

DER STAHLBAU

Schriftleitung:

Dr.-Ing. A. Hertwig, Geh. Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Technische Hochschule

Fernsprecher: C I Steinplatz 0011

Professor W. Rein, Breslau, Technische Hochschule. — Fernsprecher: Breslau 421 61

Beilage
zur Zeitschrift

DIE BAUTECHNIK

Fachschrift für das ge-
samte Bauingenieurwesen

Preis des Jahrganges 10 RM und Postgeld

6. Jahrgang

BERLIN, 10. November 1933

Heft 23

Alle Rechte vorbehalten.

Das Schiffshebewerk Niederfinow

unter besonderer Berücksichtigung des Stahlbauwerkes.

Von Ministerialdirektor Dr.-Ing. chr. Gährs, Berlin.

(Nach einem Vortrage auf der Hauptversammlung des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Berlin, am 13. Juni 1933.)

In Zeiten der ungewöhnlichen allgemeinen Wirtschaftskrisis, die nach Ausmaß und Dauer wohl eine der schwersten ist, die jemals die Menschheit und besonders Deutschland betroffen haben, ist nicht weit von Berlin bei Niederfinow in der Nähe von Eberswalde ein Bauwerk errichtet und

Dinge in einem Vortrag gebührend zu würdigen. Es muß daher wegen vieler interessanter Einzelheiten auf die bereits erfolgten Veröffentlichungen in der „Bautechnik“, im „Stahlbau“ und im „Zentralblatt der Bauverwaltung“ verwiesen werden. Heute will ich mich darauf beschränken, einen allgemeinen Überblick über das Hebewerk und seine Vorgeschichte zu geben, dabei aber dem Interesse der Mitglieder des Deutschen Stahlbau-Verbandes entsprechend etwas näher auf den Entwurf und die Aufstellung der Stahlbauteile eingehen.

Das Schiffshebewerk liegt am Hohenzollernkanal, der in nordöstlicher Richtung von der Havel zur unteren Oder führt und besonders wichtig ist als Verbindung von Berlin mit Stettin und der Ostsee. Abb. 1 zeigt die Linienführung des Kanals, der bekanntlich 1914 an Stelle des von Friedrich dem Großen erbauten Finowkanals trat, da dieser nur

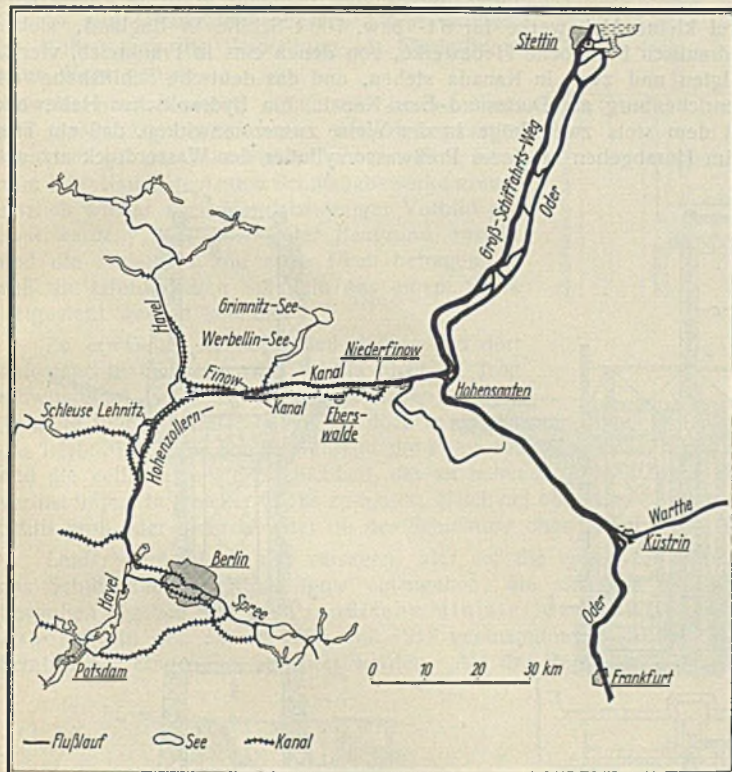


Abb. 1.
Großschiffahrtweg Berlin—Stettin.

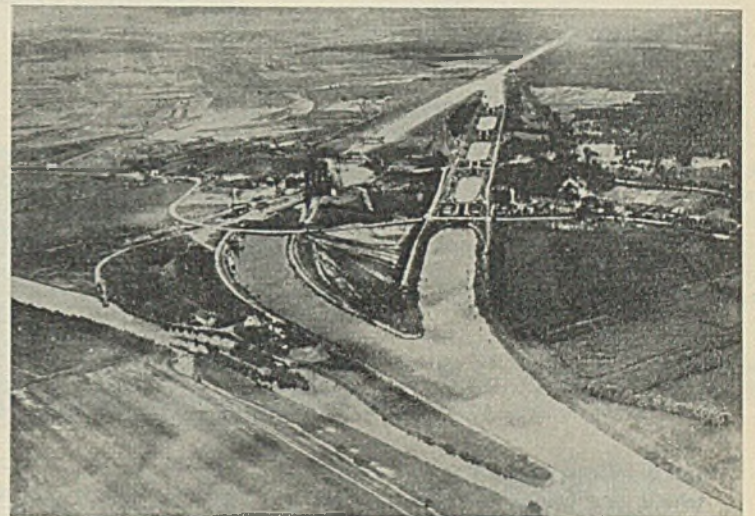


Abb. 2. Der zweite Abstieg mit dem Schiffshebewerk
neben der alten Schleusentreppe.

jetzt annähernd vollendet worden, das als eines der bedeutendsten technischen Werke der letzten Zeit angesprochen werden muß, bedeutend nicht nur wegen seiner ungewöhnlichen Abmessungen, sondern auch wegen seiner ganzen Eigenart und der an ihm wirkenden ungewöhnlich großen Kräfte.

Das Problem der Überwindung großer Höhen an den Wasserstraßen und die dafür in Frage kommenden Mittel (Schleusentreppe, schiefe Ebene oder senkrecht Hebewerk) hat die Fachwelt jahrzehntlang beschäftigt, und es ist darüber im Schrifttum und in Vorträgen häufig berichtet worden. Für den besonderen Fall Niederfinow sind in dieser Beziehung sehr sorgfältige Ermittlungen angestellt worden, deren lange Dauer die Größe der Schwierigkeiten erkennen läßt, die zu überwinden waren. Die Untersuchungen führten zur Wahl eines Hebewerkes und zur Aufstellung eines entsprechenden Entwurfes. Hierbei wie auch bei der späteren Bauausführung boten die recht ungünstigen Untergrundverhältnisse, die maschinellen Antriebs- und Sicherheitseinrichtungen, die zusammen mit der gewaltigen Stahlkonstruktion das Hebewerk zu einer einzigen großen Maschine machen, so viele und schwierige Einzelaufgaben, daß es unmöglich ist, alle diese

Fahrzeuge bis zu 225 t Tragfähigkeit aufnehmen konnte und wegen seiner vielen Schleusen auch sonst den Verkehrsanforderungen nicht mehr gewachsen war. Der Hohenzollernkanal steigt bei Niederfinow von seiner Scheitelhaltung zur Oderniederung herab und hat dabei ein Gefälle von rund 36 m zu überwinden, das bisher durch eine Schleusentreppe mit vier Sparschleusen von je 9 m Höhe vermittelt wird, die gleichzeitig zwei Schiffe von Finowmaß oder ein größeres Fahrzeug bis zu etwa 750 t Tragfähigkeit aufzunehmen vermögen.

Das Schiffshebewerk hat den Zweck, neben der Schleusentreppe einen 2. Abstieg zu schaffen, der den Höhenunterschied von 36 m in einem Hub überwindet. Zum Bau des 2. Abstieges war die Reichswasserstraßenverwaltung gezwungen, weil eine der Schleusen infolge des schlechten Baugrundes so schadhaf geworden ist, daß sie eine längere Instandsetzung erfordert, und weil ferner der gesteigerte Verkehr der Wasserstraße eine größere Leistungsfähigkeit bedingt, als die Schleusentreppe sie aufweist. Aus diesem Grunde hat der Trog des Schiffshebewerkes eine nutzbare Länge von 85 m, eine lichte Weite von 12 m und eine nutzbare Wasser-

tiefe von 2,50 m erhalten, Abmessungen, die gleichzeitig vier Schiffe des noch sehr häufig vorkommenden Finowmaßes oder zwei bis drei entsprechend größere Fahrzuge oder auch ein Schiff von 1000 t Tragfähigkeit aufzunehmen vermögen.

Abb. 2 zeigt, wie der neue Abstieg neben der Schleusentreppe angelegt wurde, indem man von deren Oberhafen einen zweiten Oberhafen abzweigte, diesen bis zur Oberkante des zu überwindenden Hanges fortführte, am Fuß des Hanges das Hebewerk errichtete und dieses durch eine Kanalbrücke mit dem Oberhafen und durch einen gekrümmten Unterhafen mit der unteren Kanalfortsetzung in Verbindung brachte. Durch Herablassen eines Sicherheitstores im Oberhafen kann bei Undichtigkeit

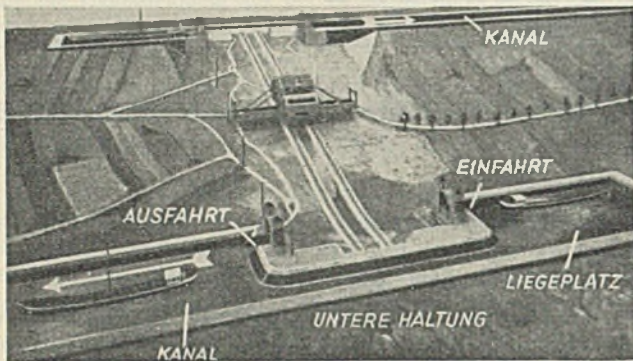


Abb. 3. Vorschlag der MAN. zur Überwindung des Höhenunterschiedes mittels einer quergeneigten Ebene.

an der Kanalbrücke oder am Hebewerk das Auslaufen des Kanals verhindert werden.

Nach dem Preußischen Wasserstraßengesetz von 1905, das die Grundlage des Hohenzollernkanals und auch schon des 2. Abstieges bildet, hätte als 2. Abstieg auch eine 2. Schleusentreppe oder eine geneigte Ebene in Frage kommen können. Eine 2. Schleusentreppe erwies sich

worden und seit Jahrzehnten in Betrieb ist, kam für größere Schiffe nicht in Betracht.

So blieb nur ein senkrechtcs Hebewerk übrig. Hierfür boten sich als Vorbild die zehn auf der Welt vorhandenen Schiffshebewerke, nämlich

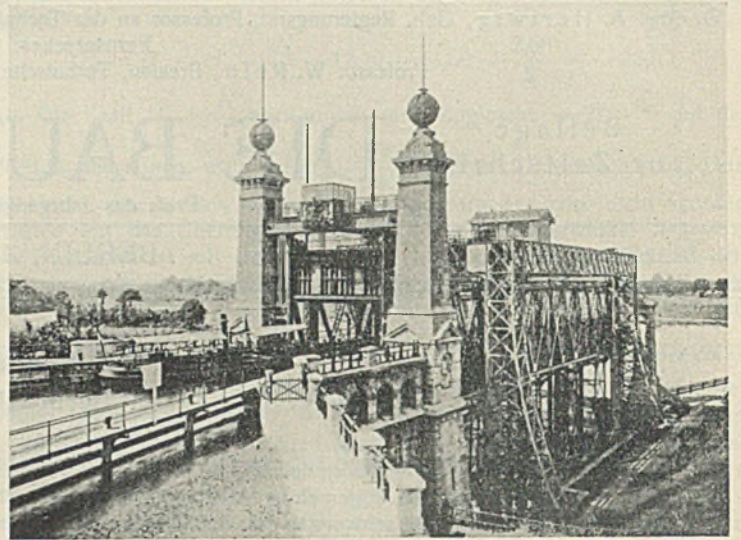


Abb. 4. Schiffshebewerk Henrichenburg.

zwei kleine Hebewerke für 8 t- bzw. 100 t-Schiffe in England, sieben hydraulisch betriebene Hebewerke, von denen eins in Frankreich, vier in Belgien und zwei in Kanada stehen, und das deutsche Schiffshebewerk Henrichenburg am Dortmund-Ems-Kanal. Ein hydraulisches Hebewerk, bei dem stets zwei Tröge in der Weise zusammenwirken, daß ein Trog beim Herabgehen in einem Preßwasserzylinder den Wasserdruck erzeugt,

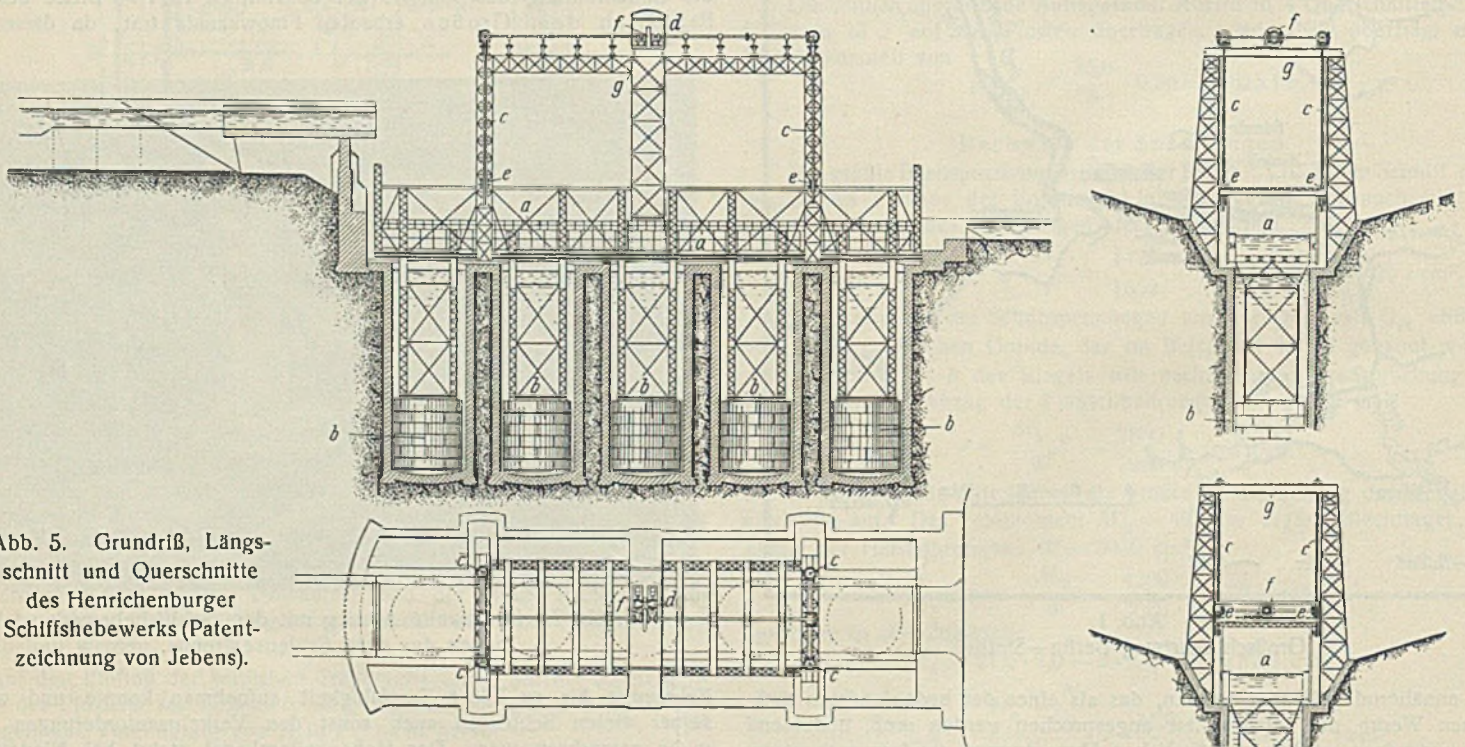


Abb. 5. Grundriß, Längsschnitt und Querschnitte des Henrichenburger Schiffshebewerks (Patentzeichnung von Jebens).

als unwirtschaftlich, vor allem weil der Hohenzollernkanal nicht genügend Wasser führt, um eine 2. Schleusentreppe zu speisen. Man hätte daher das Schleusenwasser ständig wieder hochpumpen müssen. Auch bestanden wegen der schlechten Untergrundverhältnisse im Hange Bedenken gegen eine 2. Schleusentreppe. Wie die Frage mit Hilfe einer quergeneigten Ebene hätte gelöst werden können, zeigt Abb. 3, die einen Vorschlag der MAN. darstellt, bei dem der Trog samt Wasser und Schiff, durch Gegengewichte ausgeglichen, auf Schienen den Hang hinauf- oder hinabgefahren werden sollte. Es wäre dabei aber nötig gewesen, die durch das Hebewerk zu verbindenden Kanalstücke parallel an den zu überwindenden Hang heranzuführen, während in Niederfinow, wie Abb. 2 zeigte, der vorhandene Hohenzollernkanal beiderseits senkrecht auf diesen Hang trifft. Auch einer solchen Lösung hätte der vorhandene schlechte Baugrund Schwierigkeiten bereitet. Eine längsgeneigte Ebene, wie sie für kleine Schiffe von 50 t Tragfähigkeit am Oberländischen Kanal mehrfach angeordnet

der mittels eines 2. Preßwasserzylinders den anderen Trog hebt, ist jedoch nur für eine Troglänge von etwa 41 m und eine Hubhöhe bis zu rd. 19 m angewendet worden. Bei einem 85 m langen Trog und 36 m Hubhöhe, wie sie in Niederfinow benötigt werden, hätten sich erhebliche Schwierigkeiten ergeben.

Das Henrichenburger Hebewerk, das in Abb. 4 in Ansicht und in Abb. 5 im Grundriß, Längs- und Querschnitt gezeigt wird, dürfte allgemein bekannt sein. Abb. 5 entspricht der Patentzeichnung von Jebens, die fast völlig mit der wirklichen Ausführung übereinstimmt. Der Gewichtsausgleich geschieht hier durch den Auftrieb, den die unter dem Trog angebrachten Schwimmerkessel in wassergefüllten Schächten erfahren. Es befördert Fahrzeuge bis zu 600 t Tragfähigkeit, seine Hubhöhe beträgt 14 m. Bewegt und zugleich gesichert wird der Trog durch vier am Gerüst gelagerte, 24,60 m lange Stahlspindeln, die durch ihre elektrisch bewirkte Drehung den Trog heben und senken, aber auch im Gefahrfälle gegen Schiefstellen und über-

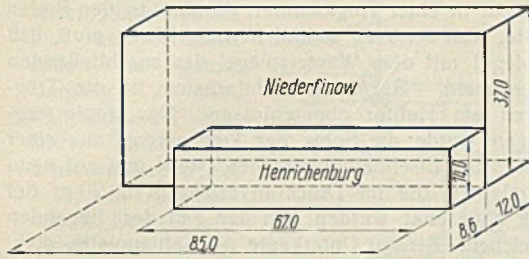


Abb. 6. Größenvergleich der Schiffshebewerke Henrichenburg und Niederfinow.

schnelle Bewegung sichern. Das Hebewerk hat sich in 35 Jahre langem Betriebe außerordentlich gut bewährt. Abb. 6 veranschaulicht deutlich das Verhältnis zwischen den Hebewerken Henrichenburg und Niederfinow bezüglich der Trogrößen und der zu überwindenden Hubhöhen.

Leider war es nicht möglich, das Hebewerk Niederfinow nach gleichem Prinzip zu bauen, weil die Bodenverhältnisse es nicht ratsam scheinen ließen, derartige Schwimmerschächte, die rd. 60 m tief hätten werden müssen, herzustellen, weil es ferner nicht möglich war, Antriebsspindeln nach Henrichenburger Vorbild in 47 m Länge aus einem Stück herzustellen. Dies schien aber nötig, da diese Spindeln sehr hohen Zug-, Druck- und Drehkräften gewachsen sein mußten. So mußte denn die Verwaltung für Niederfinow neue Wege gehen.

Nebenbei bemerkt, sollen die in der Nähe von Magdeburg bei Rothensee und Hohenwarthe als Abstiege des Mittellandkanals zur Elbe bzw. zum Ihle-Kanal geplanten Schiffshebewerke grundsätzlich wieder nach Henrichenburger Vorbild gebaut werden, weil dort guter Baugrund ansteht und die Hubhöhen nur etwa 18 m betragen, so daß die erforderlichen Spindeln aus einem Stück hergestellt werden können.

Zu erwähnen ist noch, daß der da und dort aufgetauchte Gedanke, die Schiffe nicht im Trog schwimmend, sondern trocken zu heben, keinen Anklang finden konnte; haben wir doch in der Wasserfüllung des Troges das beste Mittel, die Schiffe während der Fahrt sanft und sicher zu lagern, und die vollkommenste Möglichkeit, das zu hebende Gewicht ohne Zeitverlust immer in gleicher Größe zu halten, gleichviel ob das zu befördernde Schiff groß oder klein ist oder ob der Schiffstrog ohne Schiff fährt.

Leider muß ich es mir versagen, hier auf die vielen Entwürfe für das Schiffshebewerk Niederfinow einzugehen, die sich aus den Wettbewerben ergaben, die das Preußische Ministerium für öffentliche Arbeiten in den Jahren 1906 und 1912 veranstaltete. Darüber ist im Schrifttum¹⁾ eingehend berichtet worden. Als das Reich im Jahre 1921

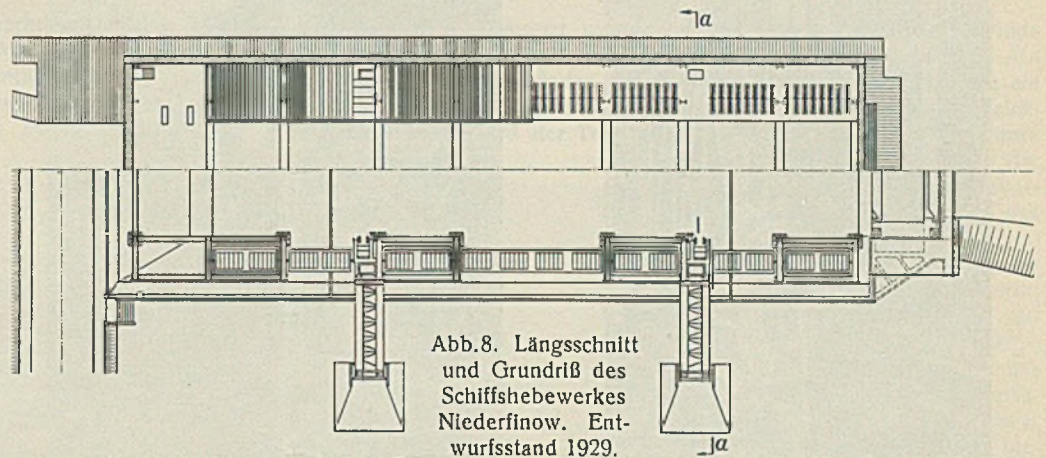
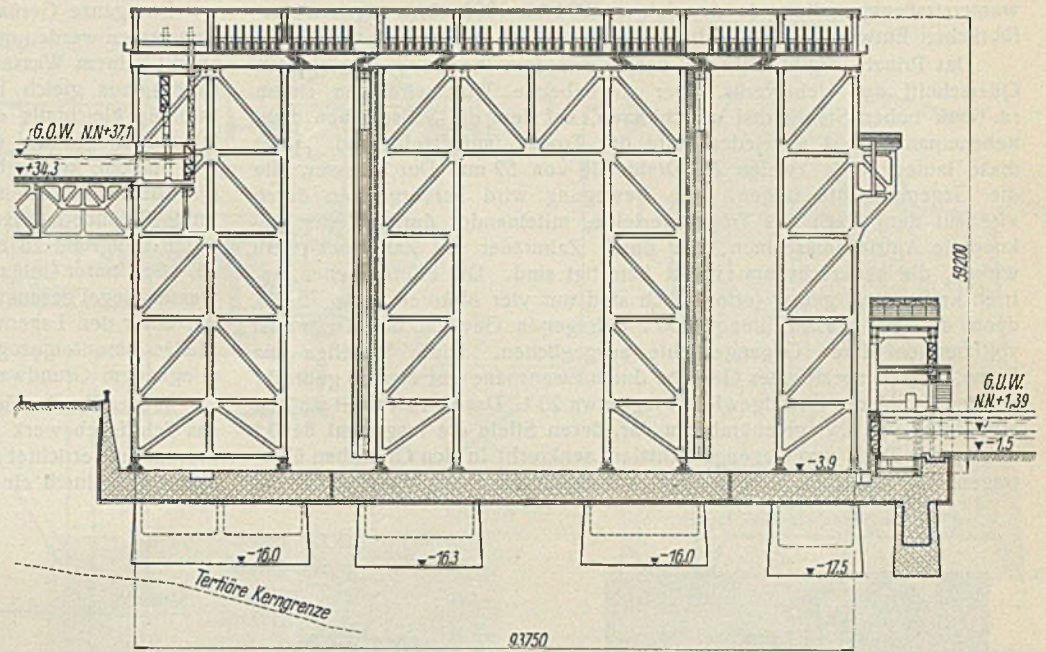


Abb. 8. Längsschnitt und Grundriß des Schiffshebewerkes Niederfinow. Entwurfsstand 1929.

die Wasserstraßen übernahm und sich entschloß, die inzwischen durch den Krieg unterbrochenen Vorarbeiten für das Schiffshebewerk Niederfinow wieder aufzunehmen, verfolgte es, anknüpfend an einen Vorschlag der Firma Haniel & Lueg aus dem Jahre 1895, den Gedanken, das Gewicht des zu hebenden Troges durch Gegengewichte auszugleichen, die an über Seilscheiben laufenden Drahtseilen hängen, und zwar stellte die Reichs-

¹⁾ Ellerbeek, Entwürfsarbeiten für das Schiffshebewerk Niederfinow, Bautechn. 1927, S. 319. — Plarre u. Contag, Sonderentwürfe für die Gestaltung des Schiffshebewerkes Niederfinow, Stahlbau 1930, S. 205.

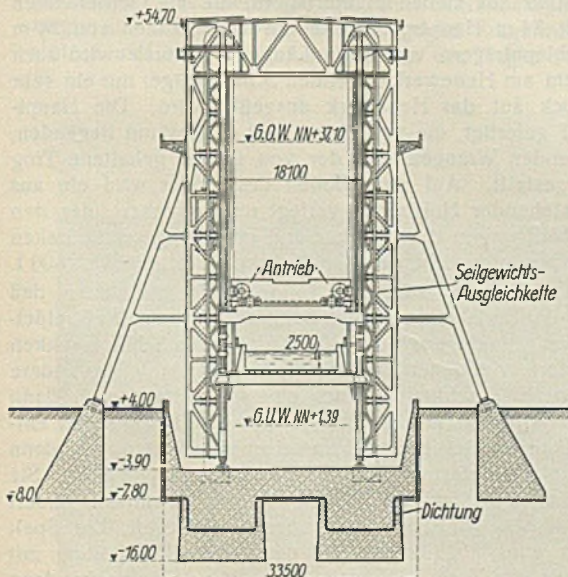


Abb. 7. Querschnitt a-a (s. Abb. 8) des Schiffshebewerkes Niederfinow. Entwurfsstand 1929.

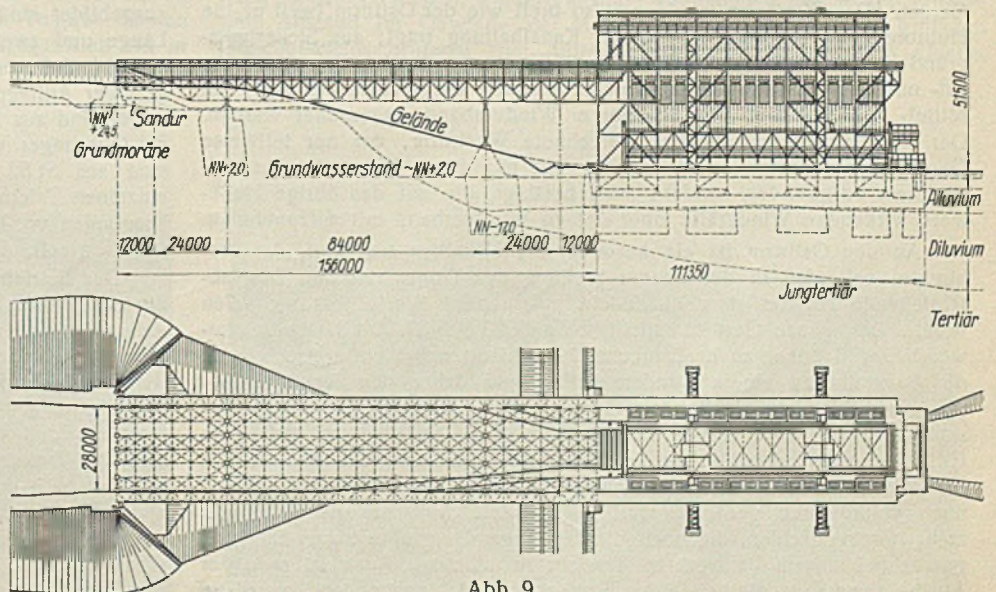


Abb. 9. Schiffshebewerk Niederfinow mit Kanalbrücke. Entwurfsstand 1929.

wasserstraßenverwaltung in den Jahren 1924 bis 1926 einen eigenen ausführlichen Entwurf auf, den ich nachfolgend kurz beschreiben will.

Das Prinzip ergibt sich am besten aus dem in Abb. 7 dargestellten Querschnitt des Hebewerks. Der zu hebende Trog wird von einem rd. 60 m hohen Stahlgerüst umschlossen, auf dem die Seilscheiben dicht nebeneinander, 64 auf jeder Seite des Troges, aufgestellt sind. Über diese laufen zu je zweien 256 Drahtseile von 52 mm Durchmesser, die die Gegengewichte tragen. Die Bewegung wird hervorgerufen durch vier auf dem Dach des Troges verteilte, miteinander durch Wellen gekuppelte Antriebsmaschinen, die durch Zahnräder auf Zahnstockleitern wirken, die senkrecht am Gerüst befestigt sind. Die erforderlichen Antriebskräfte sind gering (erforderlich sind nur vier Motoren zu je 75 PS), denn das mit Wasserfüllung 4200 t betragende Gewicht des Troges ist vollkommen durch Gegengewichte ausgeglichen. Diese bestehen aus Beton, dessen spezifisches Gewicht durch Eisenspäne auf etwa 3 gebracht worden ist. Jedes Einzelgewicht wiegt etwa 20 t. Das Gerüst stellt statisch eine Reihe von Zweigelenrahmen dar, deren Stiele die insgesamt 8400 t betragende Trog- und Gegengewichtslast senkrecht in den Grundbau übertragen. Die seitlichen Streben nehmen lediglich die durch Wind oder dyna-

Das ganze Gerüst steht in einer Trogkammer, die 8 m in den Boden eingelassen werden mußte, weil der Trog so tief herunterfahren muß, daß er mit seinem Wasserspiegel mit dem Wasserspiegel des anschließenden Unterhafens gleich hoch steht. Gegen den Unterhafen ist die Trogkammer gleichfalls durch ein Hubtor abgeschlossen. Des wenig tragfähigen Baugrundes wegen wurde die Sohle der Trogkammer aus einer 4 m starken, kräftig bewehrten Eisenbetonplatte hergestellt und auf neun Eisenbetonsenkstufen gelagert, die im Druckluftverfahren rd. 20 m tief unter Geländeoberfläche abgesenkt wurden, um den erst dort liegenden guten Baugrund zu erreichen. Bis zur Unterkante der Sohlenplatte, d. h. rd. 10 m unter Geländeoberfläche, wurde während der Bauzeit der Grundwasserspiegel gesenkt. Eine sogenannte Berliner Untergrundbahndichtung, die unter den Lagern des Stahlgerüsts möglichst tief in die Senkkastenspeiler heruntergezogen worden ist, schützt die Trogkammer vor eindringendem Grundwasser.

Wegen des im Geländehang besonders ungünstigen Baugrundes konnte das Schiffshebewerk nicht in diesen Hang hineingebaut, sondern erst an dessen Fuß errichtet werden. Daher mußte das Hebewerk mit dem oberen Kanalstück durch eine 156 m lange Kanalbrücke in Verbindung gebracht

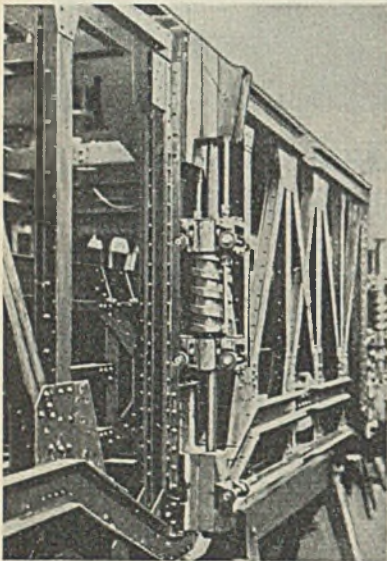


Abb. 10. Drehregel als Sicherheitsvorrichtung gegen Ungleichgewichtsstörungen des Troges.

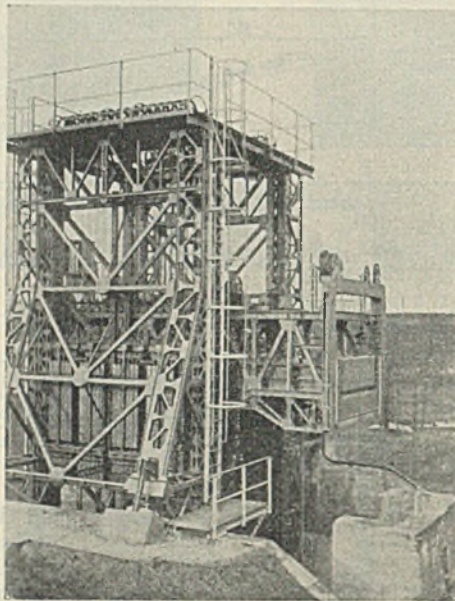


Abb. 11. Modell des Schiffshebewerkes Niederfinow im Maßstab 1 : 5.

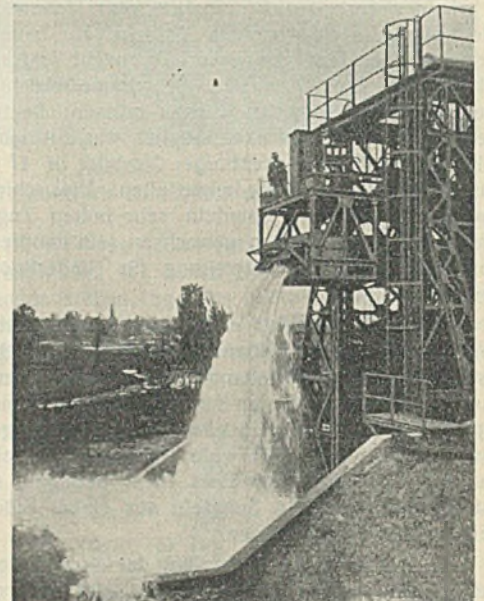


Abb. 12. Versuch am Modell des Schiffshebewerkes zum Studium der Wirksamkeit der Drehregel.

mische Ursachen hervorgerufenen Schwingungen der schlanken Rahmen auf, werden daher erst fest angeschlossen, wenn alle senkrechten Lasten auf das Gerüst aufgebracht sind. Im Längsschnitt gesehen (Abb. 8), besteht das Gerüst aus einem die beiden mittleren Doppelrahmen verbindenden Mittelsturm und je einem östlich und westlich sich anlehnenden, nur aus einem Doppelrahmen gebildeten Turm. Diese Türme tragen beiderseits des Troges 1,80 m hohe Blechträger, auf denen die Seilscheiben gelagert sind, wie im Bilde angedeutet. Jede Seilscheibe überträgt rd. 90 t Last auf das Gerüst. Der Westturm ist doppelt so breit wie der Ostturm, weil er die Hubtore zum Abschluß der oberen Kanalhaltung trägt; aus Sicherheitsgründen sind deren zwei vorgesehen. Wegen der in den Rahmenstielen auf- und abgleitenden Gegengewichte konnten waagerechte Verbände am Mittel- und Ostturm nur als oberer Windverband angeordnet werden. Der als räumliches Fachwerk berechnete Westturm, der nur teilweise Gegengewichte trägt, wurde daher nicht nur gegen Windkräfte in sich standfest ausgebildet, sondern auch befähigt, die auf das übrige Hebewerk wirkenden Windkräfte über dessen Windverband mit aufzunehmen.

An den Ostturm ist ein besonderer Prellbalken angebaut, der verhindern soll, daß in der oberen Stellung des Troges das den Trog abschließende Trogtor etwa durch ein anfahrendes Schiff herausgestoßen wird. Das ganze Gerüst enthält etwa 5500 t St 37. St 37 wurde verwendet, weil höher zu beanspruchende Stahlsorten bei voller Ausnutzung des Baustoffs zu einem minder steifen und daher den Schwingungen weniger Widerstand leistenden Gerüst geführt hätten. Der Trog einschließlich der Tore enthält etwa 1000 t St 52, der hier des geringeren Gewichtes wegen gewählt wurde. Die größte auftretende Stabkraft beträgt rd. 1906 t, der größte Stabquerschnitt 1477 cm². Gerüst und Trog sind noch vollkommen genietet, weil es zur Zeit der Entwurfsbearbeitung nicht ratsam erschien, die noch nicht genügend erprobte Schweißtechnik gerade bei diesem Bauwerk in Aussicht zu nehmen. Auch während der Ausführung haben die beteiligten Firmen keine dahingehenden Vorschläge gemacht.

werden (Abb. 9). Diese erhielt 28 m Lichtweite, damit sich die Fahrzeuge schon dicht vor der Einfahrt zum Hebewerk begegnen können, und wurde, obwohl die Wassertiefe für gewöhnlich nur 2,80 m betragen soll, für eine Wassertiefe von 3,90 m berechnet, weil durch Wind usw. Wasserspiegelschwankungen bis zu 45 cm eintreten können, weil ferner später der Wasserspiegel des Hohenzollernkanals vielleicht um 65 cm gehoben werden muß, um größeren Schiffen die Durchfahrt zu gestatten.

Die Brücke besteht aus sieben Hauptträgern, die als Gerberbalken ausgebildet sind mit 84 m Hauptspannweite, zwei Kragarmen von 24 m Länge und zwei Schlepptägern von 12 m Länge. Dadurch wird auch erreicht, daß von dem am Hebewerk liegenden Schlepptäger nur ein sehr geringer Auflagerdruck auf das Hebewerk ausgeübt wird. Die Hauptträger sind aus St 37 gefertigt, die auf diesen in 1 m Abstand liegenden, als Querträger wirkenden Wrangen und der von diesen gehaltene Trog sind aus St 52 hergestellt. Auf dem Boden des Troges wird ein aus einzelnen Tafeln bestehender Holzboden verlegt und verankert, der den Trogboden vor Beschädigungen durch Anker und etwa eingesetzte Staken schützen soll. Das Gesamtgewicht der Kanalbrücke erreicht etwa 2800 t.

Der Betrieb des Hebewerks wird sich in der Weise vollziehen, daß die etwa 100 m vor der Einfahrt wartenden Schiffe durch eine Seiltreidelanlage in das Hebewerk hineingezogen werden, hinter den Schiffen senken sich die beiden Hubtore, von denen das eine die Kanalhaltung, das andere den Trog des Hebewerks abschließt. Durch eine Rohrleitung wird dann das Wasser aus dem zwischen den beiden Toren befindlichen Spalt entleert, so daß die Tore nur einseitigen Wasserdruck erhalten. Alsdann wird die Trogverriegelung gelöst, und die Fahrt nach unten beginnt. Sie vollzieht sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 12 cm/sek, dauert also etwa 5 min. Unten wird der Trog wieder verriegelt, der Spalt zwischen den Toren wird abgedichtet und durch eine Rohrleitung mit Wasser gefüllt, damit die Tore beiderseits Wasserdruck erhalten; dann werden die Tore gehoben, und die Fahrzeuge können, von einer Treidelokomotive bis an die Mündung des Unterhafens gezogen, den Trog ver-

lassen. Einschließlich Ein- und Ausfahrt dauert der ganze Vorgang 20 min, während die Durchfahrt durch die Schleusentreppe jetzt 2 Std. in Anspruch nimmt. Dementsprechend und zufolge der größeren Abmessung des Hebewerktroges beträgt die Leistungsfähigkeit des Hebewerks mindestens 5 Millionen Gütertonnen jährlich, ist also doppelt so groß wie die der Schleusentreppe.

Bedient wird das Schiffshebewerk durch zwei Mann, von denen der eine abwechselnd an den beiden Trogenden an

den dort befindlichen Druckknopftafeln steht, je nachdem, welches Trogende gerade in Anliegestellung ist. Der zweite Mann ist den Schiffern beim Anlegen behilflich und bedient die Treideleinrichtungen.

Besondere Sicherheitsvorkehrungen verhüten das Abfallen eines Gegengewichts bei Bruch eines Drahtseils. Zu diesem Zweck sind für jede Gruppe von sechs Drahtseilen und sechs Gegengewichten zwei Reserveselle angeordnet, die das Gegengewicht auffangen, falls eins der sechs Seile reißen sollte. Weitere sinnreiche Sicherheitsvorkehrungen nach dem Patent des Oberregierungsbaurats a. D. Loebell verhindern, daß sich der Trog schieftstellt oder daß er, wenn er zu viel oder zu wenig Wasser enthält, nach unten sinkt oder von den Gegengewichten nach oben gerissen wird. Besonders letzterer Fall kann eintreten, wenn durch ein Leck im Trog oder durch ein beschädigtes Trogtor größere Wassermengen aus dem Trog ausfließen. Bei einer derartigen Gleichgewichtsstörung wird die Überlast des Troges an vier Stellen durch die sogenannten Drehriegel auf das Gerüst übertragen. Die Drehriegel sind kurze Schraubenspindeln, wie sie Abb. 10 zeigt, die sich oben und unten gegen Kragarme der Trogquerrahmen stützen und beim Heben und Senken des Troges vom Trogantrieb mit in

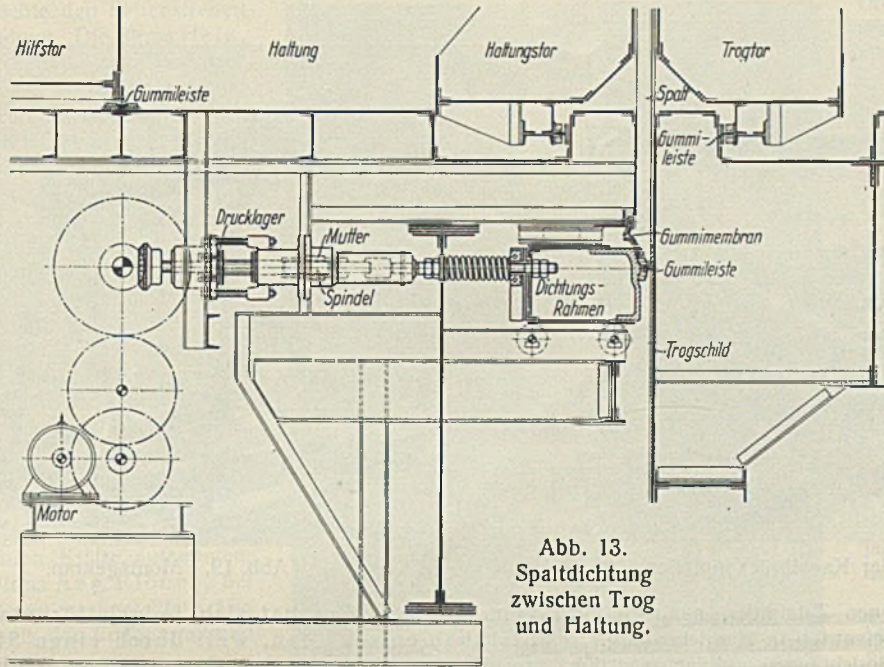


Abb. 13. Spaltdichtung zwischen Trog und Haltung.

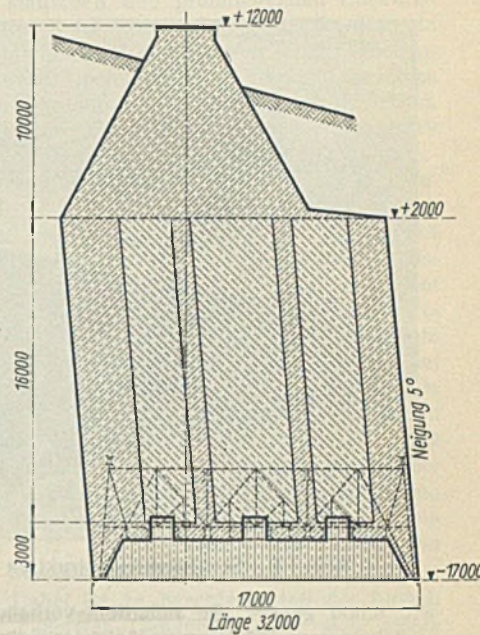


Abb. 17. Ostpfeiler der Kanalbrücke.

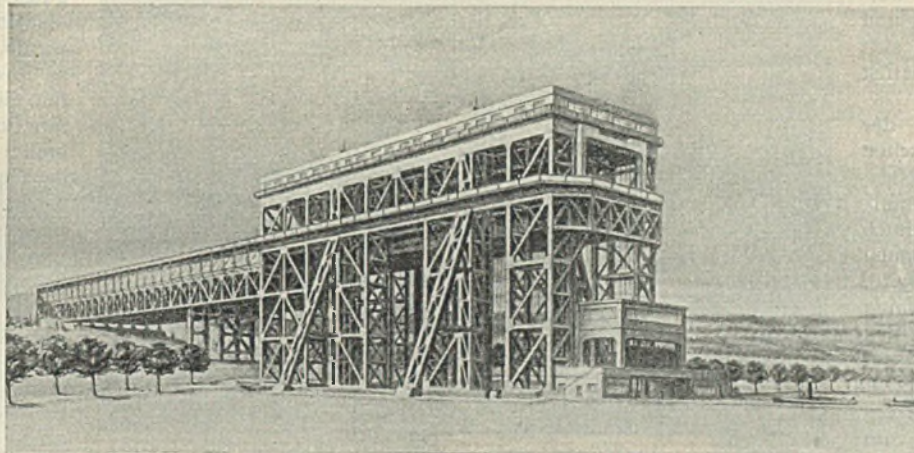


Abb. 14. Abgeänderter, der Ausführung zugrunde gelegter Entwurf der Reichswasserstraßenverwaltung.

drehende Bewegung gesetzt werden. Dabei bewegen sich die Gewinde der Drehriegel, ohne anzuliegen, mit je 30 mm oberem und unterem Abstand zwischen den Gewinden der langen geschlitzten Muttern, die am Gerüst in dessen ganzer Höhe angebracht sind. Erst bei größeren Gleichgewichtsstörungen wird der Trog von den Drehriegeln wie eine Brücke mit Kragarmen an vier Punkten auf die Mutterbacken und damit auf das Gerüst abgestützt. Eine sinnreiche Konstruktion der Antriebsmaschine bewirkt, daß sich die 30 mm Abstand des Drehriegelgewindes vom Gewinde der Muttern nur dann verringern, wenn die Gleichgewichtsstörung mehr als insgesamt 120 t beträgt, und daß die Drehriegel erst dann zum Anliegen kommen, wenn 216 t Gleichgewichtsstörung erreicht werden.

Wir haben hier gewissermaßen eine Umkehrung der Sicherheitsanordnung von Henrichenburg.

Dort lange Spindeln, kurze Muttern, hier in Niederfinow kurze Spindeln und lange Muttern. Neu ist in Niederfinow aber, daß die Spindeln nicht auch als Antrieb dienen, sondern sich im allgemeinen mit 30 mm allseitigem Abstand im Gewinde der Muttern drehen und nur bei größeren Gleichgewichtsstörungen zum Anliegen kommen. Als Antrieb dienen,

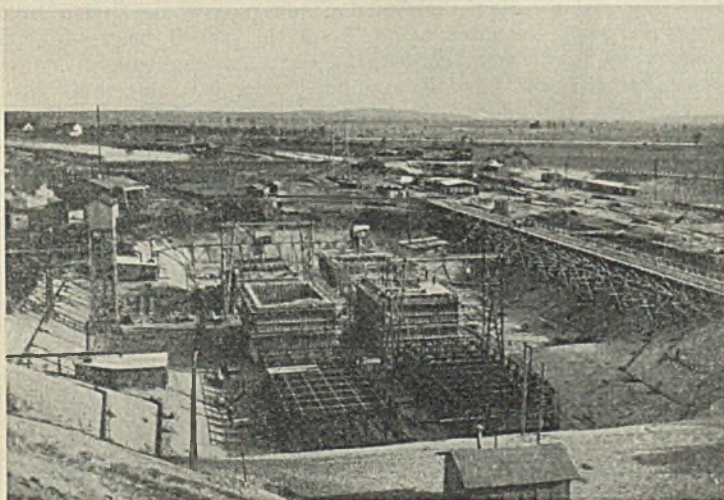


Abb. 15. Absenken der Trogwannenpfeiler.

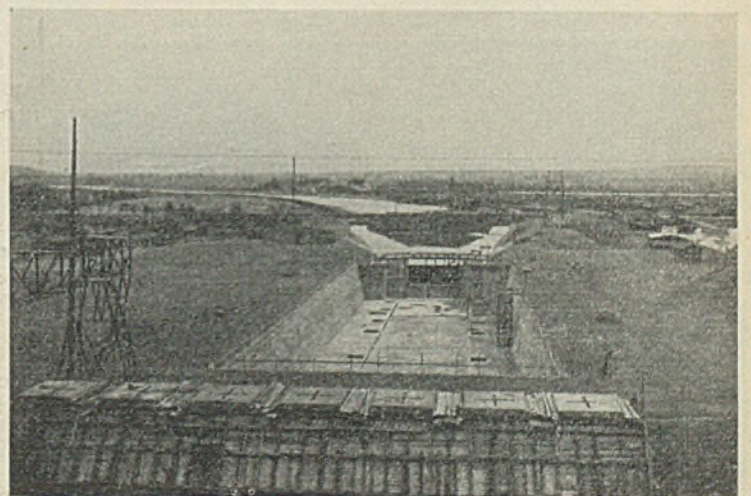


Abb. 16. Die fertiggestellte Trogwanne.

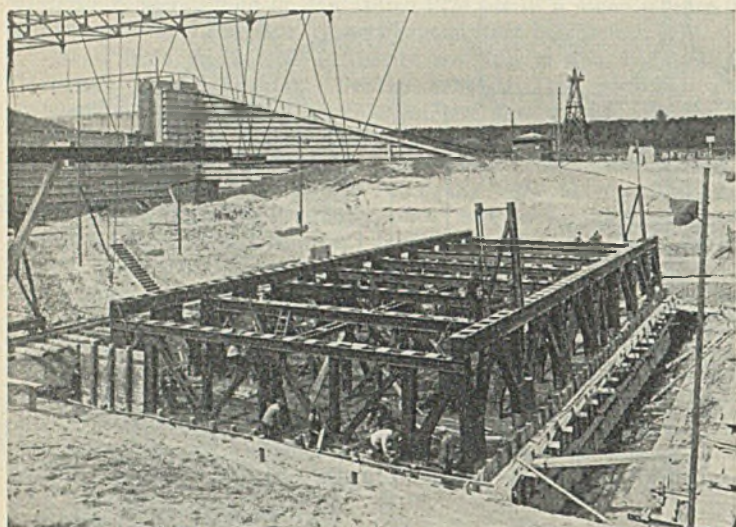


Abb. 18. Senkkastenkonstruktion der Kanalbrückenpfeiler.

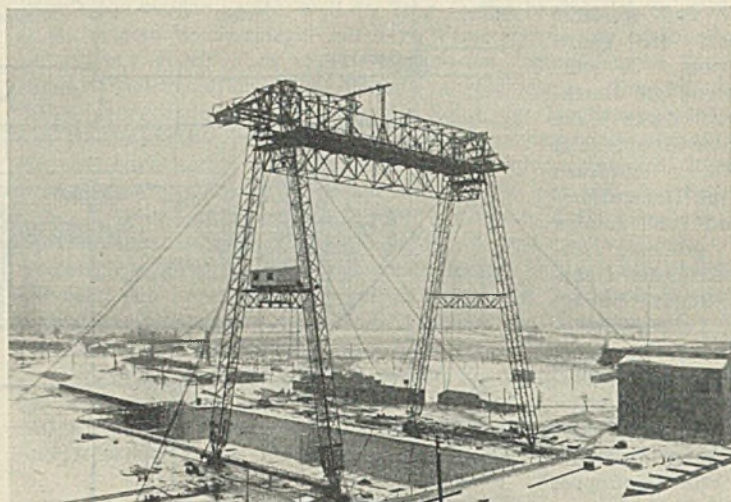


Abb. 19. Montagekran.

wie schon gesagt, die außerdem vorhandenen Zahnräder, natürlich mit weit besserem Wirkungsgrad als der Spindelantrieb in Henrichenburg.

Um die Wirkungsweise der Sicherheitseinrichtungen und auch sonstige bauliche Fragen zu klären, hat die Verwaltung 1925 das in Abb. 11 dargestellte Modell des Hebewerks im Maßstab 1:5 in Eberswalde errichtet und mit ihm mehr als 100 mal die sogenannte Katastrophe ausgeprobt, indem der Wasserinhalt des Troges während der Fahrt durch Öffnung von Verschlussklappen in sehr kurzer Zeit entleert wurde, wie Abb. 12 zeigt. Regelmäßig konnte festgestellt werden, daß der Trog dabei sanft und stoßfrei zum Halten kam und sich mittels der Drehregel auf das Gerüst abstützte.

Abb. 13 zeigt noch, wie der Spalt, der notwendigerweise zwischen dem Trogende und der anschließenden Haltung vorhanden sein muß, damit der Trog anfahren kann, durch einen besonderen Dichtungsrahmen unten und seitlich abgedichtet wird, damit der Spalt zwischen den Toren mit Wasser gefüllt werden kann und das Wasser nach dem Heben der Tore nicht ausläuft. Zu diesem Zweck wird ein U-förmig das Trogprofil umfassender Rahmen, der vorn mit einer Gummileiste versehen ist, durch eine Reihe elektrisch angetriebener Spindelpressen waagrecht so lange nach vorn gedrückt, bis er allseitig fest anliegt.

Ein Wort noch zur äußeren Form des Schiffshebewerks²⁾. Die Gutehoffnungshütte hatte 1912 auch einen Entwurf des Schiffshebewerks Niederfinow in Eisenbeton vorgelegt, der eine recht ansprechende

²⁾ Plarre u. Contag, Sonderentwürfe für die Gestaltung des Schiffshebewerkes Niederfinow, Stahlbau 1930, S. 205.

Form aufwies. Man hat sich jedoch für eine Ausführung als Stahlbau entschieden, weil durch einen Stahlbau die Kräfte zweifellos klarer in den Grundbau überführt werden können als durch einen Eisenbetonbau, weil ferner ein solcher den an sich schon wenig tragfähigen Baugrund weit stärker belastet hätte als ein Stahlbau. Der Entwurf der Reichswasserstraßenverwaltung von 1926 hatte auf gutes Aussehen des Bauwerks schon insofern Rücksicht genommen, als möglichst flächige Wirkung der Außenstiele und gutes gegenseitiges Überdecken der einzelnen Gerüstwände angestrebt wurde. Die Kanalbrücke wurde ferner so in das Hebewerk eingeführt, daß ihre Gurte in Riegeln des Hebewerks ihre Fortsetzung fanden. Die Gesamtbreite der Kanalbrücke wurde gleich der Gesamtbreite des Hebewerks gemacht. Bei der Beurteilung dieses Entwurfs durch die Preußische Akademie des Bauwesens, die im allgemeinen recht günstig lautete, wurde bezüglich der äußeren Form des Gerüsts noch der Vorschlag gemacht, das obere, den Treidelpfad der Kanalbrücke abschließende Geländer in Form eines breiten Umgangs um das ganze Hebewerk herumzuführen, um so eine größere Einheit zwischen Hebewerk und Kanalbrücke herzustellen.

Bei der nachfolgenden Ausschreibung der Arbeiten für das Schiffshebewerk war es den anbietenden Firmen freigestellt worden, Änderungsvorschläge für das Bauwerk einzureichen. Dabei machten die Mitteldeutschen Stahlwerke zusammen mit den Professoren Dr. Gehler und Dr. Kreis, Dresden, zwei Vorschläge, in dem sie einmal statt der einfachen Streben Andreaskrenze anordneten und indem sie im zweiten Vorschlag die Streben durch Anordnen von Vierendeelrahmen gänzlich entbehrlich machten. Zugleich gaben sie durch Anordnung besonderer,

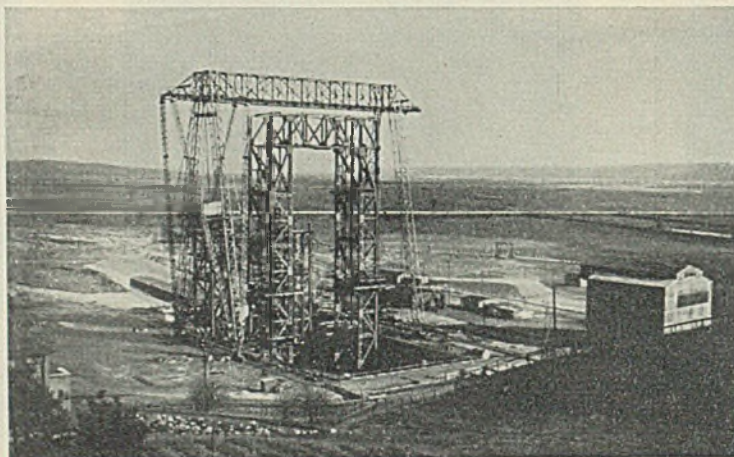


Abb. 20. Beginn der Aufstellung.

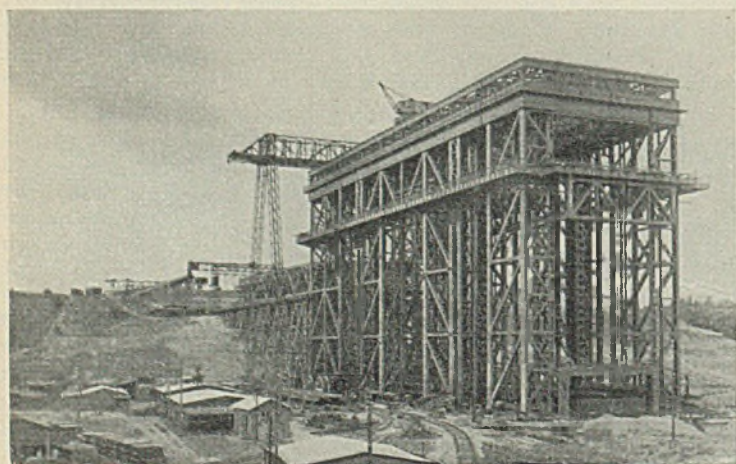


Abb. 21. Stahlkonstruktion nach beendeter Aufstellung.

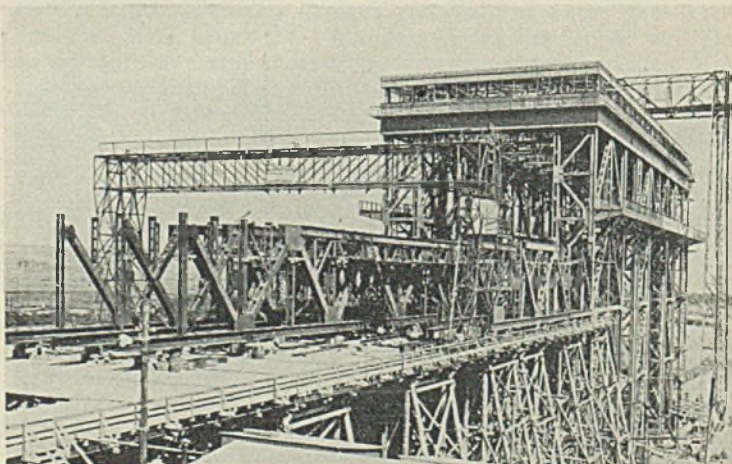


Abb. 22. Montage der Kanalbrücke.

gemauerter Aufzugschächte den Seitenstreben eine eigenartige Ausbildung. Die Firma Hein, Lehmann & Co. arbeitete mit Professor Straumer, Berlin, einen Vorschlag aus, bei dem der ganze obere Teil des Hebewerks nach Art eines Bahnhofs verkleidet und die waagerechte Einfahrtrichtung besonders betont wurde. Im Gegensatz hierzu stand der Entwurf der Firmen Louis Eilers, Hannover, Gollnow, Stettin, und der Mitteldeutschen Stahlwerke zusammen mit Professor Hans Poelzig, Berlin, der gerade den Gegensatz zwischen der waagerechten Kanalbrücke und der senkrechten Bewegungsrichtung der Fahrzeuge im Hebewerk selbst durch seine äußere Form stark betont. Die Seitenstreben wurden dabei durch unter der Geländeoberfläche liegende Sporne ersetzt. Gänzlich andere Aufteilung des Hebewerkgerüsts brachten noch zwei weitere Entwürfe, und zwar ein Entwurf der Gutehoffnungshütte, bei dem die Endrahmen die waagerechten Kräfte aufnehmen, und ein Entwurf der Firma Aug. Klönne, bei dem der Widerstand gegen waagerechte Kräfte durch erhöhte Steifigkeit der Endquerrahmen erreicht wird.

Die Reichswasserstraßenverwaltung konnte sich nicht entschließen, einem dieser Vorschläge zuzustimmen, sie behielt vielmehr im wesentlichen ihren Entwurf bei, nur in der Ausbildung der Dachkappe und durch Verkleinern des Betriebsgebäudes am Unterhaupt wandelte sie ihren Entwurf in der in Abb. 14 dargestellten Weise noch etwas ab. Dieser ist dann auch im wesentlichen der Einzelbearbeitung und der Ausführung zugrunde gelegt.

Über die Bauausführung ist folgendes zu sagen: Nachdem die Vorhäfen 1926 begonnen und einschließlich der Betonbauten und des Sicherheitstores, das die Firma Beuchelt, Grünberg, lieferte, im wesentlichen fertiggestellt worden waren, wurde 1927 die Baugrube des Hebewerks

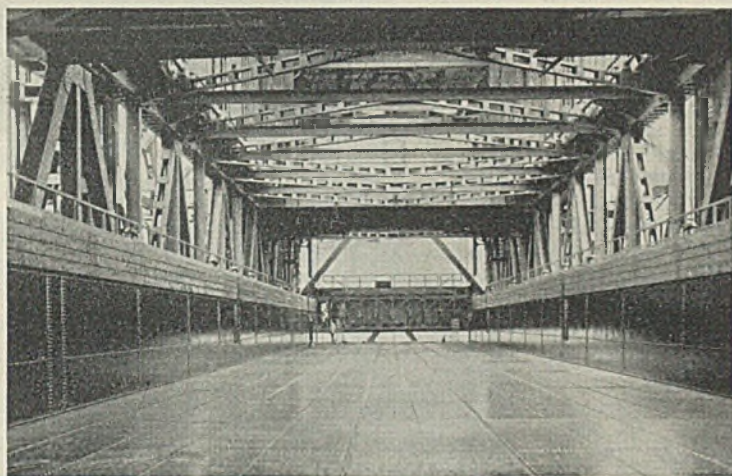


Abb. 24. Blick in den Trog.

selbst unter Grundwassersenkung hergestellt, 1928 wurden, wie Abb. 15 zeigt, die neun Pfeiler, die die Trogwanne tragen, unter Verwendung kräftiger Stelgerippe im Druckluftverfahren etwa 10 m tief abgesenkt, 1929 wurde die Trogwanne fertiggestellt und die Baugrube wieder zugefüllt, so daß sie 1930 vollendet war (Abb. 16). 1929 und 1930 wurden ferner die beiden Zwischenpfeiler der Kanalbrücke abgesenkt, beide als schräge Senkkästen ohne besondere Führung nach dem Patent der Firma Beuchelt³⁾. Der in Abb. 17 gezeigte Ostpfeiler war dabei wegen seiner Höhe von 29 m und seiner Bodenfläche von 17 × 32 m besonders bemerkenswert. Abb. 18 zeigt die besonders kräftige Bewehrung dieser Pfeiler durch ein steifes Stahlgerippe. Beide Pfeiler gelangten trotz des sehr unterschiedlichen Baugrundes mit vollkommener Sicherheit in die beabsichtigte Lage.

1929 wurde der Auftrag auf das eigentliche Hebewerk einer Firmengemeinschaft übertragen, die aus den Maschinenbaufirmen Demag, Ardel und Krupp-Gruson und aus den Stahlbaufirmen Klönne, Gollnow, Gutehoffnungshütte und Mitteldeutsche Stahlwerke bestand. Die Gesamtfederführung hatte die Demag, die Federführung für den Stahlbau und die für die Montageleitung hatte die Firma Klönne.

³⁾ Fischmann, Die eiserne Senkkastenkonstruktion für die Pfeiler der Kanalbrücke des Hebewerkes bei Niederfinow, Bauing. 1930, S. 671.

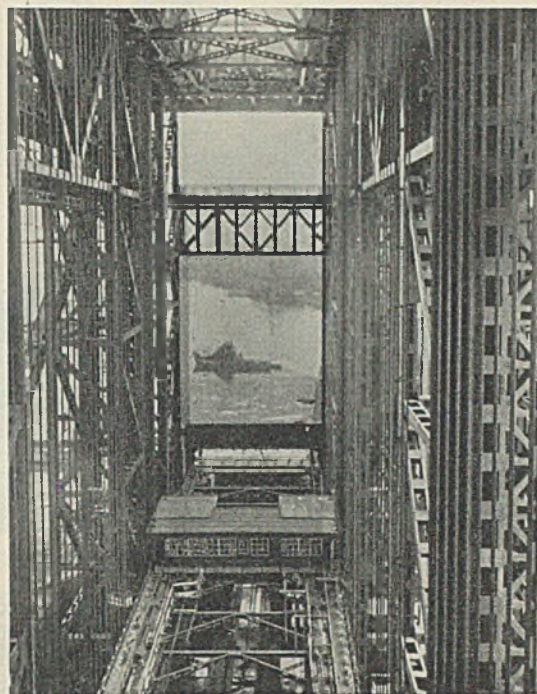


Abb. 23. Blick von der oberen Haltung nach dem Unterhafen.

vor neue Aufgaben gestellt. Schon daß sich die Stiele der Gerüststrahlen im Laufe eines sonnigen Tages zwischen 7 Uhr morgens und 3 Uhr nachmittags oben bis zu 13,5 mm aus ihrer lotrechten Stellung verschoben, bot erhebliche Schwierigkeiten. Man spannte schließlich an den schon stehenden Gerüstteilen nach der bei mittlerer Temperatur ermittelten Lage des Lotes dünne Drahtsaiten und richtete im Laufe des Tages nach diesen ein. Auch der bei voller Belastung des Hebewerks zu erwartenden Verkürzung der inneren Gerüststiele um 17 mm mußte Rechnung getragen werden. Besondere Beachtung erforderten die vier Stahlbausäulen, die die aus Stahlguß gefertigten Mutterbacken aufnahmen. Die Säulen wurden oben am Mittelturn an die Seilscheibenträger angehängt, um sie auch nachträglich noch ausrichten zu können; sie müssen nicht nur genau senkrecht hängen, sondern auch gegenseitig längs und quer in genau richtigem Abstand liegen, damit die Drehriegel des Troges zwischen den Mutterbacken, ohne zu klemmen, auf- und niederlaufen können. Zu berücksichtigen war auch, daß sich die die Mutterbacken tragenden Stahlbausäulen durch ihr Eigengewicht um 7 mm gelängt hatten. Dauernd waren weitgehende und sorgfältige Kontrollmessungen erforderlich, um die nötige Genauigkeit allseitig zu erzielen.

Die Nietarbeiten folgten den Aufstellarbeiten auf dem Fuße. Auch der Trog wurde inzwischen auf dem Boden der Trogkammer zusammengebaut. Im Sommer 1932 begann man dann, die Maschinenteile, zuerst die Mutterbackensäulen, die Zahnstockleitern und die Seilscheiben in das Gerüst einzubauen. Im März 1932 hatte inzwischen auch schon die Firma Beuchelt, Grünberg, der der Auftrag auf die Kanalbrücke zuziel, mit deren Aufbau auf hohem Aufstellgerüst begonnen. Während die Stahlbauteile für das Schiffshebewerk größtenteils auf dem Bahnwege, vom Bahnhof Niederfinow zur Baustelle auf einer Motorfähre, herangebracht worden waren, konnte die Firma Beuchelt die Stahlbauteile für die Kanalbrücke auf dem Wasserwege in den bereits fertiggestellten Oberhafen des Schiffshebewerks einfahren, mit einem den Oberhafen überspannenden Laufkran aus dem Schiff herausheben und zum unmittelbaren

⁴⁾ Wüst, Montagekran für das Schiffshebewerk Niederfinow, Stahlbau 1932, S. 129.

Die statischen und grundlegenden Entwurfsarbeiten der Stahlbaugruppe wurden in einem in Duisburg eingerichteten Gemeinschaftsbüro geleistet, das unter Leitung eines Oberingenieurs der Gutehoffnungshütte stand. Im Winter 1930/31 wurde dann der in Abb. 19 dargestellte, von Klönne und der Demag gelieferte Aufstellkran aufgerichtet, der das Gelände 60 m überragt, eine Stützweite von rd. 47 m und zwei Laufkatzen von 25 und 6 t Tragfähigkeit aufweist und damit wohl der bislang größte Montagekran sein dürfte. Über diesen Kran und seine Aufstellung hat Regierungsbaumeister Kurt Wüst eine interessante Abhandlung im „Stahlbau“ veröffentlicht, auf die ich hier verweisen möchte⁴⁾. Mit Hilfe dieses Kranes, wurde in erstaunlich kurzer Zeit der gesamte Stahlbau aufgestellt. Im April 1931 stand, wie Abb. 20 zeigt, bereits der erste Rahmen, im Oktober 1931 standen schon der Mittel- und der Westurm, und im Frühjahr 1932, also innerhalb eines Jahres, war der Stahlbau im Rohbau fertig (Abb. 21).

Dabei ist zu beachten, daß der Aufbau mit äußerster Genauigkeit vor sich gehen mußte, denn wie schon eingangs erwähnt, stellt ja doch das ganze Hebewerk eine einzige große Maschine dar, bei der alles genau ineinandergreifen muß. Hierbei sah man sich naturgemäß durch die ungewöhnlichen Abmessungen

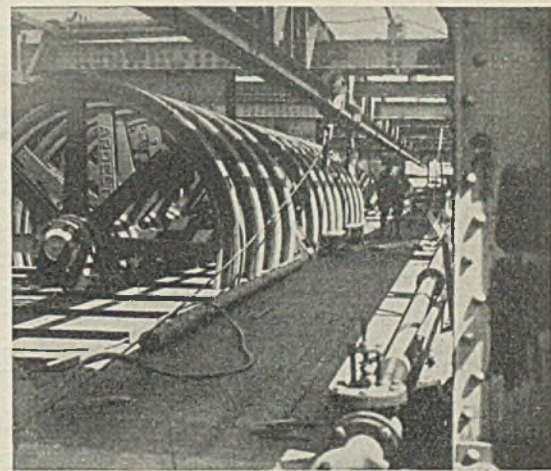


Abb. 25. Seilscheiben im Dachgeschoß d. Hebewerkes.

Einbau an der Brücke bereitlegen. Ein zweiter, die ganze Brücke überspannender Laufkran bewirkte dann den Einbau (Abb. 22).

Auch hier waren gewisse Schwierigkeiten zu überwinden, z. B. wurden die Seitenwände des Troges vor dem Anloten an die Seitenwrangen durch Schraubenspindeln einer künstlichen Überhöhung und Vorspannung insoweit unterworfen, daß diese Vorspannung durch die infolge der Wasserlast eintretende Durchbiegung der Hauptträger wieder aufgehoben wird. Die Seitenwände erhalten also durch die Durchbiegung der Hauptträger keine Zusatzspannung. Die Ausdehnungsvorrichtungen an den Gelenken des Gerberbalkens wurden durch in Beutelform gepreßte Bronzebleche gebildet, die mit Asphaltpappe und Bleilage ausgelegt wurden.

Abb. 23 zeigt einen Blick von der oberen Haltung durch das Hebewerk hindurch nach dem Unterhafen. Oben sieht man den kräftigen Windverband, unten den Trog, auf dessen Dach die Antriebsmaschinen untergebracht sind. Abb. 24 zeigt einen Blick in den leeren Trog und in Abb. 25 sieht man einen Teil der im Dachgeschoß des Hebewerks aufgestellten Seilscheiben, wie deren 64 auf jeder Seite des Schiffshebewerks stehen. Die Seilscheiben haben einen Durchmesser von 3,50 m. Abb. 26 endlich zeigt das nahezu fertige Schiffshebewerk. Inzwischen

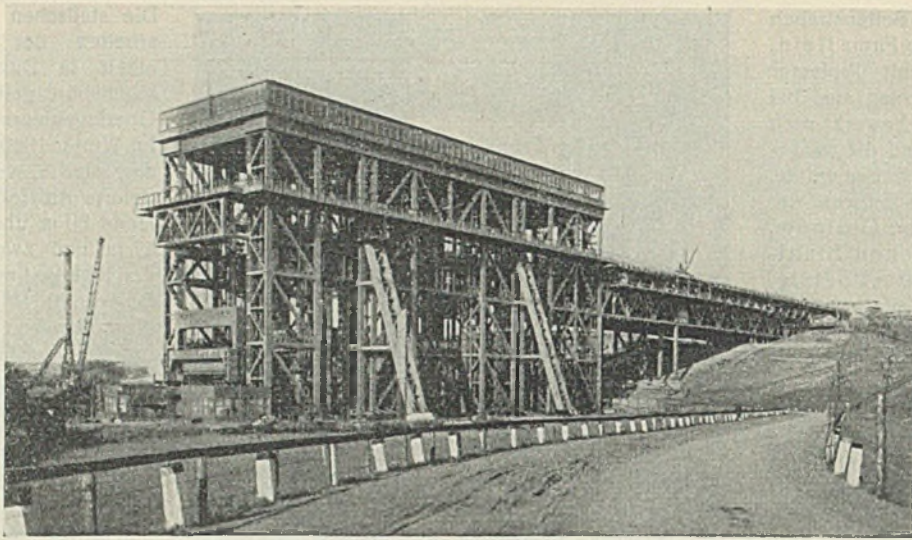


Abb. 26. Das nahezu vollendete Schiffshebewerk.

haben auch die Siemens-Schuckertwerke und die AEG die elektrischen Einrichtungen im wesentlichen eingebaut. Ende April 1933 haben die ersten Versuchsfahrten stattgefunden und gezeigt, daß sich der Trog, zunächst ohne Wasserfüllung und nur mit teilweiseem Gegengewichtsausgleich, sanft ohne Schwingungen und Stöße in seiner Bahn auf- und niederbewegt, ein erfreulich gutes Zeichen für die Genauigkeit der Stahlbauarbeiten und die sorgfältige Ausführung der maschinenbaulichen und elektrischen Einrichtungen. Es müssen jedoch in diesem Sommer noch die weiteren Gegen-

gewichte, die dem Gewicht der Wasserfüllung des Troges entsprechen, angehängt werden, ferner ist noch der untere Haltungsabschluß einzubauen, und verschiedene Nebeneinrichtungen sind noch anzubringen. Auch an der Kanalbrücke, die zwar schon eine Probewasserfüllung bestanden hat, sind noch Restarbeiten vorzunehmen. Es ist daher erst frühestens im Spätherbst dieses Jahres mit einem Probetrieb und versuchsweiser Durchnahme eines Fahrzeuges zu rechnen. Alsdann müssen im Winter 1933/34 noch die Stützrahmen der Mutterbackensäulen vernietet werden, auch soll das Hebewerk im Laufe des Winters bei stärkerem Frost erprobt werden, so daß mit einer Betriebseröffnung nicht vor Frühjahr 1934 gerechnet werden kann.

Verschiedenes.

Das Hauptpostgebäude in Kaiserslautern. Im Bereich der Oberpostdirektion Speyer wurden in den Nachkriegsjahren eine ganze Reihe mustergültiger Postneubauten errichtet. Eine besonders bemerkenswerte Schöpfung unter diesen Bauten ist die neue Hauptpost in Kaiserslautern, die in Stahlskelettbauweise ausgeführt ist und das einzige größere Bauwerk dieser Art in der Pfalz darstellt.

Auf einer Grundfläche von etwa 15 m Breite und 60 m Länge erhebt sich das Gebäude mit seinen sieben Stockwerken bis zu einer Höhe von 24 m. Die einzelnen Stockwerkrahmen, deren statischer Aufbau aus Abb. 1 zu ersehen ist, haben 4,20 m Abstand. Ihre Berechnung erfolgte nach dem von Loeser im Bauing. 1925, S. 615 u. 644, angegebenen Verfahren, nach welchem der Einfluß eines belasteten Stabes auf die unmittelbar anstoßenden Stäbe beschränkt bleibt und alle an einem Knotenpunkt biegungsfest angeschlossenen Stäbe sich dort um den gleichgroßen Winkel drehen. Stützenkopferschiebungen werden vernachlässigt.

Der gelenkige Anschluß der südlichen Stützen war dadurch bedingt,

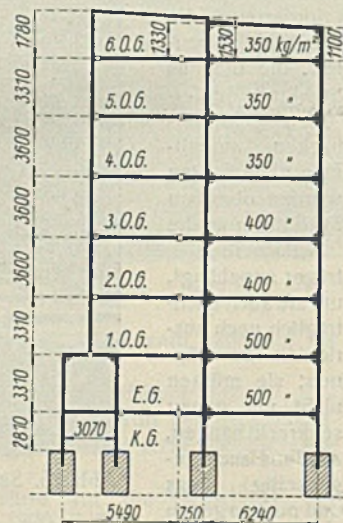


Abb. 1.

daß für die Stützen nur ein beschränkter Raum zur Verfügung stand und das Auftreten von Momenten vermieden werden mußte.

Die Stützenprofile wurden so gewählt, daß die Unterzüge durch die Stützen hindurchgeführt und durch Anordnung entsprechender Druckplatten und Keile eingespannt werden konnten.

Die südlichen Stützen fanden teilweise auf vollwandigen Zweigelenkrahmen ihr Auflager, die für den Schalteraum aus Gründen der Ausgestaltung gewünscht wurden (Abb. 2).

Die Decken wurden in Massivbauweise als Schlackenmassivdecken in Beton von insgesamt 270 kg/m² Eigengewicht ausgeführt, die im Schalteraum und im 1. Obergeschoß für eine Nutzlast von 500 kg/m², im 2. und 3. Obergeschoß für eine solche von 400 kg/m² und im 4., 5. und 6. Obergeschoß für eine solche von 350 kg/m² bemessen wurden. Bemerkenswert sei, daß die 40 cm starken Außenwände in jedem Stockwerk durch besondere Mauerträger auf die Außenstützen übertragen werden.

Die Montage erfolgte in der Weise, daß zunächst, wie Abb. 3 zeigt, durch einen Portalkran die vier untersten Stockwerke zusammengebaut wurden. Auf der oberen Bühne kam nunmehr ein Derrick zur Aufstellung, der die übrigen Stockwerke aufsetzte. Die Montage der 570 t gestaltete sich verhältnismäßig einfach und wurde in einem Zeitraum von 8 Wochen bewältigt.

Obering. Frey, Kaiserslautern.

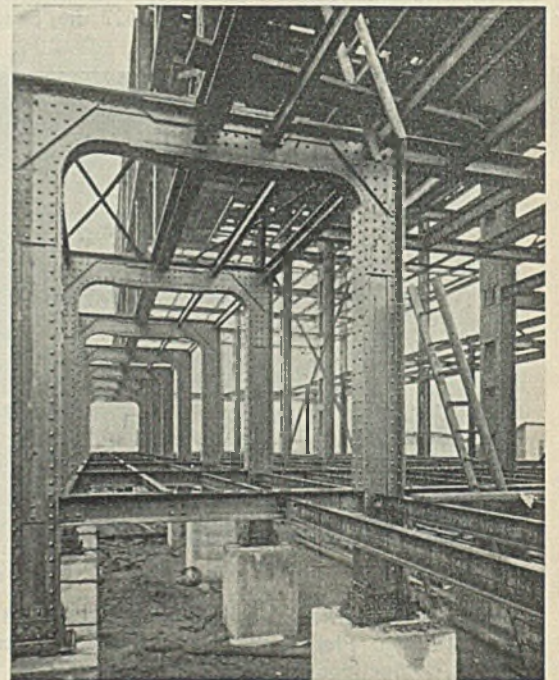


Abb. 2. Rahmenkonstruktion für den Schalteraum.

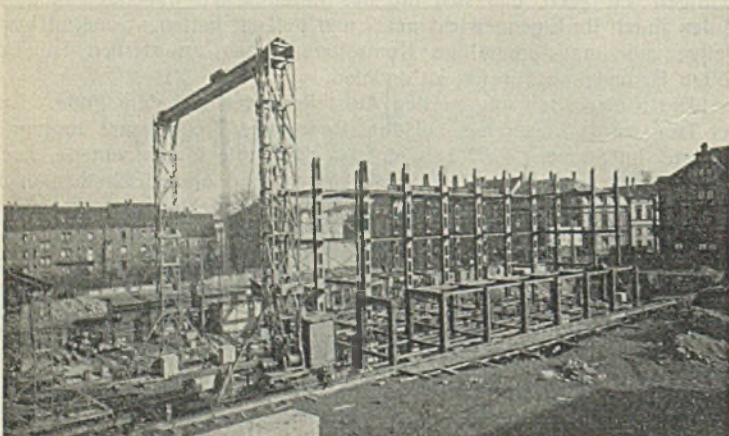


Abb. 3. Aufstellung der Stahlkonstruktion.

INHALT: Das Schiffshebewerk Niederfinow. — Verschiedenes: Das Hauptpostgebäude in Kaiserslautern.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geh. Regierungsrat Prof. A. Hertwig, Berlin-Charlottenburg. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8. Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.