

DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang

BERLIN, 5. August 1932

Heft 34

Alle Rechte vorbehalten.

Große Hafenschleuse zu Harburg-Wilhelmsburg. Elektrisierung der Antriebe und Erneuerung eines Sturmfluttorpaares.

Von Regierungsbaurat Dettmers, Harburg-Wilhelmsburg.

I. Elektrisierung der Tor- und Schützenantriebe.

Der Harburger Binnenhafen ist mit hochwertiger Industrie und mit Umschlaganlagen dicht besetzt. Gegen die Süderelbe ist er durch zwei Schiffschleusen abgeschlossen. Diese müssen den gesamten Schiffsverkehr (bis zu 74 Schleusungen bzw. bis zu 204 Fahrzeuge täglich in beiden Richtungen und für beide Schleusen zusammen in 12 stündigem Betriebe) bewältigen. Die Kleine Hafenschleuse ist in den Jahren 1846 bis 1849 erbaut. Sie ist 9,93 m breit, hat 43,80 m Nutzlänge und 2,46 m Drempeltiefe unter MNW der Süderelbe ($-0,55$ m NN) bzw. 4,42 m unter gewöhnlichem Hafenwasserstand ($+1,41$ m NN) und wird von Hand betrieben. Die Große Hafenschleuse¹⁾ (Abb. 1) ist in den Jahren 1876 bis 1880 errichtet. Sie ist 17 m breit, hat 70 m Nutzlänge und 3,34 m Drempeltiefe bei MNW der Süderelbe bzw. 5,30 m unter gewöhnlichem Hafenwasserstand und wurde bisher mit Druckwasser betrieben.

Beide Schleusen zusammen waren in den letzten Jahren kaum noch in der Lage, den sehr lebhaften Schiffsverkehr zu bewältigen. Zu gewissen Zeiten traten bereits infolge Überlastung Stockungen ein. Auch war die besonders mit Rücksicht auf die hochwertige Industrie erforderliche Betriebsicherheit in keiner Weise mehr vorhanden. Um in dieser Hinsicht eine Zahl zu nennen, sei erwähnt, daß ein einziges großes Unternehmen mit mehreren Betrieben am Binnenhafen seinen Schaden auf täglich 40 000 RM beziffert, falls es durch längere Betriebsstörungen der Schleusen zum Stilllegen gezwungen würde.

Sollte der Harburger Hafen wettbewerbfähig bleiben, so war eine Abänderung der Schleusenanlagen unbedingt erforderlich.

Bei der Kleinen Schleuse mit ihren geringen Abmessungen wäre ein Umbau einem Neubau gleichgekommen. Zudem wäre er wegen Platzmangels für die Vorhäfen zwecklos gewesen. Es blieb also nur das eine Mittel, die Leistungsfähigkeit der Großen Schleuse aufs äußerste zu heben und gleichzeitig ihre Betriebsicherheit in erforderlichem Maße zu steigern. Zu diesem Zweck sind im Jahre 1929 die Tor- und Schützenantriebe umgebaut und im Jahre 1930 das äußere Sturmfluttorpaar erneuert worden.

Bisheriger Zustand.

Der bisherige Antrieb mit Druckwasser war ebenso alt wie die Schleuse, technisch unvollkommen und derart abgenutzt, daß er ständige Ausbesserungen erforderte. Bei weiterer Inbetriebhaltung hätten wesentliche Teile mit erheblichem Kostenaufwand erneuert werden müssen. Besonders nachteilig waren die häufigen Brüche der Torantriebsketten, weil einmal die Schleuse während der Ausbesserungszeit nicht benutzbar war, zum anderen die Ausführung der Ausbesserungsarbeiten unter Zuhilfenahme eines Tauchers geschehen mußte und daher besonders kostspielig war.

Für über 70 m lange Fahrzeuge war die Schleuse wegen ihrer zu geringen Nutzlänge wenig leistungsfähig. Man ließ derartige Fahrzeuge bei ausgespiegeltem Elb- und Hafenwasserstand unter gleichzeitigem Öffnen sämtlicher Tore durchfahren. Wegen der wenigen zur Verfügung stehenden Minuten konnte aber nur ein Schiff je Tide durchgelassen werden. Zudem bestand die Gefahr, daß bei zu spätem Schließen der Tore diese zuschlugen und beschädigt wurden.

Bei bis zu 80 m langen Schiffen zog man daher das Durchschleusen mit „verlängerter Schleuse“ vor, d. h. man nutzte um die Zeit der Wasserausspiegelung die größere Länge zwischen Außenflut- und Binnenebbetor statt zwischen zwei gleichartigen Toren aus (s. Abb. 1). Auf diese Weise konnte ohne Gefahr für Schiff und Schleuse ein Fahrzeug in jeder Richtung je Tide durchgelassen werden.

Beide Verfahren versagten aber völlig bei allen Tiden, die auch nur um ein geringes unter dem jeweiligen Hafenwasserstand blieben. Es kam daher vor, daß die über 70 m langen Fahrzeuge bei ungünstigen Tiden mehrere Tage im Hafen festlagen. Ihr ordnungsgemäßer Verkehr ist aber eine Vorbedingung für die Wettbewerbfähigkeit der Betriebe im Binnenhafen.

Jetziger Zustand.

Als Vorbild für die neuen Schütz- und Torantriebe hat die Nesserlander Schleuse in Emden gedient, bei der vor einigen Jahren ebenfalls elektrische Antriebe eingebaut wurden. Dort ist nach den Betriebserfahrungen gegenüber dem alten Handantrieb eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit auf das Mehrfache erreicht worden. Eine so hohe Steigerung war in Harburg-Wilhelmsburg natürlich nicht zu erwarten, da hier schon ein maschineller Antrieb vorhanden war. Diesem veralteten Druckwasserantrieb gegenüber ist aber immerhin eine recht beträchtliche Leistungssteigerung erreicht durch Wegfall der letzten Wasserausspiegelung; denn während die Tore früher gegen irgendwie nennenswerten Überdruck nicht bewegt werden konnten, ist die jetzige Anlage berechnet und bei Inbetriebnahme erprobt für 25 cm Überdruck. Für den normalen Betrieb sind aber vorsichtshalber nur 20 cm zugelassen. Zur Aufrechterhaltung

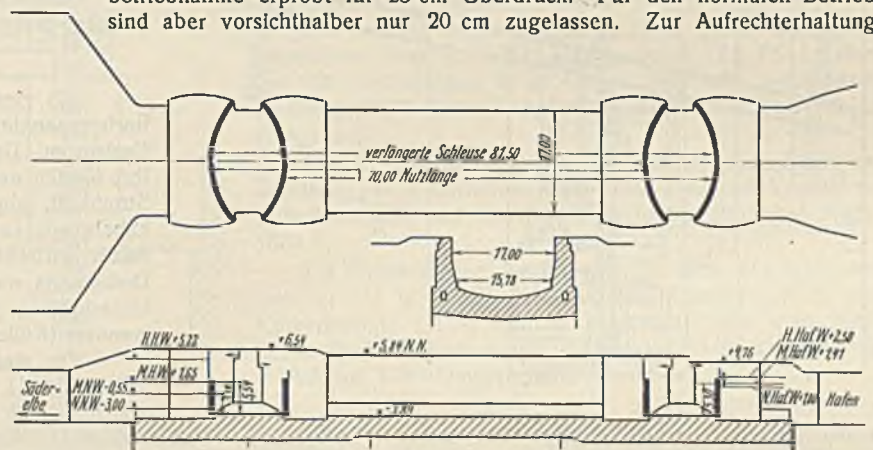


Abb. 1. Grundriß und Schnitte der Schleuse.

eines geregelten Schiffsverkehrs genügt bisher die Bewegung gegen 10 bis 15 cm Überdruck.

Das Bewegen der Tore bei höherem Überdruck erlaubt ferner nunmehr, die Schleuse bei ausgespiegelten Wasserständen ohne Gefahr für die Tore und Antriebe erforderlichenfalls erheblich länger (etwa 1 Stunde je Tide statt bisher wenige Minuten) offen stehen zu lassen. Dadurch ist eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit und Betriebsicherheit der Schleuse erzielt, besonders für über 70 m lange Fahrzeuge, und bis zu einem gewissen Grade die zu geringe Nutzlänge der Schleuse wettgemacht worden. Dieser Gesichtspunkt war ein wesentlicher Grund für die besonders kräftige Ausbildung der Antriebe.

Allgemeine Anordnung.¹⁾

Die Schleuse besitzt zwei Ebbe- und zwei Fluttorpaare und vier Umlaufschütze. Je ein Ebbe- und Fluttorflügel mit zugehörigem Schütz werden von einem Schaltpult (s. w in Abb. 6) aus bedient. Insgesamt sind also vier derartige Schaltpulte vorhanden (s. Abb. 8), an jeder Schleusenecke eins.

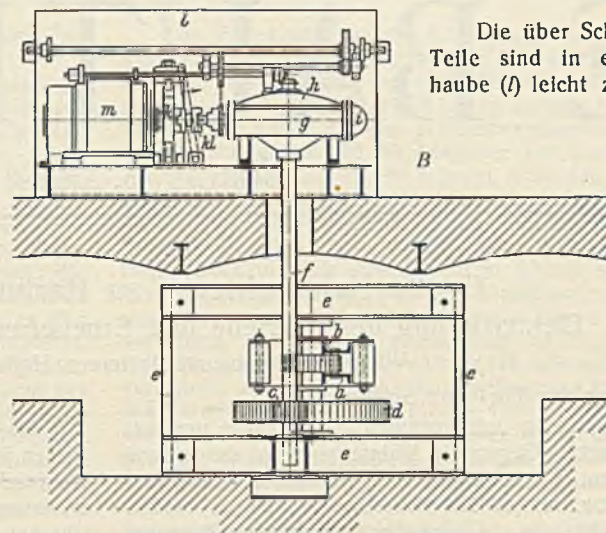
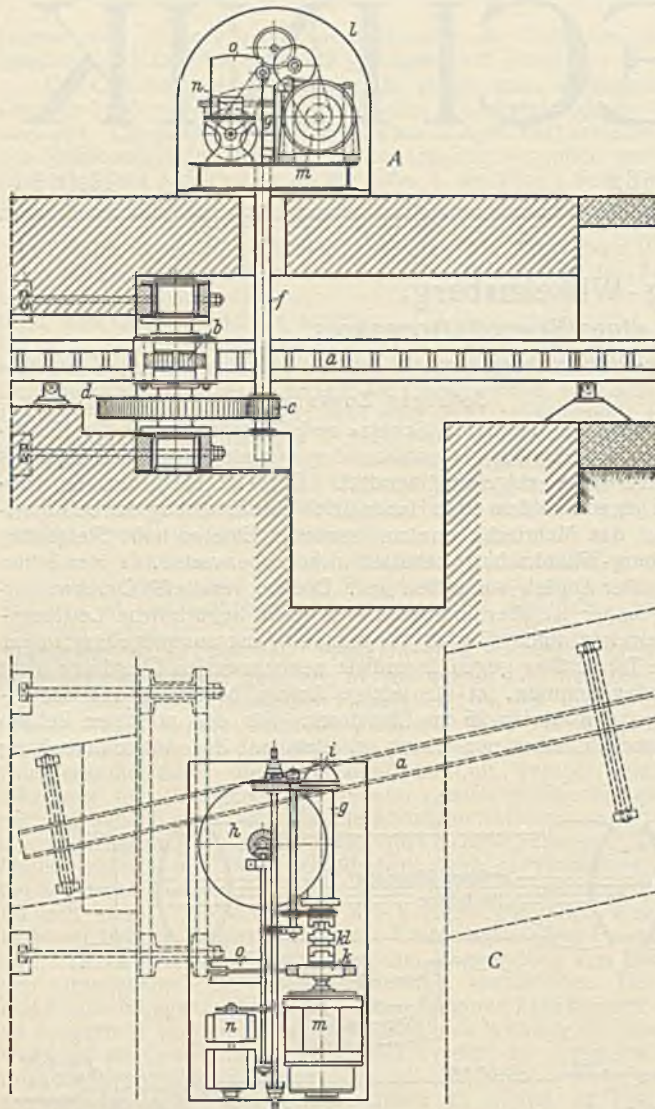
Die Tore und Schütze waren der erhöhten Beanspruchung gewachsen und haben nicht verstärkt zu werden brauchen.

Da erfahrungsgemäß bei Schleusen versenkt eingebaute elektrische Anlagen zu Betriebsstörungen Anlaß geben, so sind sie zusammen mit den empfindlicheren Maschinenteilen über Schleusenplattform angeordnet worden. In den geräumigen begehbaren alten Unterflurmaschinenkammern und -kanälen des Druckwasserantriebs liegen nur die unempfindlichen Teile, und zwar die Zahnstangen nebst Vorgelege und die elektrischen Kabel. Der Einbau wurde durch entsprechende umfangreichere Ausstimmungen im Schleusenmauerwerk und bei jedem Torflügel durch landseitigen Anbau eines flachen Zahnstangenkanals vorbereitet. Alle maschinellen und elektrischen Teile unter und über der Plattform sind leicht zugänglich.

Maschineller Teil.

1. Torantriebe (Abb. 2 bis 4). Die Triebstockzahnstangen (a) zum Antrieb der Tore sind an diesen zum Abdämpfen der Stöße in den Tor

¹⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1882, Nr. 11, S. 92 u. 100.



A Vorderansicht. B Seitenansicht. C Grundriß.

Abb. 2. Torantrieb.

Die über Schleusenplattform liegenden Teile sind in einer zweiteiligen Schutzhaube (*l*) leicht zugänglich und abnehmbar sowie regen- und schneedicht untergebracht. Die Haubenteile sind auf je vier Rollen fahrbar und werden bei gutem Wetter zum Austrocknen der Maschinen abgezogen.

2. Schützantriebe (Abb. 5 u. 6). Bei den Schützantrieben wird der Motor (*p*) zur Triebstockzahnstange (*q*) durch ein Kegelradvorgelege (*r/s*) und ein selbsthemmendes Schneckengetriebe (*t/u*) übersetzt. Die Lamellenrutschkupplung ist zwischen Schneckenwelle und Motor angeordnet

und zugleich als Bremscheibe ausgebildet. Auf diese wirkt wiederum die elektrisch betätigte Backenbremse (*v*). Im übrigen ist die Anordnung der Schützantriebe im wesentlichen die gleiche wie die der Torantriebe.

Sämtliche Tor- und Schützantriebe zeichnen sich durch den besonders ruhigen, geräuschlosen Gang aus.

Elektrischer Teil (s. Abb. 7 u. 8).

Als elektrische Energie standen Gleichstrom von 440 V Spannung und hochgespannter Drehstrom zur Verfügung. Gewählt wurde der hochgespannte Drehstrom. Dadurch wurde zwar die Errichtung einer Wandleranlage erforderlich. Ihre Kosten werden aber mehr als aufgewogen durch den erheblich günstigeren Stromtarif, abgesehen von der Ersparung eines besonderen Stromzuleitungskabels, wie es bei Verwendung von Gleichstrom hätte verlegt werden müssen. Außer wirtschaftlichen Gesichtspunkten mit ausschlaggebend für die Wahl des Drehstroms war die größere Betriebsicherheit und die einfachere Wartung und Unterhaltung gegenüber dem Gleichstrommotor durch Wegfall des Stromwenders (Kollektor).

Ein staatlicher Unterhaltungsbetrieb sowie die Beleuchtungsanlage der Schleusen und des Binnenhafens sind bei dieser Gelegenheit mit auf den billigen Drehstrom umgestellt worden.

In die zwischen Außen- und Binnenhaupt gelegene Wandleranlage wurde vorläufig nur ein Wandler mit einer Leistung von 75 kVA eingebaut. Sie sieht jedoch Platz zur Aufstellung eines zweiten Wandlers

Abb. 3.
Torantrieb, Überflurteile
(vgl. Abb. 2B).

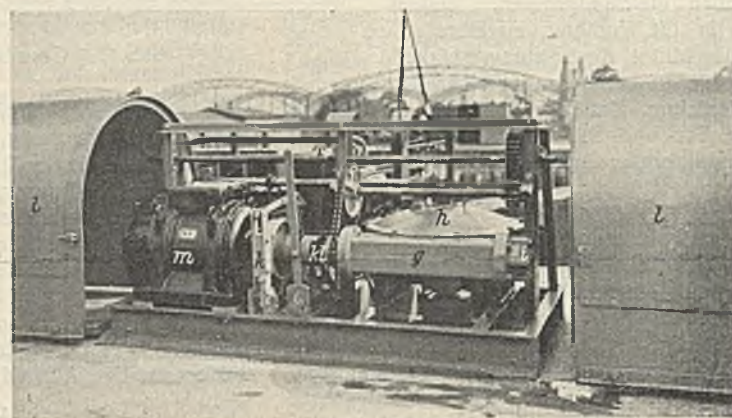
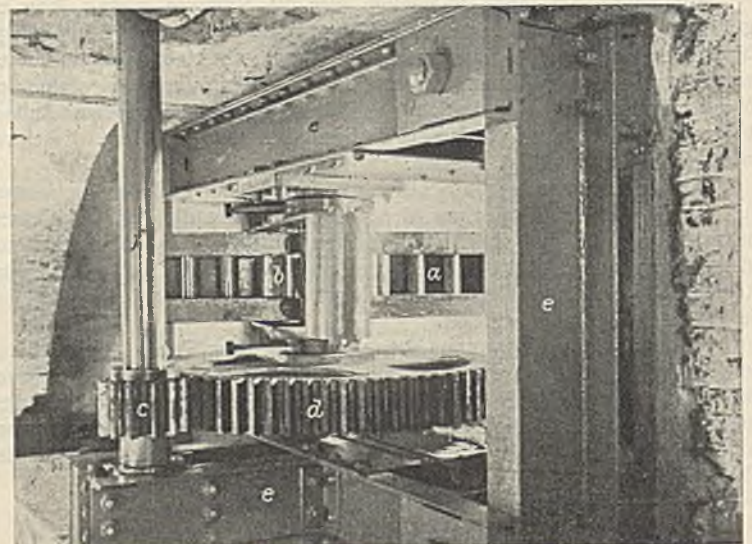
endstellungen federnd befestigt. Sie laufen in den wasserdichten Zahnstangenkanälen aus Eisenbeton auf Rollen. Das Triebstockritzel (*b*) und das Stirnradvorgelege (*c/d*), beide aus Stahlguß mit geschnittenen Zähnen, sind mittels eines starken Eisenrahmens (*e*) am Mauerwerk ablösbar festgeschraubt.

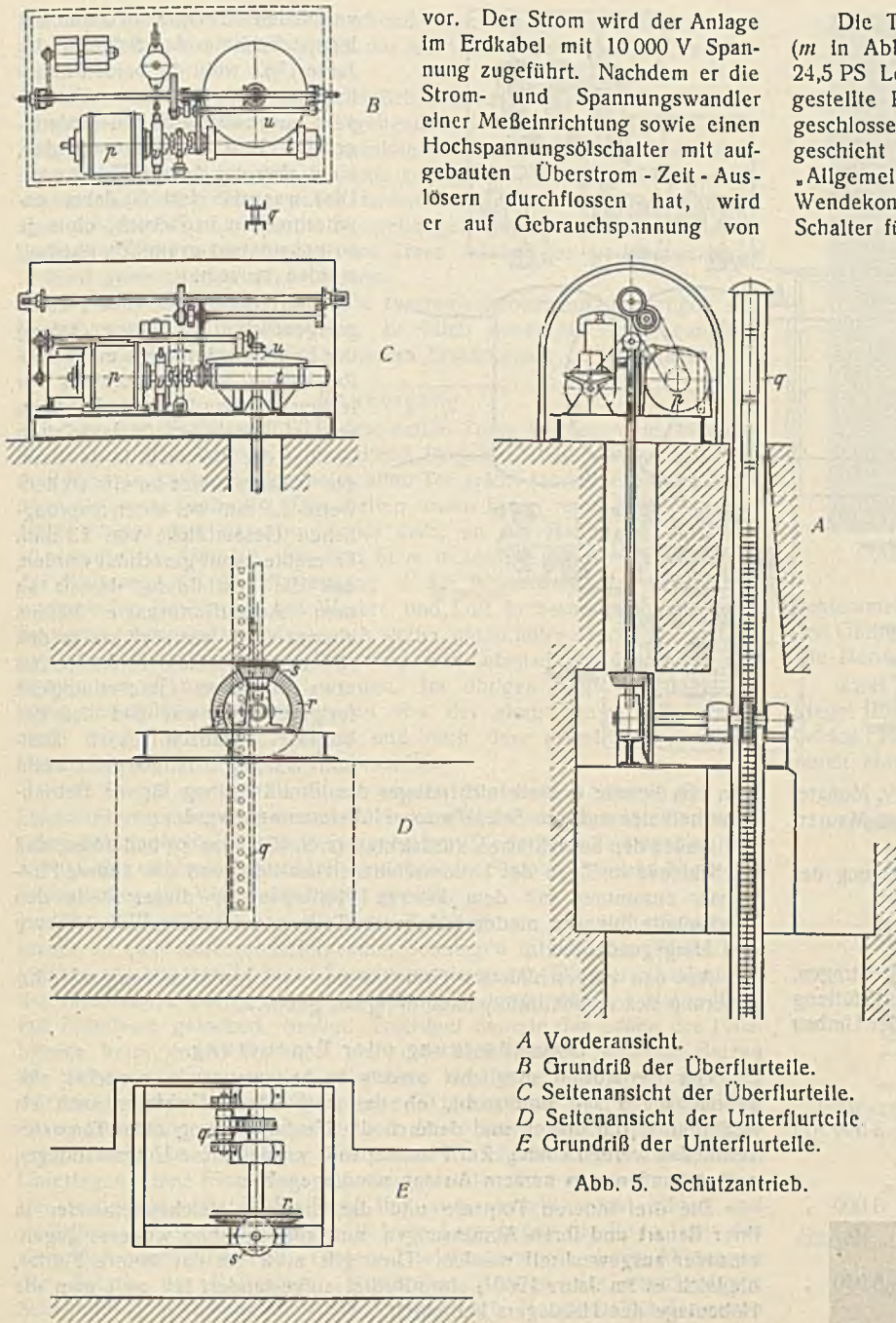
Die Ritzelwelle (*f*) des Vorgeleges führt durch die Maschinenkammerdecke zu dem über Flur liegenden zweigängigen Schneckengetriebe (*g/h*). Dieses läuft in einem gußeisernen Gehäuse in Öl. Das Schneckenrad (*h*) besitzt einen Bronzekranz mit spielfrei geschnittenen Zähnen. Die Schnecke (*g*) ist in Stahl geschnitten. Ihr Axialschub wird durch ein doppelwirkendes, leicht zugängliches Kugellager (*i*) aufgenommen.

Um Brüche in den Maschinenteilen durch Überanspruchungen vom Tor oder vom Motor aus zu vermeiden, ist in das Schneckenrad eine Lamellenrutschkupplung eingebaut. Die Lamellen bestehen aus Stahl bzw. aus Bronze und sind abwechselnd mit dem Schneckenrad und der Schneckenradwelle gekuppelt. Drei einstellbare Federn pressen die in einem Ölbad laufenden Lamellen mit 4 bis 5 kg/cm² gegeneinander. Infolge dieses im Vergleich zu einer Kegelreibungskupplung sehr geringen Flächenendrucks wird mit besonders geringem Verschleiß gerechnet.

Zwischen Schneckenwelle und Motorwellenstumpf ist eine verschiebbare Klauenkupplung (*kl*) für den Handantrieb eingeschaltet. In ihrer Mittellage ist weder der Motor noch der Handantrieb mit dem Windwerk gekuppelt. Dadurch ist ein besonderer Abhängigkeitschalter, der verhindern soll, daß bei eingekuppeltem Handantrieb der Motor angelassen werden kann, überflüssig gemacht.

Die auf dem Motorwellenstumpf sitzende Klauenkupplung ist zugleich als Bremscheibe ausgebildet. Auf diese wirkt die elektrisch betätigte Backenbremse (*k*). Die Klauen dieser Kupplung sind mit Leder beschlagen, um einen möglichst geräuschlosen Gang zu erzielen.

Abb. 4.
Torantrieb, Unterflurteile
(vgl. Abb. 2B).



A Vorderansicht.
B Grundriß der Überflurteile.
C Seitenansicht der Überflurteile.
D Seitenansicht der Unterflurteile.
E Grundriß der Unterflurteile.

Abb. 5. Schützenantrieb.

vor. Der Strom wird der Anlage im Erdkabel mit 10 000 V Spannung zugeführt. Nachdem er die Strom- und Spannungswandler einer Meßeinrichtung sowie einen Hochspannungsölschalter mit aufgebauten Überstrom-Zeit-Auslösern durchflossen hat, wird er auf Gebrauchsspannung von

Die Torflügel werden durch je einen gekapselten Drehstrommotor (*m* in Abb. 2 u. 4) für 220/380 V Spannung mit 18 kVA entsprechend 24,5 PS Leistung bei 950 Umdreh./min angetrieben. Im Betriebe festgestellte Kraftdiagramme sind in Abb. 7 wiedergegeben. Geöffnet und geschlossen wird jedes Tor gegen Aufstau je in 85 sek. Die Steuerung geschieht durch Wendekontroller in den Schaltpulsten (s. weiter oben unter „Allgemeine Anordnung“). Außer den zu einem Antrieb gehörigen drei Wendekontrollern sind in jedes der vier Schaltpulste noch Sicherungen und Schalter für jeden Motor sowie ein Strom- und ein Spannungszeiger eingebaut. Zur Bedienung braucht nur die Handkurbel der Kontroller bewegt zu werden. Sie ist also äußerst einfach und setzt keine technischen Kenntnisse voraus.

In den Endstellungen der Tore werden die Motoren durch doppelpolige Starkstrom-Hebelendausschalter (*n* in Abb. 2) abgeschaltet. Die Bewegung der Zahnstangen wird mittels Kettenradvorgelege auf eine Spindel übertragen. Diese betätigt die Endschalter. Die Ausschaltgeschwindigkeit der Schaltkurven ist größer als die Geschwindigkeit der Zahnstangen. Da außerdem beim Ausschalten gleichzeitig eine durch einen Lüftmagneten (*o* in Abb. 2) gehaltene Bremse (*k*, s. unter „Maschineller Teil“, 1) einfällt, sind die ganzen Torbewegungen sehr scharf begrenzt.

Zum Schutze gegen Feuchtigkeit sind alle zum elektrischen Antrieb gehörenden Teile in Gußkasten eingebaut und mit einer Spezialisolation (Tropenisolation) versehen. Die Motoren selbst sind wasserdicht geschlossen. Die Verbindungen sind in Gummibleikabel ausgeführt.

Die Schütze werden durch je einen gekapselten Drehstrommotor von 8,5 kVA entsprechend 11,6 PS Leistung bei 950 Umdreh./min in 30 sek geöffnet bzw. geschlossen. Im übrigen gilt für sie sinngemäß, was von den Torantrieben gesagt ist.

Abb. 8 gibt Aufschluß über die gesamte Anordnung und Schaltung des elektrischen Teiles und über den Verlauf der Kabelleitungen aus eisenbandbewehrtem Bleikabel NKBA 1000 V.

Zur Entwässerung des Kabelkanals unter der Schleusen-kammer ist in einer der Maschinenkammern noch eine Kolbenpumpe (*21* in Abb. 8) aufgestellt. Sie wird durch einen Drehstrommotor mit Kurzschlußanker, Leistung rd. 1 kVA bei 1435 Umdreh./min, betrieben.

Bauvorgang.

Die Leistungen und Lieferungen sind durch die Maschinenfabrik Schmidt, Kranz & Co., Nordhausen, aus-

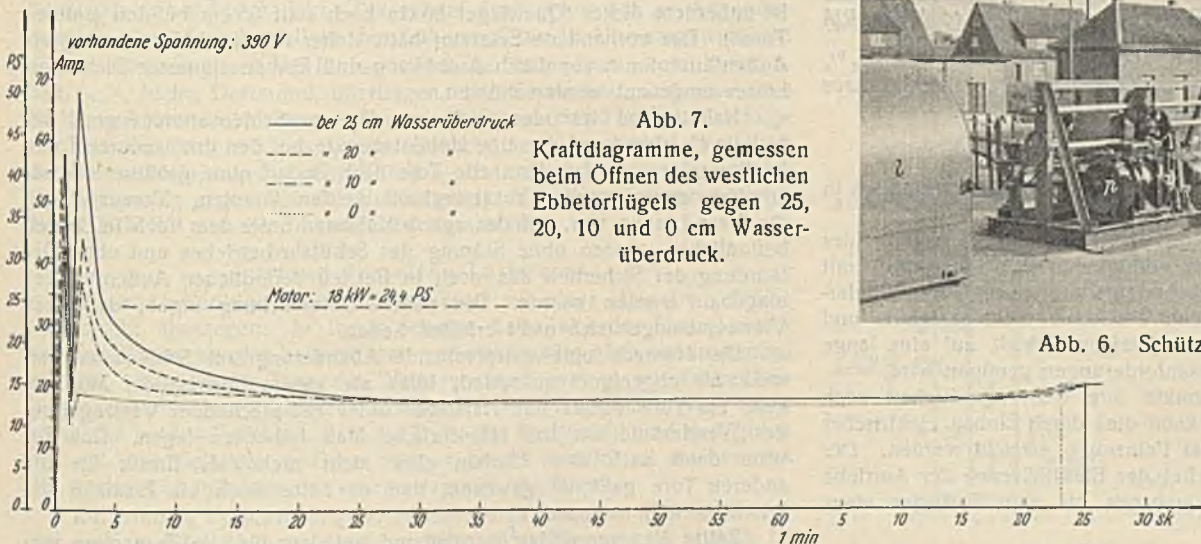


Abb. 7. Kraftdiagramme, gemessen beim Öffnen des westlichen Ebbetorflügels gegen 25, 20, 10 und 0 cm Wasserüberdruck.
Motor: 18 kW = 24,4 PS

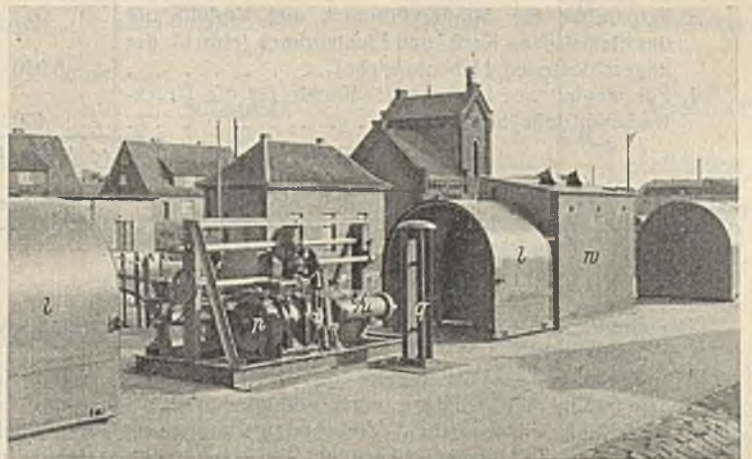


Abb. 6. Schützenantrieb (vgl. Abb. 5C).

400/231 V umgewandelt. Der Niederspannungstrom wird durch Kabel nach einer vierteiligen Hauptverteilungstafel weitergeleitet. Auf dieser sind außer Strom- (Ampere-) und Spannungszeiger (Voltmeter) sowie Hauptschalter für den Wandler sämtliche Sicherungen und Schalter für die Hauptleitung der gesamten Licht- und Kraftanlage untergebracht. Vier eisenbandbewehrte Bleikabel führen nach den Schaltstellen der Schleuse.

geführt. Diese hat auch seltenerzeit die Elektrisierung der Antriebe bei der Nesserlander Schleuse in Emden ausgeführt. Als Unter-nehmer war den Bergmann-Elektrizitätswerken, Berlin, die Ausführung der elektrischen Anlage übertragen. Die Abänderungen am Schleusenmauerwerk führte das Wasserbauamt Harburg-Wilhelmsburg im Eigenbetriebe aus.

Die Umbauarbeiten wurden jeweils nur für einen Torflügel in Angriff genommen. Während der Umbauzeit wurde er behelfsmäßig mit starken Bauwinden bewegt. Diese wurden durch die für den Schützenantrieb vorgesehenen Motoren elektrisch betrieben.

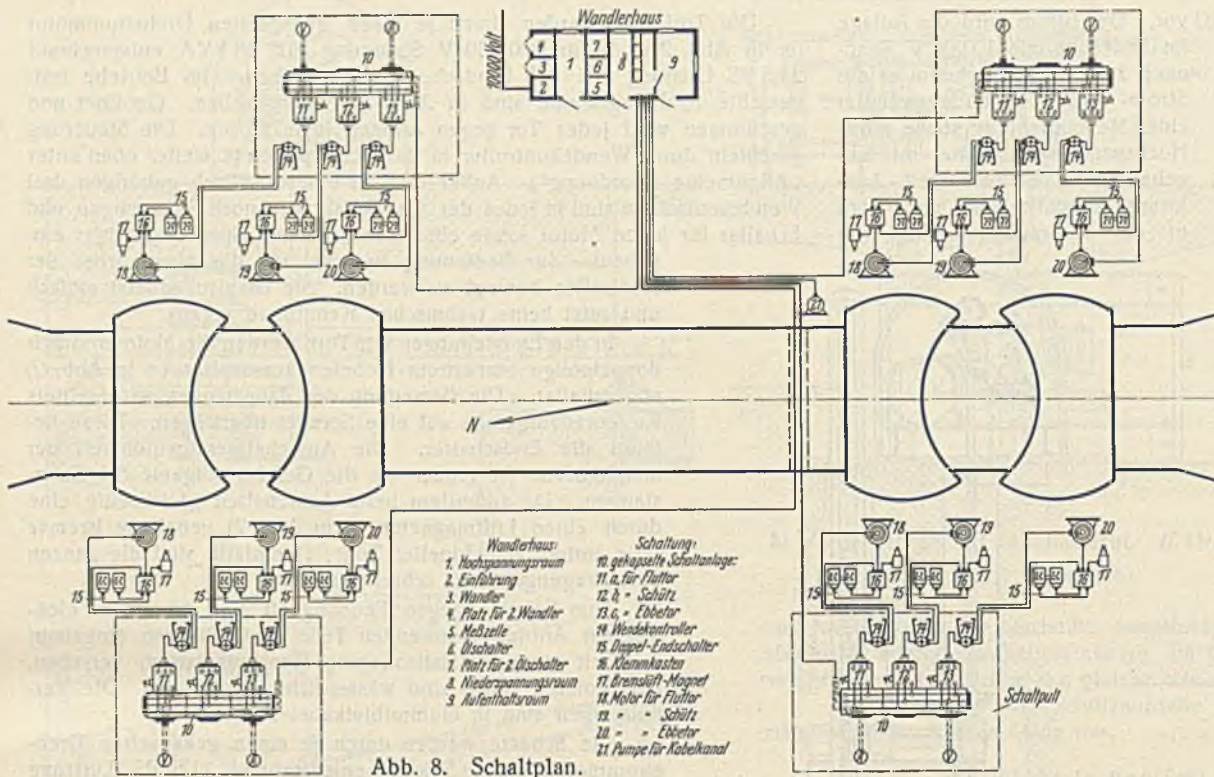


Abb. 8. Schaltplan.

Der Einbau der maschinellen und elektrischen Teile dauerte 3 1/2 Monate. Die Gesamtumbauarbeiten einschl. der vorbereitenden Stemm- und Maurerarbeiten haben 8 Monate in Anspruch genommen.

Der Umbau ist ohne Sperrung der Schleuse und ohne Störung der Schifffahrt vor sich gegangen.

Baukosten und Wirtschaftlichkeit.

Die Gesamtkosten einschl. Wandleranlage haben 160 000 RM betragen. Dieser Geldaufwand ist bereits voll gerechtfertigt durch die Erfüllung eines dringenden Verkehrsbedürfnisses. Darüber hinaus bringt der Umbau aber auch erhebliche Ersparnisse. Diese betragen jährlich:

1. Gehalt für einen eingesparten Maschinisten, der die Druckwasser-Maschinenanlage bisher bediente, nebst Vertretung rd. 3 600 RM
2. Minderaufwand an Unterhaltungskosten der maschinellen und elektrischen Teile, besonders für Wegfall der Taucherarbeiten „ 3 000 „
3. Ersparnisse für Minderverbrauch und Verbilligung des elektrischen Kraft- und Lichtstromes (einschl. der angeschlossenen Nebenbetriebe) „ 8 000 „
4. Für wegfallende Heizung der Kanäle für die Druckwasserantriebe im Winter „ 400 „

Jährliche Ersparnisse insgesamt rd. 15 000 RM

gleich rd. 9 1/2 % des Anlagekapitals, d. h. über 5 % Verzinsung und 1 1/2 % Abschreibung (entsprechend einer Lebensdauer von 30 Jahren) hinaus werden 3 % = 4800 RM jährlicher Überschuß erzielt.

Schlußbetrachtung.

Die elektrischen Antriebe haben die an sie gestellten Erwartungen in jeder Weise erfüllt.

Mit Rücksicht auf die bereits vorhandene dichte Bebauung des Binnenhafens und die wenigen noch verfügbaren Bauflächen wird mit einer zukünftigen wesentlichen Verkehrsteigerung auch nach Wiederbelebung der zur Zeit daniederliegenden Wirtschaft nicht gerechnet und angenommen, daß die Schleuse in ihrer jetzigen Gestalt auf eine lange Reihe von Jahren hinaus den Betriebsanforderungen genügen wird.

Sollte zu einem späteren Zeitpunkte ihre Leistungsfähigkeit noch weiter gesteigert werden müssen, so kann dies durch Einbau elektrischer Spills zum Ein- und Ausschleppen der Fahrzeuge erreicht werden. Der Einbau derartiger Spills war bereits bei der Elektrisierung der Antriebe vorgesehen. Er ist aber zur Kostenersparnis bis zum Vorliegen eines Bedürfnisses zurückgestellt.

II. Erneuerung des äußeren Sturmfluttorpaares.

Bei der Großen Hafenschleuse war außer den vier in Betrieb befindlichen eisernen Stemmtorpaaren bisher nur ein Ersatztorpaar vorhanden. Dieses konnte im Bedarfsfalle gegen das äußere und innere Ebbetorpaar und nach entsprechendem Umbau auch gegen das innere Flutturpaar ausgetauscht werden. Dagegen war für das äußere Flutturpaar kein Ersatz

vorhanden. Demgemäß waren seit Inbetriebnahme der Schleuse im Jahre 1881 wohl die beiden Ebbetorpaare und das innere Flutturpaar ausgewechselt und instandgesetzt bzw. erneuert worden, nicht aber das äußere Flutturpaar. Dies war also fast 50 Jahre ununterbrochen in Betrieb, ohne je ausgebaut und gründlich überholt worden zu sein.

Bereits im Jahre 1900²⁾ waren gelegentlich der Auswechslung des Binnenflutturpaares erhebliche Rostanfressungen an diesem Tor festgestellt worden. Sie betrug an dem damals erst 20 Jahre alten Tor bei der Blechhaut in der Zone des Wasserstandes bereits stellenweise 3,5 mm bei einer ursprünglichen Gesamtdicke von 13 mm. Es mußte damit gerechnet werden, daß die Rostbildung damals an dem Außenflutturpaare bereits ebenso stark war, daß sie in den seither verflorenen 30 Jahren mit etwa derselben Geschwindigkeit fortgeschritten war und daß das Torpaar demnach durch Rostanfressungen erheblich geschwächt

war. Es konnte deshalb nicht länger die Verantwortung für die Betriebssicherheit des äußeren Sturmfluttores übernommen werden.

Außer den betrieblichen Rücksichten (s. S. 431) war zu bedenken, daß die Schleuse im Zuge des Landesschutzdeiches liegt und das äußere Flutturpaar zusammen mit dem inneren Flutturpaar an dieser Stelle den Deichschutz für die niedrig gelegenen Teile von Harburg/Wilhelmsburg und Umgegend bildet.

Aus den vorgeschilderten Gründen war eine Instandsetzung oder Erneuerung des Außenflutturpaares dringend geboten.

Instandsetzung oder Erneuerung.

Um die Kosten möglichst niedrig zu halten, wurde zunächst eingehend die Frage untersucht, ob das vorhandene Ersatztor auch als Außenflutturpaar dienen und dadurch die Neubeschaffung eines Torpaares vermieden werden könne. Zur Platzersparnis werden diese Untersuchungen nachstehend nur in kurzem Auszug wiedergegeben.

Die drei inneren Torpaare und das Ersatztor gleichen einander in ihrer Bauart und ihren Abmessungen und können ohne weiteres gegeneinander ausgewechselt werden. Dies gilt auch für das innere Fluttur, obgleich es im Jahre 1900³⁾ sturmflutfrei aufgeständert ist, weil man die Höhenlage des Halslagers beibehielt.

Das äußere Fluttur hat ein höher liegendes Halslager (s. Abb. 1) und ist außerdem dicker (Querriegel 80 cm hoch statt 65 cm bei den anderen Toren). Das vorhandene Ersatztor hätte daher für seine Verwendung als Außenflutmotor zuvor durch Aufhöhung und Einbau stärkerer Dichtungshölzer umgebaut werden müssen.

Naheliegender war der Gedanke, das am Schleusenmauerwerk befestigte Halsband auf dieselbe Höhenlage wie bei den drei anderen Toren herabzusetzen, so daß dann alle Tore nach Bedarf ohne größere Umbauarbeiten gegeneinander ausgewechselt werden konnten. Voraussetzung für diese Lösung war, daß das untere Halsband unter dem noch in Betrieb befindlichen oberen ohne Störung des Schifffahrtbetriebes und ohne Gefährdung der Sicherheit des noch in Betrieb befindlichen Außenfluttores eingebaut werden konnte. Die nähere Untersuchung ergab, daß diese Voraussetzungen sich nicht erfüllen ließen.

Da demnach eine entsprechende Abänderung am Schleusenmauerwerk als ungeeignet ausschied, blieb als zweite Lösung die Möglichkeit, am Tore selber das Halslager unter entsprechender Verlängerung der Wendesäule um das erforderliche Maß höher zu legen. Das Tor wäre dann nach dem Umbau aber nicht mehr als Ersatz für die anderen Tore geeignet gewesen, und es hätte doch ein Ersatztor beschafft werden müssen.

Sollte dies vermieden werden und trotzdem für alle Tore ohne vorhergehende langwierige Umbauarbeiten jederzeit ein geeigneter Ersatz verwendungsbereit liegen, so mußte an dem vorhandenen Ersatztor das untere Halslager beibehalten und darüber unter Kröpfung der Wendesäule das erforderliche obere Halslager eingebaut und nach Ausbau des alten

²⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1902, Nr. 97, S. 595.

³⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1902, Nr. 97, S. 595.

Fluttorpaars auch dieses entsprechend umgebaut werden, wobei es auch gegolten hätte, die Schwierigkeit der nicht passenden Torstärke zu überwinden.

Diese Lösung wäre voraussichtlich möglich gewesen. Sie hätte aber erhebliche Kosten für den weitgehenden Umbau der beiden Tore zur Folge gehabt, wodurch die Ersparnisse für Nichtbeschaffung eines neuen Torpaars wenn nicht ganz, so doch zum großen Teil aufgezehrt worden wären. Außerdem hätte außer anderen Nachteilen die ungewöhnliche und wohl noch nicht erprobte Bauweise gekröpfter Wendesäulen und die geringere Widerstandsfähigkeit des Tores infolge der geringeren Dicke in Kauf genommen werden müssen.

Diese verschiedenen Nachteile zusammengenommen überwogen den Vorteil etwaiger Kostenersparnis. Es blieb daher als einzig gangbare Lösung nur die Möglichkeit, ein neues Ersatztorpaar zu beschaffen.

Bauvorgang.

Für die Blechhaut (St 37) des neuen Tores wurden dem heutigen Stande der Walztechnik entsprechend längere Platten verwendet. Statt drei bis vier kurzer Platten beim alten Tor reicht jetzt eine einzige lange über die ganze Torbreite. Die Platten waren früher an der Elbseite über MHW 10 mm und darunter 13 mm dick, an der Hafenseite durchweg 10 mm dick (s. Abb. 10). Sie sind beim neuen Tor ebenso dick. Nur an der Hafenseite ist der Plattengang in der Wasserlinie, der infolge der wechselnden Berührung mit Wasser und Luft in besonderem Maße der Zerstörung ausgesetzt ist (vgl. auch weiter unten unter Abschnitt „Zustand des alten Torpaars“), zur Erhöhung der Lebensdauer des Tores von 10 mm auf 13 mm verstärkt worden. Im übrigen zeigt das neue Tor keine wesentlichen Abweichungen von der alten Bauart. Es erhielt einen doppelten Mennigeanstrich und nach dem gründlichen Trocknen einen einmaligen schwarzen Deckanstrich.

Die Riegel und die Blechhaut wurden in einzelnen Stücken auf dem Eisenbahnwege angeliefert und in Harburg-Wilhelmsburg auf einer staatlichen Schiffsaufschleppe zusammengesetzt. Die fertigen Torflügel wurden mit 0,6 at Luftüberdruck und Bestreichen der Stemmnähte und Niete mit Seifenlösung auf Wasserdichtigkeit geprüft.

Die Auswechslung wurde unter Zuhilfenahme eines 25-t-Schwimmkrans an zwei aufeinanderfolgenden Sonntagen in derselben Weise ausgeführt wie bei den früheren Torauswechslungen⁴⁾. Die Verschraubungen des Halsbandes waren schon seit Monaten durch ständige Behandlung mit Petroleum gelockert worden. Trotzdem dauerte das Lösen des Halsbandes beim ersten Torflügel mehr als drei Stunden, weil ein Bolzen im Halseisen verbogen war. Nachdem der neue Torflügel eingesetzt war, zeigte sich, daß die Spurpanne 30 mm stärker war, als sie in den Bestandszeichnungen angegeben und daher beim neuen Torflügel ausgeführt war. Das Halslager des neuen Torflügels mußte daher durch Unterlegen einer Eisenplatte um die fehlenden 30 mm gehoben werden. Der fertig eingehängte Torflügel ließ sich zunächst nicht öffnen und schließen, da er infolge seiner tieferen Lage gegen die Rollenlager des alten Kettenantriebes stieß. Diesem Übelstande wurde durch Abbrennen der Bolzen der Rollenlager abgeholfen. Infolge der verschiedenen Schwierigkeiten dauerte die Auswechslung (d. h. Heranschaffen des neuen Flügels, Ausbau des alten und Einbau des neuen Flügels) des ersten Torflügels von 6 bis 20 Uhr. Der zweite Torflügel wurde am folgenden Sonntag ohne Zwischenfall in der Zeit von 5 bis 13 Uhr ausgewechselt.

Die Lieferung und der Einbau waren der Firma Dortmunder Brückenbau C. H. Jucho, Dortmund, übertragen. Die Gesamtkosten für das ohne Dichtungshölzer 110 t schwere Torpaar betragen 66 000 RM, d. h. infolge der Notkonjunktur auf das gleiche Gewicht bezogen nicht mehr als bei der Torauswechslung im Jahre 1900⁵⁾ — trotz der sonstigen allgemeinen Preissteigerung gegenüber der Vorkriegszeit. Von dem Gesamtpreis entfallen 7000 RM auf die Torauswechslungsarbeiten.

Zustand des alten Torpaars.

Die alten Torflügel waren unter Wasser mit einer etwa 1 cm dicken Rostschicht überzogen. In ihrem Schutze hatte sich das Eisen, soweit es vom Wasser ständig bedeckt war, verhältnismäßig glatt und narbenfrei erhalten. Nur in der Zone des Wasserwechsels war es mit zahlreichen tiefen pockenartigen Rostnarben übersät. Abb. 9 zeigt einen Blick unter einen der beiden Torflügel. Um die Dicke der Rostschicht und den guten Zustand der Nietköpfe und des übrigen Eisens deutlich zu machen, ist die Rostschicht teilweise mit einem Hammer abgeklopft.

Zur näheren Untersuchung der Platten wurden diese in den besonders tief erscheinenden Narbenstellen angebohrt. Das Ergebnis ist in Abb. 10 dargestellt.

Die beigegefügteten Zahlenwerte geben die einzelnen Plattendicken wieder, wie sie beim Einbau des Tores waren (eingeklammert) und wie sie jetzt nach 50-jähriger ununterbrochener Betriebszeit (unein-

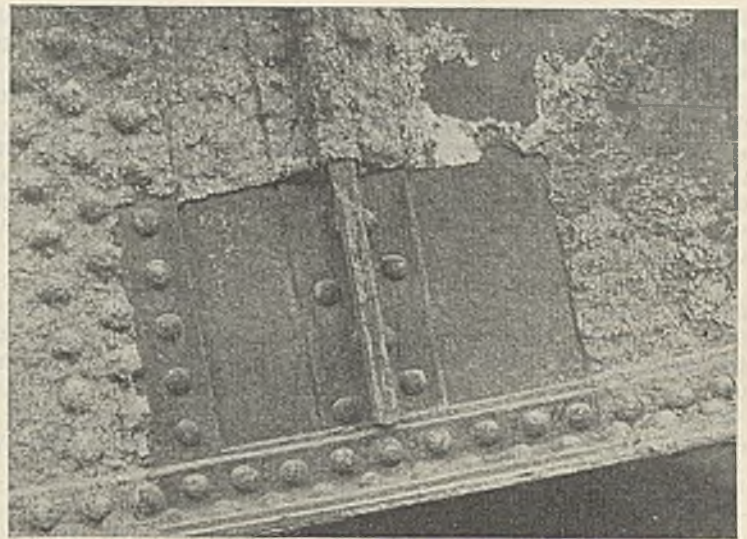


Abb. 9. Untersicht unter das alte Tor, teilweise entrostet.

geklammert) festgestellt wurden. Die nicht eingeklammerten Werte geben den Geringstwert an, der in dem betreffenden Plattengang ermittelt wurde. Die Durchschnittblechdicke ist also größer.

Zwei Plattengänge in der Zone des Wasserwechsels (zwischen Riegel III/IV und zwischen Riegel IV/V) an beiden Torflügeln und auf beiden Torseiten sind stärker angefressen. In der Darstellung sind sie durch einen dicken Strich hervorgehoben. Der Plattengang V/VI, der

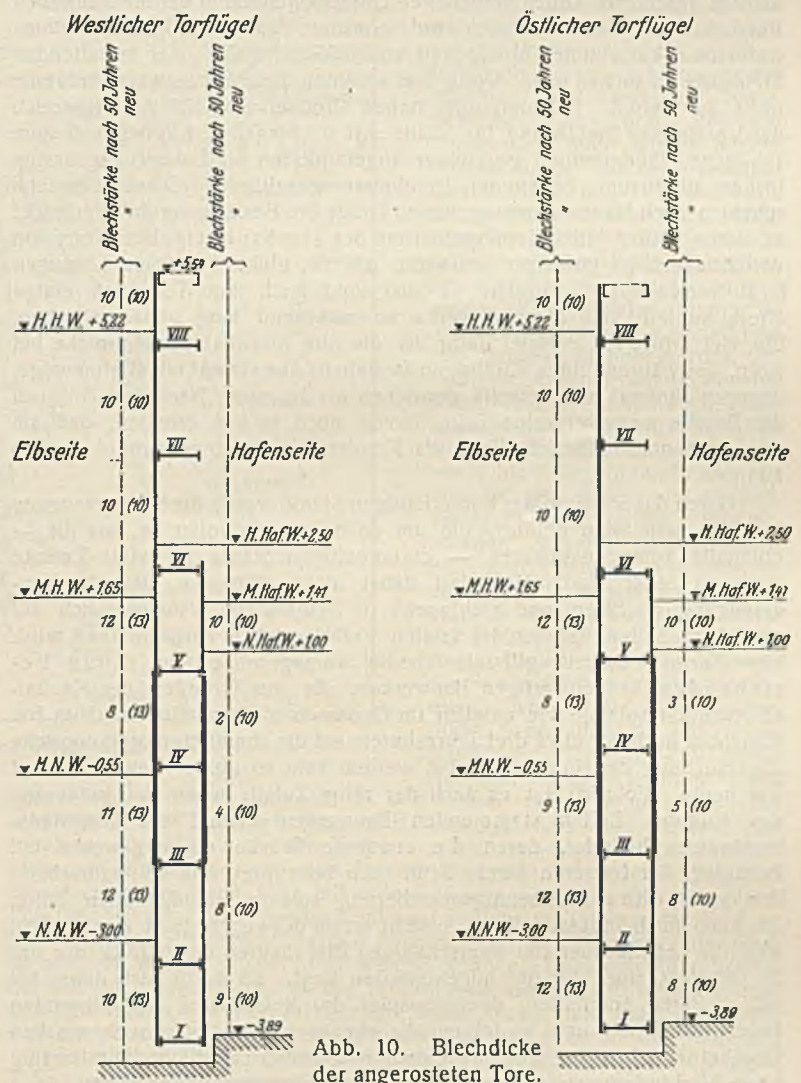


Abb. 10. Blechdicke der angerosteten Tore.

auch noch in stärkstem Maße in der Zone des Wasserwechsels lag, ist trotzdem auf beiden Torseiten gut erhalten, offenbar deswegen, weil er doch bereits so hoch lag, daß er gut unter Farbe gehalten werden konnte. Dies gilt auch für den hafenseitigen Plattengang V/VI, obgleich er bis unter dem niedrigsten Hafenwasserstand herunterreicht und die Darstellung den Eindruck erwecken könnte, daß seine Unterhaltung nicht möglich gewesen wäre. Es ist aber zu beachten, daß das Tor bei niedrigeren

⁴⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1902, Nr. 97, S. 595.

⁵⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1902, Nr. 97, S. 596.

Wasserständen in der Elbe als im Hafen offen steht und dadurch die Abrostung und Erneuerung der Farbanstriche im normalen Betriebe ohne weiteres möglich war.

Die ständig über Wasser liegenden Plattengänge sind nicht angefressen, die ständig unter Wasser liegenden nur um 1 bis 3 mm.

Die schwächste festgestellte Blechdicke betrug nur noch 2 mm (westlicher Torflügel zwischen Riegel IV/V.) Die Schwächung des Bleches betrug an dieser Stelle 8 mm, während sie nach früheren Beobachtungen an einem 20 Jahre alten Tor 3,5 mm⁹⁾ betrug. Die Anfressung ist also seither gleichmäßig weiter fortgeschritten.

Wie früher⁹⁾ wurde wiederum auf der Hafenseite der Torflügel eine stärkere Anfressung der Bleche festgestellt, auf der Hafenseite bis zu 8 mm gegen bis zu 5 mm auf der Elbseite. Die Ursache dieser Erscheinung wird in dem Säuregehalt des Hafengewässers gesehen, der ihm mit den verschiedenen Fabrikwässern zugeführt wird.

Das Torgerippe war, wie bei seiner geschützten Lage nicht anders zu erwarten (Riegel I bis VI in den trockenen Schwimmkasten, Riegel VII

⁹⁾ Ztrbl. d. Bauv. 1902, Nr. 97, S. 596.

Alle Rechte vorbehalten.

Zur Korrosionsfrage.

Von Dipl.-Ing. Hans Heberling, München.

Zur Zeit ist man bestrebt, durch Studium der örtlichen klimatischen Verhältnisse, der Metallstruktur usw. die Korrosionsbedingungen für Baustähle von Fall zu Fall zu ermitteln. Auf diesem Wege lassen sich neben den jeweils bestgeeigneten Schutzmaßnahmen u. a. auch wichtige Fingerzeige für den Aufbau neuer korrosionssicherer Werkstoffe gewinnen.

Besondere Beachtung hat man in letzter Zeit den kupferhaltigen Stählen geschenkt. Durch eingehende Untersuchungen in der mechanischen Versuchsanstalt der Reichsbahn wurde ermittelt, daß der stärkste Korrosionswiderstand bei einem Kupfergehalt von 0,35 bis 0,45 % der betreffenden Stahlorte zu suchen ist¹⁾. Völlig fest scheinen diese Zahlenwerte indessen nicht zu stehen. Beispielsweise haben Großversuche im Arbeitsbereich der Vereinigten Stahlwerke für Stähle mit 0,2 bis 0,3 % Kupfergehalt eine 1½-fache Überlegenheit gegenüber ungekupferten und damit die besten bisher überhaupt bekannten Ergebnisse gezeigt²⁾. Diese Versuche scheinen auch bis zu einem gewissen Grade die Bestätigung dafür erbracht zu haben, daß sich der Kupfergehalt bei der atmosphärischen Korrosion verhältnismäßig günstiger auswirkt als in elektrolytischen Lösungen (z. B. Seewasser). So erklärt es sich wohl auch zum Teil, daß einige ältere kupferhaltige Eisenbauwerke so auffallend lang gehalten haben. Ein viel erörtertes Beispiel dafür ist die alte Eisenbahn-Rheinbrücke bei Köln, die während ihres 52-jährigen Bestehens nur einmal mit Bleimennige, dagegen fünfmal mit Bleiweiß gestrichen worden war. Nach dem Abbruch der Brücke waren einzelne Teile davon noch so gut erhalten, daß sie von einer norddeutschen Werft als Kranträger wieder verwendet werden konnten.

Durch das Studium der kupferhaltigen Stähle wurde die Stahlerzeugung auf eine neue Spur geführt, die um so bedeutungsvoller ist, als die — ebenfalls korrosionssicheren — chromhaltigen Stähle für viele Zwecke noch zu teuer sind. Man darf dabei nicht vergessen, daß die Neuerzeugung an Eisen- und Stahlwaren in Deutschland wahrscheinlich auf absehbare Zeit hinter der der letzten Vorkriegsjahre zurückbleiben wird. Der Korrosionsschutz gilt also heute vorzugsweise den schon bestehenden betriebsfertigen Bauwerken, die aus Gründen der Kapitalamortisation solange wie möglich im Gebrauch bleiben müssen. Nun hat man aber noch vor etwa drei Jahrzehnten auf die chemisch-morphologische Untersuchung der Nutmetalle bei weitem kein so großes Gewicht gelegt wie heute. Folglich ist es auch der reine Zufall, wenn sich unter den aus früheren Zeiten stammenden Bauwerken einmal ein korrosionsbeständiges befindet, deren die erwähnte Brücke eines gewesen ist. Bezüglich der letzteren wurde denn auch behauptet, daß sie wahrscheinlich auch ohne Bleimennige grundierung solange standgehalten hätte. Ich kann mich indessen dieser Ansicht schon deswegen nicht anschließen, weil die Lebensdauer der kupferhaltigen Eisenbauten gewöhnlich nur um 30 bis 50 % über der der ungekupferten liegt. Es dürfte sich daher bis auf weiteres empfehlen, dem Beispiel der Reichsbahn, der führenden Brückenbaufirmen usw. zu folgen, die ebenso wie die meisten chemischen Großbetriebe in einer soliden Bleimennige grundierung die verhältnismäßig beste Verhinderungsmaßnahme gegen die Korrosionsbildung sehen.

Der Kampf um die Bleimennige hat unter dem Drucke der neuen Bleifarbenverordnung und im Hinblick auf die allgemeine Wirtschaftslage wieder bedeutend an Schärfe zugenommen. Wie zu erwarten, hat sich die Ersatzmittelindustrie die Zeitumstände zunutze gemacht. Sie ver-

und VIII über Wasser), gut erhalten. Ebenso waren die Torlager noch in brauchbarem Zustande. Die bronzenen Halspfanne war einseitig 0,5 bzw. 1 m, die bronzenen Spurpfanne einseitig 3 bzw. 0 mm ausgeschliffen.

Zur Wiederinstandsetzung der Torflügel brauchten nur die beiden Plattengänge in der Zone des Wasserwechsels und ein Teil der Befestigungseisen für die Anschlaghölzer erneuert zu werden (rd. 6 t Eisen je Torflügel). Die neuen Platten wurden auf der Hafenseite stärker ausgeführt als bisher (13 mm statt 10 mm). Durch den damit verbundenen kaum erwähnenswerten Mehraufwand an Eisen wird nach den gemachten Erfahrungen die Lebensdauer des Tores erheblich erhöht.

Die Anschlaghölzer waren unter Wasser zwar durchweg im Kern noch gut erhalten (Greenheartholz). Da aber eine Anzahl Äste völlig vermodert waren und größere Löcher hinterlassen hatten und die Hölzer auch Absplittungen durch äußere Einflüsse aufwiesen, wurde die Gelegenheit wahrgenommen, um auch sie sämtlich durch bestes splintfreies Eichenholz zu ersetzen.

Gleichzeitig mit dem jetzt ausgebauten alten Sturmfluttorpaar ist auch das vor mehreren Jahren ausgebaute Ersatz-Ebbtor instandgesetzt worden, so daß jetzt für jedes Tor Ersatz verwendungsbereit liegt.

sucht die Entbehrlichkeit der Bleimennige wieder an Hand der bekannten Gründe darzutun, daß die Mennige für die augenblicklichen Verhältnisse zu teuer und überdies gesundheitsschädlich sei. Es ist wohl begreiflich, daß sich gerade der verantwortungsbewußte Bautechniker schwer aus einem solchen Zwiespalt herausfindet. Ich möchte daher kurz auf einige wissenschaftliche Neuveröffentlichungen hinweisen, die einerseits geeignet sind, die Unersetzbarkeit der Bleimennige auf einer einwandfreien Grundlage darzutun, während sie andererseits den verwickelten Mechanismus des Bleimennige-Filmsystems in einem interessanten Lichte erscheinen lassen.

Zunächst herrscht selbst unter berufenen Forschern noch keine Einmütigkeit darüber, auf welchen Umständen eigentlich die Schutzwirkung der Bleimennige beruht. Beispielsweise sehen Maaß und Liebreich³⁾ die ausschlaggebende Ursache der Mennigetrocknung darin, daß sich freies Bleimonoxyd verhältnismäßig rascher und energischer mit den Ölsäureglyzeriden umsetzt als das wesentlich reaktionsträgere Bleisuperoxyd. Diese Auffassung findet eine gewisse Bestätigung durch die Arbeiten von Charisius und Kindscher⁴⁾, die die Reaktionen des freien Bleimonoxys (Bleiglätte) mit Leinöl bei Zimmertemperatur einem eingehenden Studium unterwarfen. Es stellte sich dabei heraus, daß die Wechselwirkung zwischen Bleioxyd und Öl auch unter Luftabschluß weit über eine bloße Neutralisation der freien Fettsäure hinausgeht, wobei teils lösliche, teils unlösliche Verbindungen von bislang unbekannter Zusammensetzung entstehen. Es steht jedenfalls fest, daß die unmittelbare Umsetzung des Bleis in seinen verschiedenen Oxydationsstufen mit den Ölsäureglyzeriden zu hochelastischen, zähen und quellungsbeständigen Erzeugnissen führt, die bei der Bewertung der Bleimennige als rostschützende Grundierungsfarbe eine ausschlaggebende Rolle spielen. Demgegenüber ist die sog. „Eisenpassivierung“, d. h. die unmittelbare Oxydation der Eisenoberfläche durch den Oxydsauerstoff der Bleimennige von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung.

Unabhängig von den genannten Arbeiten hat sich durch Untersuchungen von H. Wagner⁵⁾ und H. Salvaterra⁶⁾ eine interessante Parallele zwischen der Bleimennige und einer Gruppe eisen- bzw. manganhaltiger Farbstoffe ergeben, die z. T. bereits als „Ersatzmennige“ herangezogen worden sind. Dem letzteren Forscher verdanken wir die Kenntnis der Tatsache, daß sich den Bleiseifen ähnliche „Eisenseifen“ zwar laboratoriums-mäßig darstellen lassen, daß aber derartige Gebilde unter gewöhnlichen Bedingungen nicht in einem Anstrich entstehen können. Wagner hat auch die Entstehung von Manganseifen aus gewissen manganhaltigen Erdfarben im Anstrich mikroskopisch und chemisch sicher nachgewiesen, er konnte aber ebenso bestimmt den Beweis antreten, daß es sich bei diesen halborganischen Manganverbindungen um äußerst leicht zersetzliche Gebilde handelt, an deren Vorhandensein man insbesondere bezüglich der Quellungsbeständigkeit keinerlei Erwartungen knüpfen darf.

Die hier erwähnten Untersuchungen sind noch keineswegs abgeschlossen. Sie haben aber bereits unzweideutig ergeben, daß es belanglos ist, ob sich die den jeweiligen Farbstoffen zugrundeliegenden Metallsalze chemisch mit dem Öl verbinden, wenn die dabei entstehenden neuen Verbindungen chemisch und mechanisch nicht widerstandsfähiger

³⁾ Korrosion und Metallschutz 1931, Maiheft.

⁴⁾ Farbenzeitung 1931, Nr. 29.

⁵⁾ H. Wagner, Eisenoxydfarben und Rostschutz, Farbenzeitung 1930, Nr. 23/24; Manganseifen, Farbenzeitung 1931, Nr. 15/27.

⁶⁾ Korrosion und Metallschutz 1929, Heft 12.

¹⁾ Korrosion und Metallschutz 1931, Februarheft,

²⁾ Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut der Ver. Stahlwerke, Korrosion und Metallschutz 1931, Heft 8.

sind als ein aus indifferenten Farbstoffen aufgebauter „Normalfilm“. Mit ihrer Eigentümlichkeit, in denkbar kurzer Zeit ein quellungsbeständiges Filmsystem aus verhältnismäßig geringen Mengen solcher Umsetzungs-erzeugnisse aufzubauen, steht die Bleimennige vorerst allein⁷⁾. Steht also

⁷⁾ In sämtlichen Verwaltungsbezirken der DRB darf für die Grundierung von Eisenbauten, gleichviel welcher Art, nach wie vor nur Bleimennige verwendet werden. Vgl. Bautechn. 1927, Heft 46, S. 672 ff.

fest, daß man die Bleimennige weder durch seifenbildende noch durch indifferente Pigmente „ersetzen“ kann, so kann es sich nur noch darum handeln, unter den drei Handelssorten, der heterodispersen, der dispersen und der „hochprozentigen“ Bleimennige, die jeweils bestgeeignete Sorte auszuwählen. Soweit die bisherigen Erfahrungen der Betriebspraxis reichen, sind für diese Auswahl lediglich Zweckmäßigkeitsgründe, keinesfalls jedoch der Bleioxydgehalt und die sonstigen chemischen Merkmale maßgebend.

Der Abschluß und die teilweise Trockenlegung der Zuidersee.

Von Anton van Rinsum, Reglerungsbaurat in Regensburg.

Der vorjährige Bericht¹⁾ hatte den Stand der Bauarbeiten zur Grundlage, der mit dem Eintritt der Winterruhe 1930/31 erreicht worden war. Der große Abschlußdeich zwischen Wieringen und der friesischen Küste war damals bei insgesamt 30 km Länge mit 19 km fertiggestellt, der tiefbautechnische Teil der Kunstbauten (Schiffahrt- und Entwässerungsschleusen) abgeschlossen. Der Wieringermeerpolder war trockengelegt, seine Erschließung von Nordwesten her eingeleitet.

Im Baujahre 1931 hatte man die Herstellung weiterer Deichabschnitte von zusammen 7,5 km Länge vorgesehen (Abb. 1). Lediglich den Abschluß der beiden Rinnen, durch die sich auch während der Bauzeit im wesentlichen der Wechsel der Gezeiten abspielte, De Vlieter im Westen, die Middelgronden im Osten, hatte man für die günstigste Bauzeit des Jahres 1932 zurückgestellt. Um die Bauherstellung zu erleichtern, hatte man bereits in den Jahren 1929/30 kräftige Grundswellen geschüttet und mit schweren Senkstücken abgedeckt. Denn man mußte mit einem außergewöhnlichen Wasserangriff auf die Sohle rechnen.

Nach den vorliegenden amtlichen Berichten²⁾ hatte sich aber die Bauleitung dazu entschlossen, den Fortschritt der Bauten noch mehr als bisher anzuspannen, um noch im Jahre 1931 die Lücke der Middelgronden möglichst einzuschränken. Ja, es gelang sogar, den Gefahren des Winters zu entgehen dadurch, daß man Ende November den Deich an dieser Stelle völlig schließen konnte.

Das war gerade zu einer Zeit, wo die Öffentlichkeit durch die Presse über eine angebliche Gefährdung, ja Einstellung der Bauarbeiten unterrichtet wurde.

Zu Beginn des Jahres 1931 war der Deichbau an zwei verschiedenen Stellen in Angriff genommen worden. Ein Deichstück von 4100 m Länge, das den Javarruggen, östlich De Vlieter, kreuzt, war bereits Ende Juni mit dem Keilemkörper aus dem Wasser herausgewachsen. Obgleich der Fortschritt hier mit Rücksicht auf das übrige Bauvorhaben etwas verlangsamt werden mußte, hatte doch der Deich im Herbst bereits überall eine Höhe von 4 m über NAP erreicht. Auf $\frac{2}{3}$ der Länge war auch der darüberstehende Deichkörper geschüttet. Östlich von Breesand galt es, ein Deichstück von 3300 m Länge herzustellen. Dabei machte der westliche Teil mit einer Länge von 650 m, Blinde Geul genannt, besondere Schwierigkeiten. Der Seeboden lag hier bis zu 8 m unter NAP. Vorsorglicher Weise hatte man eine Grundschwelle aus Keileem vorgeschüttet; doch war diese Schwelle nicht gleichmäßig genug geworden, so daß bei den herrschenden Wassergeschwindigkeiten stellenweise Ausspülungen bis zu 11 m im Bereiche des zu schüttenden Deichkörpers auftraten. Außerhalb wurde der ungeschützte Seeboden sogar bis auf 18 m Tiefe ausgekolkelt. Die Folge war, daß sich der Deichkörper in größeren Tiefen flacher böschte und der Materialverbrauch sehr groß wurde. Die Verflachung suchte man mit Senkstücken aufzuhalten. Bei den ungünstigen Witterungsverhältnissen wurde ferner mehrmals der Keilemkörper, der eben aus dem Wasser hochgebracht war, streckenweise wieder weggeschlagen. Trotz dieser Rückschläge gelang es Ende September, den Abschluß der Strömung zu erreichen. Die Blinde Geul war die letzte Strecke mit größeren Tiefen, die mit dem Einsatz der gewöhnlichen Baustoffe geschlossen wurde, ohne daß besondere Vorkehrungen die Hochführung erleichtert hätten. Nur der vorzüglichen

Anrichtung war es zu verdanken, daß die Schwierigkeiten gemeistert wurden.

Mit Rücksicht auf das weitere Bauvorhaben hatte man die Grundswellen bei den Middelgronden und bei De Vlieter durch Taucher im Laufe des Jahres mehrmals gründlich untersucht. Das Ergebnis war nicht befriedigend. Die Senkstücke zeigten unter der Einwirkung des Pfahlwurms weitgehende Zerstörungen, besonders bei den Middelgronden, wo sie um ein Jahr länger lagen. Der galvanisierte Eisendraht, der die Wippen zusammenhielt, war durch das Seewasser stark angegriffen. Eine unmittelbare Gefährdung ihres Zusammenhaltes befürchtete man zwar nicht, aber auf Grund der Berechnungen mußte man gewärtigen, daß die Wassergeschwindigkeiten während der Winterzeit, wo mit Stürmen zu rechnen war, gerade in den Middelgronden größere wären als bei De Vlieter. Es schien daher nicht ratsam, die Grundschwelle in den Middelgronden ungeschützt noch einmal dem Wasserangriff über Winter auszusetzen. So kam man dazu, den Zusammenschluß noch im Juli einzuleiten. Im Hinblick auf die Rückschläge, die der Baufortschritt bei den Arbeiten in der Blinde Geul erfahren hatte, rechnete man damit, daß ein Stück noch über Winter liegenbleiben müsse, und sicherte daher dieses Stück der Grundschwelle in besonderer Weise. Auf 500 m Länge brachte man zunächst beiderseits eine 50 m breite Schüttung aus Keileem an, häufte an den beiden Kronenkanten Steinwälle in möglichst dichtem Verband und aus Steinen mit hohem spez. Gewicht (Schwerspat) an, um etwaige Ausspülungen aufzuhalten, und spannte quer über die Schwelle alte Schiffsketten in Abständen von 2 bis 2,5 m, deren Enden mit Eisenstücken beschwert wurden. Weniger vordringliche Baggerarbeiten wurden zurückgestellt, um den ganzen verfügbaren, eigens noch verstärkten Gerätepark für diese schwierigste Stelle des Deichbaues freizubekommen. Anfangs noch zögernd — solange die Blinde Geul nicht geschlossen war — wurden die Arbeiten von Mitte September ab mit allem Nachdruck gefördert. — Mit dieser Aufgabe, dem „Problem“ des

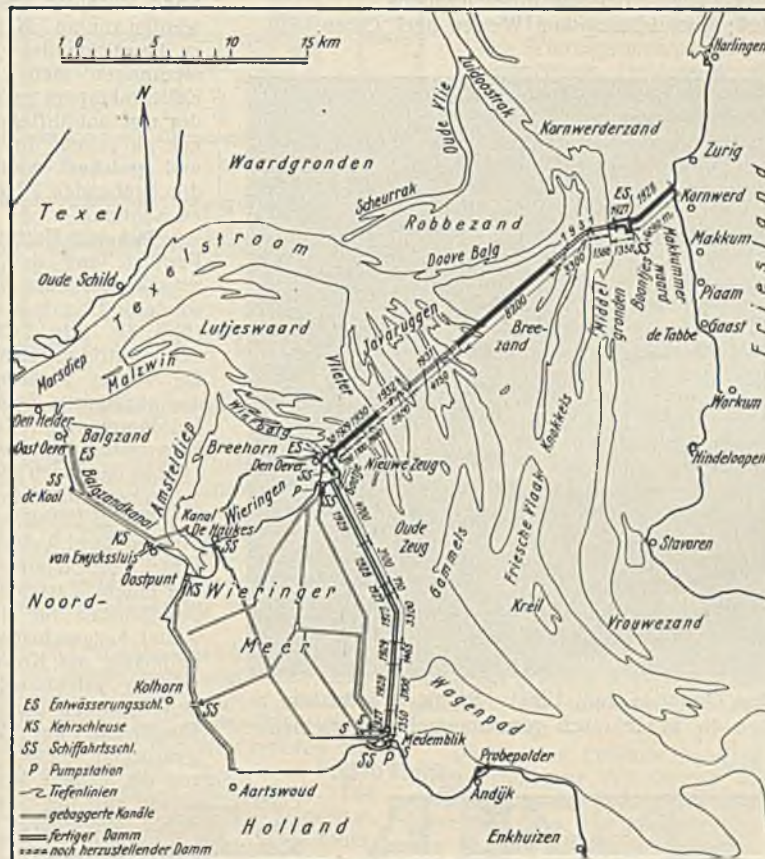


Abb. 1. Stand der Bauarbeiten Ende 1931.

ganzen Baues, hatte man sich in den letzten Jahren schon immer beschäftigt. Ein Vorschlag³⁾ ging z. B. dahin, auf der entsprechend vorbereiteten Grundschwelle eine Reihe von Schützenbauwerken dicht nebeneinander abzusenken, die den Durchflußquerschnitt zunächst möglichst wenig einengen, dann aber mit einem Male geschlossen werden sollen. Die Durchführung hätte weitgehend vorbereitet und in kürzester Frist zu günstiger Bauzeit erreicht werden können. Der Deichkörper hätte dann in ruhigem Wasser angeschüttet werden können. Demgegenüber bauten die leitenden Ingenieure auf die Erfahrungen, die sie mit dem Keileem gemacht hatten. In der Tat genügte seine Dichte und Zähigkeit, ohne daß die gewohnte Arbeitsweise grundsätzlich verlassen werden brauchte.

Es waren folgende Geräte am Werk: 11 Eimerbagger, 6 Saugbagger, 7 Spülbagger, 2 Schutentleerer, 4 gewöhnliche Keileemkrane, 2 weit ausladende und 2 sonstige Krane, 37 Klappschuten, 95 sonstige Schuten, 60 Schleppboote. Die Wochenleistung steigerte sich bis auf 92000 m³ Keileem und 330 000 m³ Sand. Die Sicherung der Böschungen mit Senkstücken und Pflaster folgte auf dem Fuße nach. Man legte Wert darauf, den ganzen Deichkörper möglichst im gleichen Baufortschritt mit dem Keileemkörper hochzubringen, so daß bei vorzeitiger Stilllegung des Betriebes ein festes Bollwerk den Unbilden des Winters trotzen konnte.

¹⁾ Bautechn. 1931, Hefte 37, 39 u. 43.

²⁾ Driemaandelijksche Bericht 1931, Heft 1 bis 4; 1932 Heft 1.

³⁾ De Ingen. 1930, Nr. 33 vom 15. August.

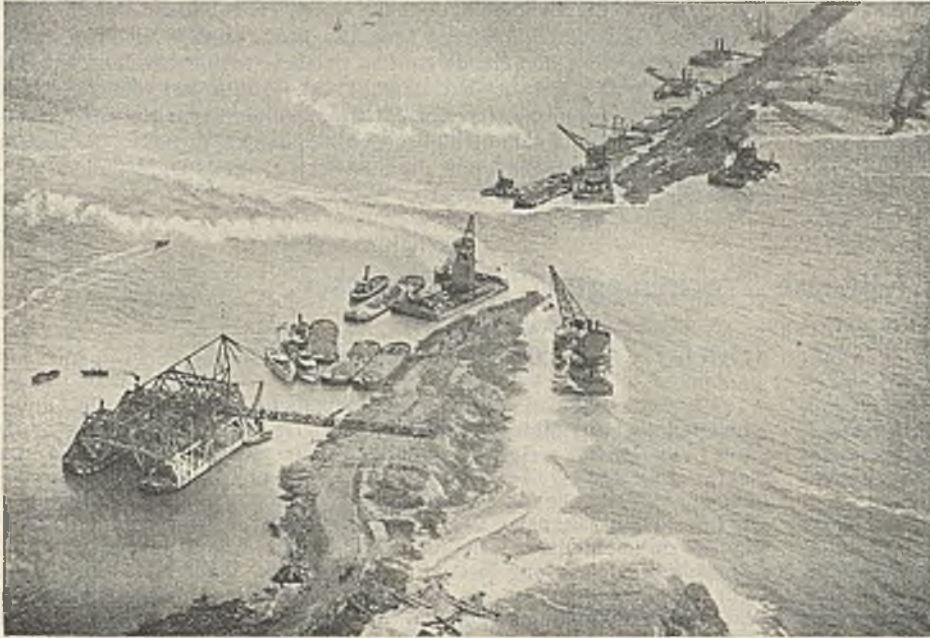


Abb. 2. Bau des Abschlußdeiches durch die Middelgronden 2 Tage vor dem Zusammenschluß; Blickrichtung von Westen nach Osten.

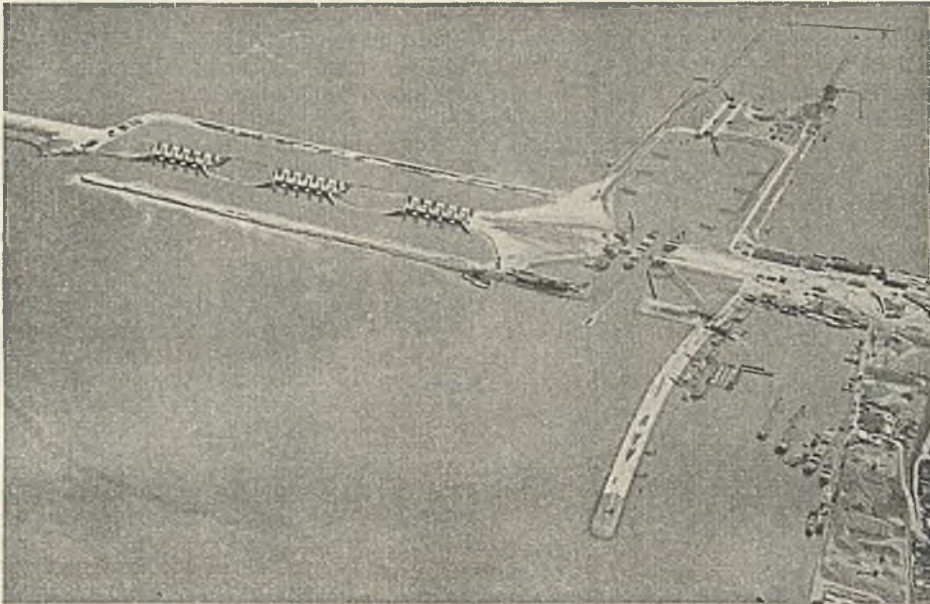


Abb. 3. Schleusenbauwerke bei Den Oever (4. Juni 1931). Rechts Arbeitshafen, links Entwässerungsschleusen, dazwischen die in Gebrauch genommene Kammer Schleuse.

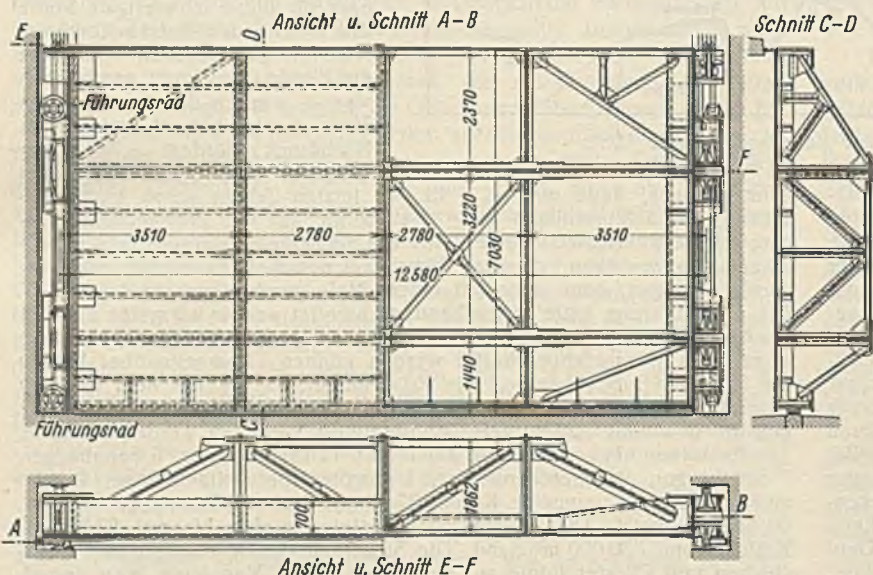


Abb. 4 bis 6. Eiserner Schütze der Entwässerungsschleusen bei Den Oever.

Interessante Erscheinungen begleiteten die Arbeiten. Zu beiden Seiten der Deichköpfe traten als Folge der Strömungen, die in ihrer Richtung mit Ebbe und Flut wechselten, kraterförmige Auskolkungen auf,

die mit dem Vorstrecken des Deiches mitwanderten und bis zu 29 m unter NAP reichten. Die in der mittleren Strecke ausgeführten Keilemschüttungen waren hiergegen ein wirksames Mittel. Doch erwies es sich in einem Falle als zweckmäßig, einer solchen Austiefung auszuweichen (Abb. 2) und ihre Auffüllung auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben. Die Strömungsgeschwindigkeit in der offenen Rinne erreichte 4,25 m/sek. Je näher sich die Deichenden kamen, desto mehr wandelte sich der gleichmäßig mit den Gezeiten hinundhergehende Strom in jene typische Dreieckform, die das Zeichen einer gewissen Kontraktion bildet und zu einer teilweisen Selbstvernichtung der lebendigen Kraft des Wassers führte. Die letzten 300 m bereiteten deshalb geringere Schwierigkeiten, und am 22. November 1931 wurde der Zusammenschluß des Kelleemkörpers erreicht. Bis zum 24. Dezember 1931, an dem die Arbeiten für den Winter stillgelegt wurden, gelang es noch, den Deich so weit hochzubringen, daß er gegen die winterlichen Unbilden gesichert war.

Die Winterruhe wurde dazu benutzt, die Vorbereitungen für das Paujahr 1932 zu treffen; sie galten dem Zusammenschluß der letzten noch offenen Lücke: De Vlieter mit 2800 m Länge. Noch im November vorigen Jahres hatte man auch hier damit begonnen, zur Sicherung der Grundschwelle beiderseits je eine 50 m breite Kelleemschüttung anzubringen. Der milde Winter gestattete einen günstigen Fortschritt dieser Arbeiten, so daß schon Ende März der Zusammenschluß des Deiches eingeleitet werden konnte. Nach den Erfahrungen bei den schwieriger zu bewältigenden Middelgronden standen keine Überraschungen mehr bevor. Der Zusammenschluß des Kelleemkörpers gelang am 29. Mai. Noch gilt es aber, der erst notdürftigen Verbindung die notwendige Festigkeit zu geben. Im Sommer soll der Deich hochgebracht und gesichert werden. Am 1. Oktober hofft man den durchgehenden Verkehr über den Deich erstmals eröffnen zu können.

Mit dem Fortschreiten der Deichherstellung hielt die Fertigstellung der Kunstbauten gleichen Schritt. Die Schiffahrtsschleuse bei Den Oever konnte bereits mit besonderer Erlaubnis seit November 1930 benutzt werden (Abb. 3). Ihre Eröffnung war mit dem Abschluß der Schiffahrtrinne Gaatje und der Einengung der Rinne De Vlieter vordringlich geworden. Die Verbesserung der nördlichen Zufahrt durch Baggerungen und seitliche Leitdämme ist teilweise durchgeführt. Auch die große Kammer Schleuse auf Kornwerdersand konnte ab 15. Juli 1931 in Gebrauch genommen werden. Die kleine Kammer Schleuse wurde für den Baubetrieb freigegeben.

Die 25 Entwässerungsschleusen erhalten je ein Stemmtor und zwei Aufzugsschütze. Es schlen geraten, vor dem Eintritt des Winters alle Schleusenöffnungen wenigstens mit einem Verschuß zu versehen. Da die Anlieferung der Schütze für die Schleusen bei Den Oever etwas weiter fortgeschritten war, wurden von diesen fünf behelfsmäßig auf Kornwerdersand verwendet. Die Schütze wurden schwimmend herangeführt und mit einem Schwimmkran eingehängt. Zu diesem Zweck waren die Ringdeiche der Baugruben auf der Südseite durchgebrochen worden.

Während die Schütze bei Den Oever aus Fachwerkträgern mit einer Blechhaut auf der Seeseite zusammengesetzt sind (Abb. 4 bis 6), bestehen die Schütze für Kornwerdersand aus Rahmen und Kastenträgern (Abb. 7 bis 9). Aufhängung, Bewegung und Dichtung sind jedoch gleich. Durch Gegengewichte wird das Schützen-gewicht fast völlig ausgeglichen. Die Ketten, an denen sie aufgehängt sind, laufen in den turmartigen Überbauten. Der Wasserdruck, der von beiden Seiten auf die Schütze wirken kann, wird durch je zwei Laufräder aus Stahlguß auf die Schienen übertragen. Mit einem Spielraum von 5 bis 10 mm laufen sie in den Mauer-nischen. Der seitlichen Führung dienen ebenfalls zwei Räder. Die Dichtung wird am granitenen Drempe mit einem Anschlag aus Hartholz, im übrigen durch Gummistreifen erreicht. An den Seiten sind diese mit einem kupfernen Kopf versehen, der sich in einer Rille bewegt.

Weitere Maßnahmen erstreckten sich auf die Herstellung der durchgehenden Wegverbindung über den Abschlußdeich. Die 4 m breite Straßendecke aus Klinkern in den Deichstrecken durch das Amstellief und von Kornwerdersand bis zur friesischen Küste wird zur Zeit gegen eine Betondecke in 6 m Breite ausgewechselt, soweit keine Setzungen des Deichkörpers mehr wahrgenommen wurden. Gleichzeitig wird auch ein Radfahrweg in 1,50 m Breite hergestellt.

Die Überbrückung des Balgsandkanals bei Ewijksluis, seit 1929 im Bau, konnte Anfang 1931 dem Verkehr übergeben werden. Sie setzt sich aus zwei Teilen zusammen: einer Klappbrücke von 30,80 m Gesamtweite und einer festen Fachwerkbrücke von 52,80 m Stützweite. Das Tragwerk der Klappbrücke, die einen Teil des Kanals mit 22 m überspannt, besteht aus zwei 1,70 m hohen Vollwandträgern

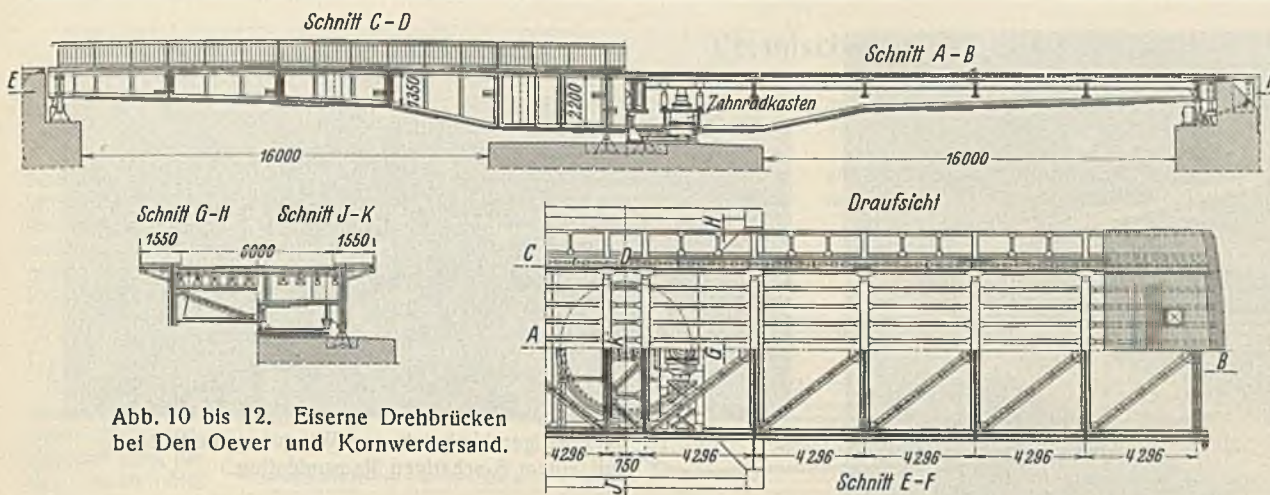


Abb. 10 bis 12. Eiserne Drehbrücken bei Den Oever und Kornwerdersand.

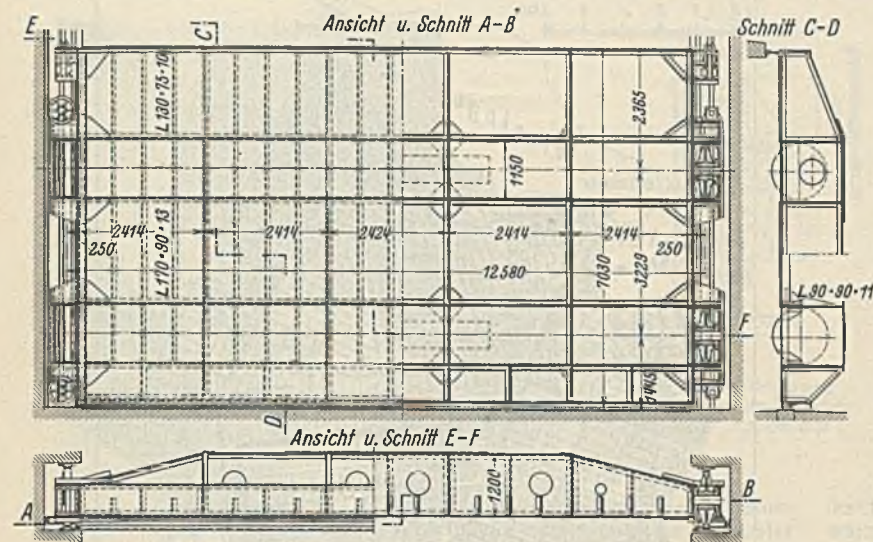


Abb. 7 bis 9. Eiserne Schütze der Entwässerungsschleusen auf Kornwerdersand.

im Abstände von 5,60 m, aus 12 Querträgern, dem Windverband und einer Schar Längsträgern, die die hölzerne Fahrbahn aufnehmen. Dem Fahrverkehr dient ein Streifen von 6 m Breite, die Fußwege tragen mit 0,85 m aus. Bei der Fachwerkbrücke ist zwischen die Fahrbahn und die beiderseitigen Träger eine Bordschwelle von 0,86 m Breite geschoben. Die Brückenbahn besteht aus Eisenbeton. Beide Brücken sind für eine 20-t-Walze, die von einer gleichmäßig verteilten Belastung von 400 kg/m² umgeben ist, berechnet.

Die Montage der Straßendrehbrücken über die Vorhäfen bei Den Oever und auf Kornwerdersand (Abb. 10 bis 12) wurde eingeleitet. Die Tragelemente der Brücken setzen sich aus zwei Vollwandträgern und zwei Hauptquerträgern zusammen. An diesen ist der Oberteil des Drehstuhles befestigt. Vier Querträger in jeder Brückenhälfte, der Windverband und eine Schar Längsträger vervollständigen das Gerippe. Auf diesen liegen Balken aus Hartholz, auf die die hölzerne Fahrbahn genagelt ist. Die Bewegungseinrichtung ist zwischen zwei besondere Querträger eingebaut. Sie greift in einen nach innen gerichteten Zahnkranz ein. Seine Oberfläche dient gleichzeitig als Lauffläche für sechs Räder. An den Landhäuptern wird die geschlossene Brücke in der Weise abgestützt, daß durch elektrischen Antrieb zwischen den festen Stuhl und die Hauptträger Keile



Abb. 13. Fertiggestellter Kanal De Haukes. Schleuse I mit Uferbefestigung (September 1931). Im Hintergrunde Scheunen und Strohhaufen.

eingeschoben werden. In diesem Falle ist der Drehpunkt entlastet. Jeder Hauptträger ruht dann aber auf einem Zwischenstützpunkt. Von diesen sind vier vorhanden. Da die Brücke durchgedreht wird, werden jeweils zwei dieser Stützen abwechselnd in Anspruch genommen. Durch selbsttätig einfallende Klinken wird die Brücke in den Endstellungen festgehalten.

Die Änderung der Wasserstände, die die Ausführung des Abschlußdeiches im Gefolge hat, hat eine Reihe von Maßnahmen außerhalb des Deichbereiches notwendig gemacht. Die Erhöhung der Seedeiche, die an die Zuidersee grenzen, wurde im abgelauten Baujahr auf den Waddeeninseln und längs der nordholländischen und friesischen Küste fortgesetzt. Sie schließt die Anpassung der dazugehörigen Kunstbauten ein. Südlich des Abschlußdeiches soll der Wasserstand künftig auf einer mittleren Höhe von 0,40 m unter NAP gehalten werden. Dies bedingt u. a. umfangreiche Baggerungen bei den Häfen, die vorm nur bei Flut zu erreichen waren. Die Arbeiten sind im Gange.

Unabhängig vom Deichbau haben die Arbeiten zur Erschließung des Wieringermeerpolders ihren Fortgang genommen. Auf tiefbautechnischem Gebiete wurde im wesentlichen folgendes geleistet.

Die der Schifffahrt dienenden Haupt- und Seitenkanäle, die vor der Trockenlegung nur im rohen ausgebagert worden waren, wurden von dem eingeströmten Erdreich (Uferabbrüchen usw.) wieder gereinigt und sollen ihren planmäßigen Querschnitt erhalten. Zu diesem Zwecke wurden im abgelauten Baujahre 3,8 Mill. m³ beseitigt, wobei bis zu 19 Bagger eingesetzt wurden, die das Material mit Schüttrinnen an das Land beförderten.

Zur Befestigung der Ufer werden verschiedene Wege je nach der Art und Widerstandsfähigkeit des angeschnittenen Bodens eingeschlagen. Hierbei fanden Senkstücke, Plankenwände, Steinwürfe usw. Verwendung. Über dem Wasserspiegel wurde eine baldige Begrünung angestrebt. Von insgesamt 219 km sind 49 km fertiggestellt, 58 km in Angriff genommen (Abb. 13).

Auch bei der Anlage der Wege muß der verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Untergrundes Rechnung getragen werden. Die Fahrbahnen werden mit Klinkern oder Teerschlacke befestigt. Eine schwerere Bauweise der Decke vertrugen die Straßen noch nicht, da die Entwässerung noch nicht überall weit genug fortgeschritten war. Auch fehlten noch die Straßengräben. Ausgehend von Oostpunt und De Haukes strecken sich die Wege in die I. Polderabteilung vor. Auch ist längs der ehemaligen Zuiderseeküste der Weg fast vollkommen fertiggestellt. Insgesamt sind 55 km geleistet, 26 km in Ausführung begriffen, 83 km müssen noch hergestellt werden (Abb. 14).

Einen günstigen Fortschritt zeigt der Aushub der Entwässerungsgräben. Unter Verwendung von verschiedenen Spezialmaschinen, die die Arbeit möglichst in einem Arbeitsgang bewältigen, wurden im Jahre 1931 1 Mill. m³ geleistet, seit Aufnahme der Arbeiten 2,7 Mill. m³ mit einer Gesamtlänge von 810 km.

Neben den tiefbautechnischen Arbeiten treten allmählich die Arbeiten kulturtechnischer Art immer mehr in den Vordergrund: die Einzelentwässerung der Grundstücke, ihre Umarbeitung und Bestellung. Ständige Versuche über das Fortschreiten der Entsalzung, die Zusammensetzung des Bodens und seine Eignung für bestimmte Bebauung gehen damit einher (Abb. 15 u. 16).

Der Fortschritt aller dieser ins Große gehenden Leistungen läßt sich am besten beurteilen, wenn man Abb. 17 u. 18 miteinander vergleicht, die den Stand Ende 1930 und 1931 angeben.



Abb. 14. Teerschlackenstraße und Hauptkanal bei De Haukes, gesehen in Richtung auf Wieringen. Breite des Straßenkörpers 15 m, Breite der Befestigung 3,5 m.

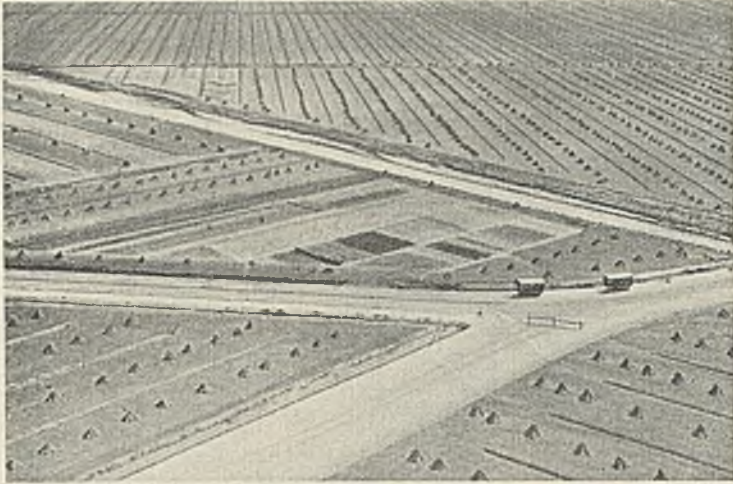


Abb. 15. Roggenernte auf dem Sandboden südlich De Haukes (Herbst 1931).

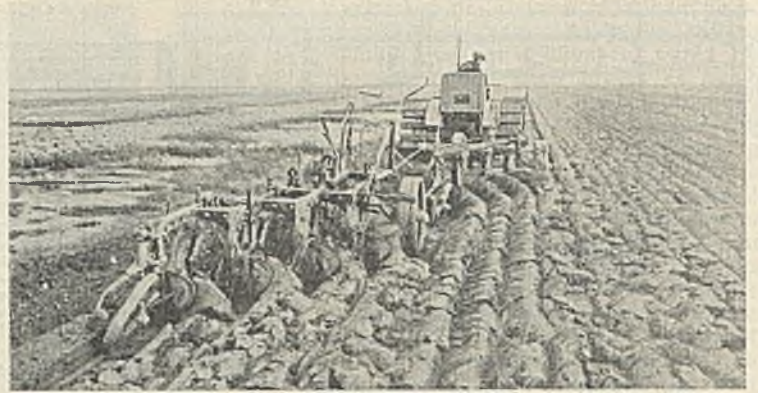
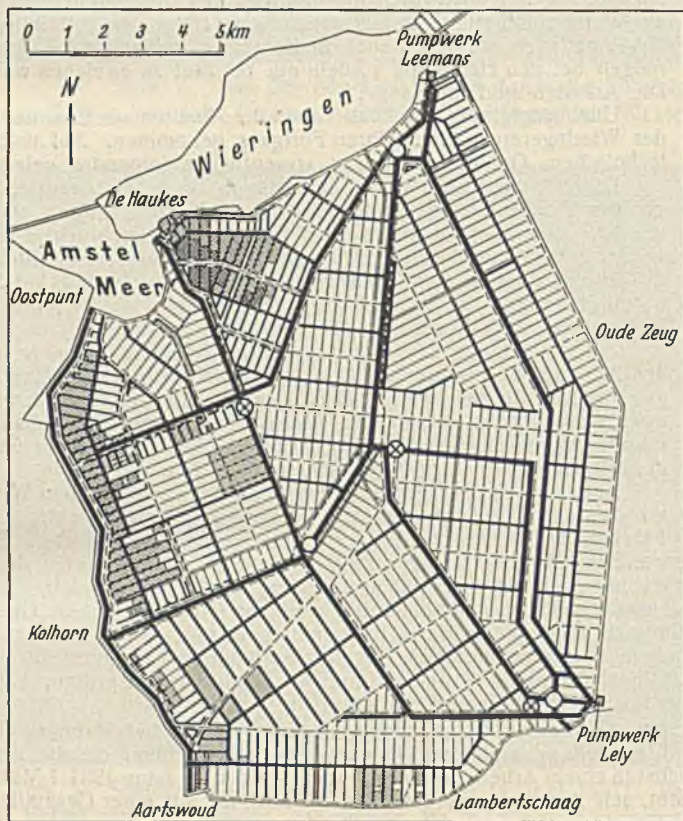
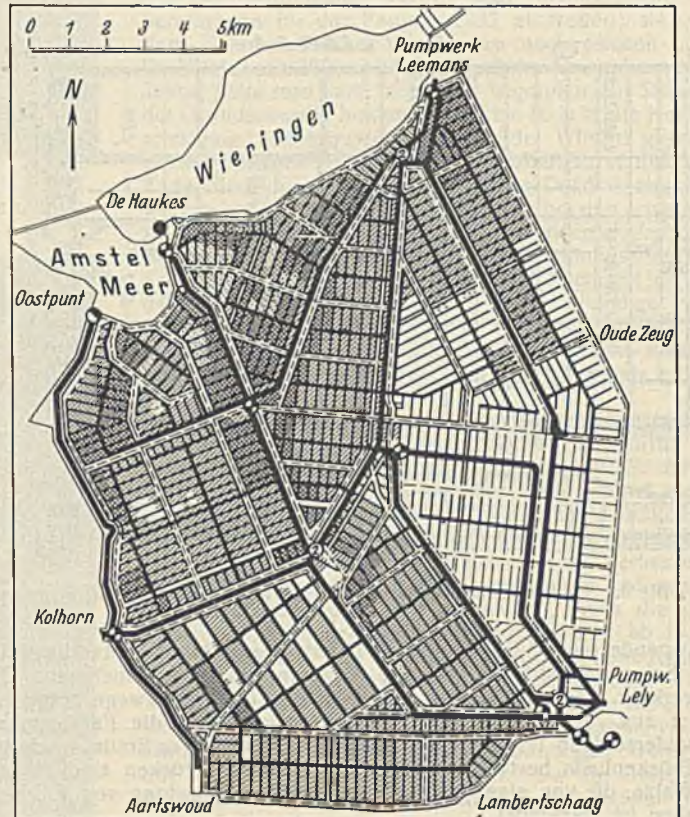


Abb. 16. Erstmaliger Umbruch von Wieringermeerboden mit einem 8-scharigen Ransomepflug.



- gebaggerte Hauptkanäle
- " " Seitenkanäle
- ausgehobene Entwässerungsgräben
- noch auszuhebende " "
- geplante Wege
- Entwässert
- " " u. bestellt
- ⊗ Kammerschleuse in Ausführung
- noch herzustellende Kammerschleuse

Abb. 17. Wieringermeerpolder. Stand der Arbeiten Ende Dezember 1930.



- | | | | |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------|----------|
| — gebaggerte Hauptkanäle | zus. 90km | ■ Entwässert | 11600 ha |
| — " " Seitenkanäle | " 128 " | ▨ bis 12. Dez. angebaut | 2808 " |
| — ausgehobene Entwässerungsgräben | 810 " | ▤ im August 1931 geerntet | 300 " |
| — noch auszuhebende " " | rd. 200 " | | |
| --- geplante Wege | 245 " | | |
-
- ⊗ noch herzustellende Kammerschleuse 38Stk.
 - 5 ⊕ fertiggestellte " " " 8 "
 - Kehrschleuse } fertiggestellt 1 "
 - Tauschschleuse } " " " 1 "

Abb. 18. Wieringermeerpolder. Stand der Arbeiten Ende Dezember 1931.

Der Zufluß zu den Pumpen wird laufend beobachtet. Die Pumpen haben sich als völlig ausreichend erwiesen. Größere Niederschläge führten nur zu vorübergehenden unschädlichen Stauungen. Mit der Fertigstellung der Schleusen wird in den verschiedenen Polderabteilungen⁴⁾ die planmäßige Wasserhaltung allmählich erreicht. In den Abteilungen I und II ist es bereits soweit. Je mehr sich das Kanal- und Grabennetz vervollkommen, desto größer wird auch der Speicherraum, so daß auch bei ungünstigen Voraussetzungen die Pumpenleistung immer genügen wird.

Die Weltwirtschaftskrise bleibt naturgemäß auf die Durchführung des großen Werkes nicht ohne Einfluß. Der Abschlußdeich und die Urbarmachung des Wieringermeerpolders werden zwar mit bemerkenswerter Beschleunigung zum Abschluß gebracht. An die nächste Bauaufgabe, die Trockenlegung des Nordostpolders, geht man aber nur zögernd heran. Die hohen Kosten der bisherigen Bauten (160 bis 170 Mill. fl. für den Abschlußdeich, 100 Mill. fl. für die Trockenlegung des Wieringermeerpolders), die den Voranschlag weit hinter sich lassen, die Ungewißheit,

welche Entwicklung die Landwirtschaft nehmen werde, und die derzeitigen finanziellen Verhältnisse des Landes hat die Regierung als Hauptgründe gegen eine Fortsetzung der Arbeiten ins Feld geführt. Dagegen wird aber eingewendet, daß der nächste Polder im Schutze des Abschlußdeiches lange nicht mehr die hohen Gestehungskosten habe. Die Herstellung könne über eine größere Zahl von Jahren ausgedehnt werden. Zudem gehe das Bestreben in der Weltwirtschaft dahin, sich mehr als bisher auf die Erzeugung des Bedarfes im eigenen Lande umzustellen. Bei der raschen Zunahme der Bevölkerung sei man daher auf die Landgewinnung angewiesen.

Das letzte Wort über die Fortsetzung der Arbeiten ist noch nicht gesprochen. Die holländische Zweite Kammer wird sich bei der Beratung des nächstjährigen Haushaltes für die Zuiderseearbeiten noch einmal mit der Angelegenheit befassen. Sie ist damit vorwiegend zu einer finanziellen Frage geworden. Die besondere technische Leistung aber, die den Ingenieur bei dem großen Werk der Zuiderseearbeiten fesselte, hat mit dem Zusammenschluß des Deiches zwischen Wieringen und Friesland ihren Höhepunkt erreicht. Die zusammenhängende Berichterstattung kann damit ihren Abschluß finden.

⁴⁾ Bautechn. 1931, Heft 43, S. 638, Abb. 36.

Vermischtes.

Die Waldo-Hancock-Brücke. Im November 1931 wurde nach einem Bericht in Eng. News-Rec. 1932, Bd. 108, Nr. 11, S. 386, die neue Hängebrücke über den Hauptarm des Penobscot-Flusses in der Nähe von Bucksport, Me., fertiggestellt, die durch die Ausbildung der Tragkabel bemerkenswert ist. Die Westrampe beginnt in der Nähe von Fort Knox bei Prospect, Provinz Waldo, die Ostrampe endet auf der Insel Verona, die durch eine weitere Brücke mit Bucksport, Provinz Hancock, verbunden ist.

Die Brückentürme, die als Stockwerkrahmen mit Fachwerkiegeln ausgebildet sind, haben durch drei

satz aus unverkleidetem Beton hat eine konkave, nach der Mitte hin entwässerte Oberfläche, damit die Sichtflächen nicht durch das von den Türmen herunterlaufende Regenwasser verschmutzt werden.

Die mangelhaften Straßenverbindungen und das rauhe Klima übten wesentlichen Einfluß auf den Bau der Brücke aus. Der Konstruktionsstahl mußte auf dem Wasserwege angeliefert werden. Bei der im Winter 1930/31

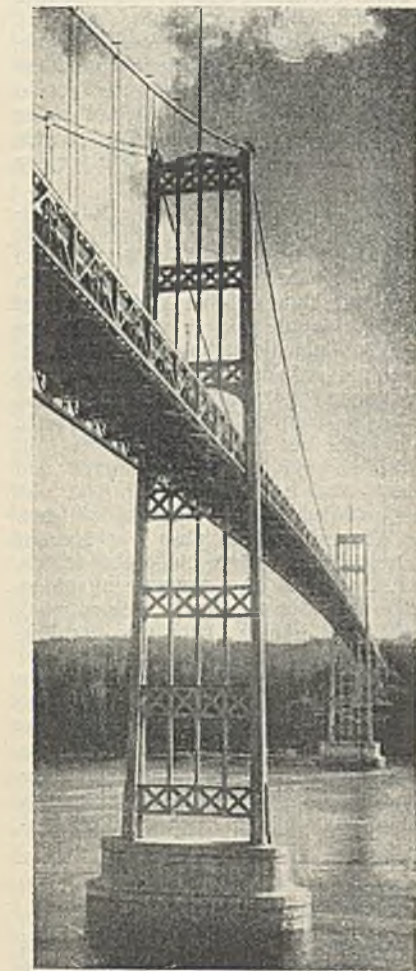
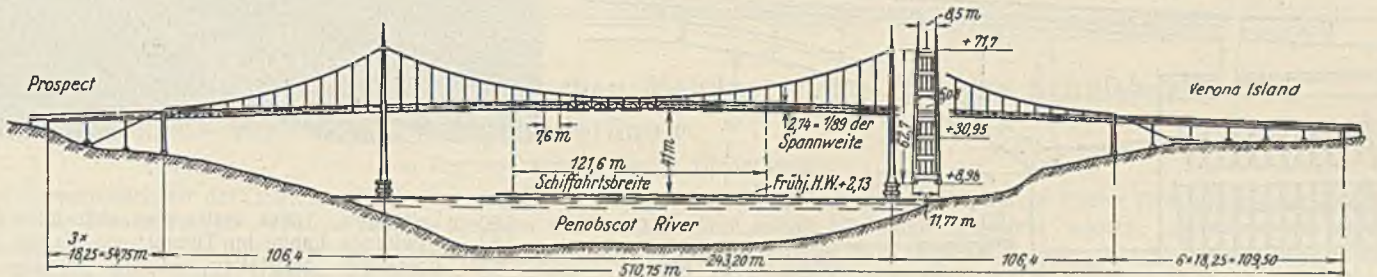


Abb. 1.

der durch die Tragkabel in der Längsrichtung festgelegte Hauptteil der Brücke sich frei auf den vier Hauptstützen dehnen. Die Systemmaße sind aus Abb. 2 ersichtlich.

Die aus einzelnen Litzen gebildeten Tragkabel haben einen Gesamtdurchmesser von 24,5 cm. Jedes Kabel besteht aus 37 Litzen von 3,6 cm Durchm., jede der Litzen wiederum aus 37 Stahldrähten von 0,192 bzw. 0,194" und aus 6 Fülldrähten von 0,08" Durchm. Die einzelnen Litzen, deren Reißfestigkeit 98 000 kg beträgt, sind mit dem halben Betrage dieser Kraft vorgestreckt, um später im eingebauten Zustande die bleibenden Dehnungen auszuschalten und den Elastizitätsmodul zu erhöhen. Die Litzen, die in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen hergestellt wurden, bestehen aus einem inneren Kern von 19 Drähten, die in einer Richtung gedraht sind, und aus der äußeren Lage von 18 Drähten mit Drill in der entgegengesetzten Richtung. Die Mindestgrenze des Elastizitätsmoduls nach der Streckung wurde zu 1 860 000 kg/cm² ermittelt. Von den Kabelendlagern ab bis zu den Verankerungen sind zwei zusätzliche Litzen vorgesehen, die an diesen Lagersätteln zur Aufnahme der hier ungleichen waagerechten Kräfte angreifen. Die einzelnen Litzen sind an den Enden an Blechen justierbar zusammengeschlossen und an Augenstäben verankert. Die Hängeseile greifen unten gelenkig, jedoch nicht nachstellbar an dem Versteifungsträger an. Zur Erleichterung der Montage waren Laufstege unterhalb der Kabel vorgesehen.

Der untere, den Einwirkungen des Eises und des Wassers ausgesetzte Teil der Strompfeiler ist mit Granit verkleidet. Der darüberliegende Ab-

Zwischenpfosten eine besondere Betonung in lotrechter Richtung erhalten. Diese Pfosten sind jedoch in statischer Hinsicht nicht berücksichtigt. Die Hauptpfosten sind aus kastenförmigen Zellen gebildet. Der Querschnitt ist zur Aufnahme der Riegel nach innen offen (Abb. 1).

Die Rampe der Westseite (Verona-Insel) besteht aus durchlaufenden Vollwandträgern über sechs Öffnungen, die der Ostseite (Prospect) aus ebensolchen Trägern über drei Öffnungen. An den Brückendenen haben diese Durchlaufträger feste Auflager, an ihren inneren beweglichen Enden sind die Dehnungsfugen der Fahrbahn angeordnet. Im übrigen kann

durchgeführten Gründung der Strompfeiler in offener Baugrube war Vorwärmung der Zuschlagstoffe und des Anmachewassers und besonderer Schutz der betonierten Pfeiler nötig. Die Grundfläche des Ostpfeilers ist 10,5 x 22 m. Die 7 m dicke Sohle ruht auf einer mit Geröll durchsetzten Lehmschicht. Sie wurde in einem Arbeitsgang von sechs Tagen und Nächten fertiggestellt. Der Westpfeiler steht auf einer harten, hängenden Felsschicht. Seine Grundfläche ist 8,1 x 22 m.

Die Brücke, die in 16 Monaten errichtet wurde, kostete nur 850 000 \$, obwohl 1 200 000 \$ ursprünglich vorgesehen waren. Der Überschuss ermöglichte einen Ersatzbau für die alte Straßenbrücke von der Verona-Insel nach Bucksport und weitere Straßenbauten. Der Entwurf für den Bau stammt von Robinson & Steinman, New York, die Unterbauten waren an die Merritt-Champman & Scott Corp., die Stahlkonstruktion an die American Bridge Co. vergeben.

Verbindungen von Schleuderbetonrohren. Dem Jahresbericht 1931 der Emschergenossenschaft zu Essen entnehmen wir, daß bei dem Erweiterungsbau neben dem Pumpwerk „Alte Emscher“ in Duisburg-Hamborn und bei dem Pumpwerk Gelsenkirchen-Heßler für die Druckrohrleitung zum Schwarzbach zum ersten Male zur Kostenersparnis und mit Rücksicht auf die durch Bergsenkungen zu erwartenden Zerrungen und Pressungen Schleuderbeton-Muffenrohre Bauart Vianini¹⁾ verwendet wurden. Abb. 1 zeigt die Verbindung zweier solcher Röhre miteinander; dabei übernimmt die Hauptdichtung ein Gummiring, der sich auf das keilförmig ausgebildete Schwanzende beim Zusammenfügen aufschleibt und dabei stark zusammengedrückt wird. Die verbleibenden Hohlräume werden teils mit Bitumen vergossen, teils mit Muffenkitt (Palesit) ausgefüllt. Abb. 2 zeigt die Verbindung zwischen einem Schleuderbetonrohr und einem eisernen Rohr der Leitung.



Abb. 1.
Schleuderbetonrohrverbindung.

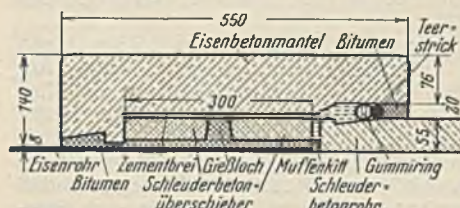


Abb. 2. Anschluß von Schleuderbetonrohr an Eisenrohr.

Schleuderbetonrohr und einem eisernen Rohr der Leitung.

¹⁾ Bautechn. 1930, Heft 40, S. 591 u. 592.

Errichtung einer Bogenbrücke aus bewehrtem Mauerwerk ohne Lehrgerüst. In Eng. News-Rec. 1932, Bd. 108, Nr. 4, vom 28. Januar, S. 118, ist ein eigenartiges Beispiel für eine ohne Lehrgerüst errichtete Bogenbrücke aus bewehrtem Mauerwerk beschrieben. Diese durch Vorkragen von beiden Seiten hergestellte Brücke hat eine Spannweite von 13 m und eine Pfeilhöhe von 1,85 m. Ihre Form und ihr Querschnitt

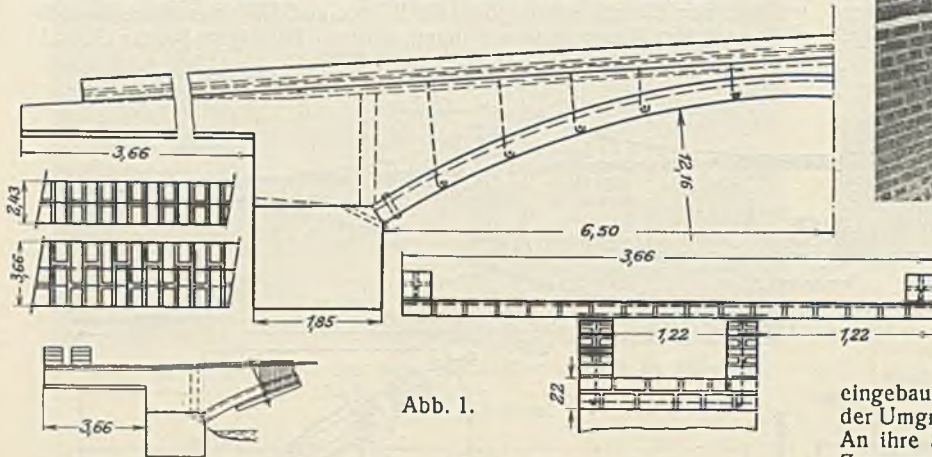


Abb. 1.

sind aus Abb. 1 ersichtlich. Die Widerlager sind $2,45 \times 1,85$ m im Grundriß und auf Senkkasten aus Steinmauerwerk mit Rundisenbewehrung gegründet. Das Bogengewölbe ist 22 cm dick und 122 cm breit. An beiden Seiten sind 22 cm dicke Rippen mit etwa lotrechter Bewehrung aufgesetzt, auf denen eine 3,66 m breite Decke aus gefertigten Steineisenbalken ruht.

Als Verkehrslast wurde eine gleichmäßig verteilte Belastung von rd. 200 kg/m^2 bzw. eine Zweitonnenlastgruppe entsprechend dem Gewicht eines Traktors angenommen. Die vorher gefertigten Deckenbalken wurden während der Herstellung der einzelnen ausgekragten Bogenabschnitte auf den rückwärtigen Auslegern der Brücke als Gegengewichte benutzt. Der Mörtel für das ausgekragte Mauerwerk war mit Rücksicht auf gute Haftfestigkeit und Verarbeitungsfähigkeit beim Mauern von besonderer Zusammensetzung. Er bestand aus 2 T. schnellbindendem Zement hoher Festigkeit, 1 T. natürlichem Zement und 6 T. Sand. Der in Abb. 1 links unten erkennbare Lehrbogen war rd. 3 m lang und wurde durch Bolzen an dem jeweils fertiggestellten Teil der oben mit einer Zugbewehrung versehenen Rippen angehängt. Nach Schluß des Bogens wurden die fertigen, beiderseits auskragenden Deckenbalken von den rückwärtigen Kragarmen der Brücke einzeln über die Rippen vorgeschoben und vermauert (Abb. 2).

Für die Fertigung des Bogens waren zwölf Tage erforderlich, da nur absatzweise nach Erhärtung des vorangegangenen Abschnittes weitergearbeitet werden konnte. Der Bau wurde für den Melrose Country Club in der Nähe von Philadelphia ausgeführt. —s—

Dichtungsarbeiten im Severn-Tunnel. Der etwas über 7 km lange, zweigleisige Tunnel unter der Mündung des Severn ist ein außerordentlich wichtiges Glied im Netze der englischen Großen Westbahn; er verkürzt die Entfernung zwischen Wales und London gegenüber dem Wege über Gloucester, der bei seiner Umgehung eingeschlagen werden mußte, um 40 km. Deshalb muß auf seine Unterhaltung besonderer Wert gelegt werden. Alljährlich in den Monaten Januar bis März ruht der Betrieb Sonntags in ihm von 6 Uhr bis 17 Uhr, damit die nötigen Arbeiten zur Unterhaltung der Gleise und der Ausmauerung ausgeführt werden können. Daß schon beim Bau des Tunnels im Jahre 1879 ein Wassereintritt stattgefunden, ist bei seiner Lage nicht verwunderlich; 1882 wiederholte sich dieser Unfall. Da er beide Male, ebenso wie auch in den Jahren 1924 und 1929 unter einer Stelle auftrat, die im Flußbett bei Niedrigwasser zugänglich ist, konnte die Abdichtung von oben her vorgenommen werden. Aus den Aufzeichnungen über den Bau des Tunnels geht hervor, daß das Deckgebirge über dem Tunnel Spalten und Verwerfungen hat, durch die das Wasser bis an die Tunnelausmauerung vordringt, und diese muß daher in gutem Zustande erhalten werden. Man hielt es deshalb für nötig, die Tunnelausmauerung zu verstärken, und um diese Arbeit auszuführen, konnte nach Erfahrungen, die man an anderer Stelle gesammelt hatte, nur das Einpressen von dünnflüssigem Mörtel in und hinter das Gewölbe angewendet werden. Über die Arbeiten, die in den letzten Jahren zur Dichtung des Severn-Tunnels ausgeführt worden sind, berichtet Railw. Eng. vom September 1931.

Für die Dichtungsarbeiten kam zunächst eine etwa 1,7 km lange Strecke vom Tunnelmund am linken Ufer des Severn in Frage. Am Ende dieser Strecke geht der den Tunnel überlagernde Mergel und Kies in Sandstein über. Als erstes Los wurden die Arbeiten auf der Hälfte dieser Strecke vergeben. Da die sonst für Bauarbeiten im Tunnel freigegebenen Sonntage des ersten Vierteljahrs nicht ausreichten, wurde im Jahre 1929 der Betrieb im November und Dezember stillgelegt, so daß fünf Monate zur Verfügung standen; auch diese Zeit wurde noch überschritten, die Arbeit wurde erst am 13. April 1930 beendet.

Ein unterirdischer Wasserlauf im Tunnel hat von jeher das Auspumpen nötig gemacht. Die Dampfmaschine des hierzu dienenden Pumpwerks wurde dazu herangezogen, die nötige Energie zum Betriebe des Luftverdichters zu liefern, der die Druckluft zum Antrieb der Bohrer und zum Einpressen des Mörtels erzeugen sollte. Ein an der Stelle des Pumpwerks vorhandener Luftschacht diente zum Unterbringen der nötigen



Abb. 2.

Leitungen. Diese erstreckten sich über die ganze zu bearbeitende Länge im Tunnel; sie hatten in angemessenen Abständen Zapfstellen, an die biegsame Leitungen nach den Bohrern angeschlossen werden konnten. Um die Bohrarbeiten auszuführen, wurden zunächst verschiebbare Gerüste eingebaut, die sich aber nicht bewährten, obgleich zwischen ihnen und der Umgrenzung der Fahrzeuge ein Abstand von 30 cm frei gelassen wurde. An ihre Stelle traten Böcke auf Güterwagen; da diese aber nach jeder Zugpause ausgefahren werden mußten, konnte nunmehr — außer an der Tunnelsohle — nur Sonntags gearbeitet werden. Nach der Arbeit mußte der Tunnel jedesmal vollständig geräumt werden. Die nötigen Geräte waren deshalb entweder auf Güterwagen aufgebaut, oder sie wurden durch den schon erwähnten Schacht aufgezogen.

Die Bohrlöcher im Sohlengewölbe wurden bis in 3 m Tiefe vorgegraben; sie reichten damit 1,2 m bis 1,8 m unter den tiefsten Punkt der Ausmauerung. Die übrigen Löcher waren 1 m bis 1,5 m tief, je nach der Art des Gebirges hinter der Auskleidung, deren Stärke zwischen 0,9 m und 1,1 m schwankt. In der Ziegelauskleidung hatten die Bohrlöcher einen Durchmesser von 80 mm, dahinter wurde die Weite auf 48 mm verringert. Die Röhre zum Einpressen des Zements hatten 38 mm Durchm. Sie wurden am Austritt des Bohrloches aus dem Mauerwerk in das Gebirge abgedichtet, damit die Flüssigkeit gezwungen würde, in das Gebirge einzudringen und dieses zu verdichten; auch wurde dadurch erreicht, daß die Ausmauerung von hinten her abgedichtet wurde. Mit dem Einpressen des Zements wurde im Sohlengewölbe begonnen und allmählich nach oben vorgeschritten. Aus den Bohrlöchern trat viel Wasser aus. Anfangs wurde darauf gehalten, daß der Druck, mit dem der Zement eingepreßt wurde, den Wasserdruck um etwa 2 at übertraf und daß in jedes Bohrloch eine bestimmte Menge eingeführt wurde. Später wurde von diesen Vorschriften abgesehen und dauernd mit einem Druck von 7 at gearbeitet. Die Menge des Zements in der Zementmilch schwankte je nach dem Gegendruck. Bei hohem Druck war das Verhältnis 0,9 kg Zement auf 1 l Wasser, bei niedrigem Druck ging der Zementgehalt auf den achten Teil dieser Menge herunter. Im ganzen wurden auf der zuerst bearbeiteten Strecke 2123 Löcher von zusammen 2900 m Länge gebohrt; in 1830 von ihnen wurden 3016 t Zement eingepreßt.

Das Ergebnis dieser Arbeiten war so befriedigend, daß im Winter 1930/31 auch noch die zweite Hälfte der undichten Tunnelstrecke ebenso wie die erste bearbeitet wurde, und ebenso wurden auch die Lüftungsschächte abgedichtet. Wkk.

Patentschau.

Wehr mit beutelartigem Staukörper. (Kl. 84a, Nr. 531 197 vom 20. 4. 1929 von Hermann Honnef in Dinglingen, Baden.) Um das Abheben des Wehrkörpers von der Flußsohle oder von der Dichtungsschwelle zu vermeiden, wird das Wehr mit beutelartiger Stauwand ausgebildet; hierdurch soll die Dichtungsschwelle der einseitigen Erwärmung entzogen werden. Der Wehrkörper besteht aus drei Teilen, nämlich den Traggliedern *a* und *e*, von denen das eine in Höhe des Stauspiegels und das andere an der Wehrsohle liegt, und dem zwischen ihnen liegenden biegsamen Stück *b*, das etwa die Form eines Sackes hat. Diese drei Teile bilden einen schiffsförmigen Querschnitt, der auch im ganzen als Träger wirkt. Das Zwischenstück gibt die Zugkräfte seiner Wände an die Tragglieder ab, die die Kräfte dann im Tragsystem des ganzen Querschnitts weiterleiten. Das obere Tragglied *a* hat Walzenform, das untere Tragglied kann als Stauschild ausgebildet sein. Die einseitige Erwärmung des Zwischenstückes wie auch des Traggliedes *a* wird durch die Nachgiebigkeit des Zwischenstückes *b* ausgeglichen, das jeder Bewegung folgt und Formänderungen auf das untere Tragglied nicht überträgt.

INHALT: Große Halenschleuse zu Harburg-Wilhelmsburg. — Zur Korrosionsfrage. — Der Abschluß und die teilweise Trockenlegung der Zuldersee. — Vermischtes: Waldo-Hancock-Brücke. — Verbindungen von Schleuderbetonröhren. — Errichtung einer Bogenbrücke aus bewehrtem Mauerwerk ohne Lehrgerüst. — Dichtungsarbeiten im Severn-Tunnel. — Patentschau.