verfasser zu der Sickerströmung, insbesondere der Grundwasserbewegung. Hier liegen wenigstens für gewisse durchlässige Materialien genügend grundlegende Versuche vor, um eine mathematische Theorie unter Verwendung höherer Methoden aufzubauen, die mit der Erfahrung in Einklang steht. In einem kurzen sechsten Teil wird der allseitig freie Wasserstrahl und sein Zerfall besprochen. Die Kürze dieses Abschnittes erklärt sich daraus, daß dieses technisch wichtige Problem trotz vieler interessanter Einzelversuche als Ganzes noch nicht geklärt ist. In einem Anhang werden technische Hilfsmittel der wasserbaulichen und allgemeinen hydraulischen Arbeit, insbesondere eine Reihe von Apparaten anschaulich beschrieben.

Das Buch zeichnet sich durch klare Begriffsbildung aus, die stets bemüht ist, bis zum physikalischen Grund der Erscheinung vorzudringen und nicht bei rein formalen Ansätzen stehen zu bleiben. Der Verfasser tritt der Fülle der Versuchsresultate und den von vielen Forschern daraus gezogenen Schlußfolgerungen mit gründlicher sachlicher Kritik gegenüber. Die gesamte Literatur ist ausführlich und sorgfältig berücksichtigt. Dem Wasserbauer wird das Buch ein wertvoller Leitfaden sein, aber auch der Maschinenbauer kann aus ihm eine Reihe nützlicher Anregungen schöpfen. Prof. W. Spannhake.

Bohny, Carl M.: Hängebrücken. Beiträge zu ihrer Berechnung und Konstruktion. 17 × 24 cm. IV 94 S. mit 61 Textabb. und 16 Taf. Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1934. Preis geh. RM 10.—.

Die Arbeit behandelt dasselbe Thema, wie s. Z. die Dissertation¹ des Vaters des Verfassers, beschränkt sich aber auf die im Widerlager verankerten Hängebrücken mit einfachen Balken als Versteifungsträgern. Der erste Teil bringt in Anlehnung an Steinman² fertige Formeln für die Kräfte und Durchbiegungen nach der gewöhnlichen Methode, Untersuchungen über den Einfluß der Abmessungen des Tragwerkes und über die günstigsten Abmessungen sowie ein Näherungsverfahren zur Berechnung der Kräfte infolge Winddruckes. Die genaue Untersuchung nach dem Verfahren von Domke in der Festschrift zu Müller-Breslau 60. Geburtstag erfordert freilich nicht viel mehr Arbeit.

Es folgt die „genauere“ Berechnung mit Berücksichtigung der Formänderungen, die Durchrechnung eines Beispiels nach beiden Methoden und ein Abschnitt über die Zusammenhänge zwischen ihren Ergebnissen.

Der zweite Teil behandelt die Konstruktion der Hängebrücken: Material und Ausführung der Ketten und Kabel, die Nebenspannungen in ihnen, die Frage: Kabel oder Kette?, Besprechung der Verbindungen der Kettenglieder, der Anschlüsse der Kabel an die Verankerung, der Hängestangen an Hängegurt und Versteifungsträger, die Ausbildung der Widerlager und der Verankerungen werden in knappen Abschnitten behandelt, die trotz ihrer Kürze ein gutes Bild des heutigen Standes des Hängebrückenbaues geben. Daß unter den Beispielen amerikanische Ausführungen überwiegen, liegt in der Natur der Sache.

In der Arbeit ist eine große Menge theoretischer Untersuchungen und konstruktiver und praktischer Erfahrungen verarbeitet und in knapper Form zusammengefaßt. Sie dürfte, ähnlich wie s. Z. die Arbeit des Vaters des Verfassers, den Bau der Hängebrücken in Deutschland weitgehend beeinflussen und hoffentlich beleben.

Das Werkchen ist für alle Brückenbauer und Studierenden sehr wertvoll. Zu bemängeln ist eigentlich nur das fast völlige Fehlen von Literaturangaben. Daß die Ausstattung des Buches den höchsten Anforderungen genügt, ist bei dem Verlage selbstverständlich.

Müllenhoff.

¹ Bohny, F., Dr.-Ing.: Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken. Leipzig 1905, W. Engelmann.

² Steinman, D. B.: Suspension bridges. New York 1929, Wiley u. Sons.

NEUERSCHEINUNGEN.

Schlöpfer, P. und G. Berger: Untersuchungen über die Eigenschaften des Mono-, Di- und Trikalziumsilikates und des Mono-, Pentatri- und Trikalziumaluminates. Mitteilung aus der Eidg. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. in Zürich. Bericht Nr. 67. Juli 1933. 21 × 30 cm. 64 Seiten mit 28 Abb.

Roß, M.: Spundwandeseisen, System Larssen der Dortmund-Hörder Hüttenverein-Aktiengesellschaft, Dortmund. Ergebnisse der an der Eidg. Materialprüfungsanstalt der E. T. H. in Zürich in den Jahren 1932—1933 durchgeführten Untersuchungen. Bericht Nr. 70. Juli 1933. 21 × 30 cm. 12 Seiten mit 6 Abb.