

# DIE BAUTECHNIK

15. Jahrgang

BERLIN, 7. Mai 1937

Heft 20

Alle Rechte vorbehalten.

## Das neue Uferschutzwerk am Unterlande von Helgoland.

Von Regierungsbaurat Bahr, Tönning, und Regierungsbaurat Poppe, Stralsund.

Der rote Buntsandsteinfelsen von Helgoland ist eines der schönsten Naturdenkmäler Deutschlands. Seine Zerstörung durch See- und Wetterangriff beschäftigte die Öffentlichkeit schon früh; seine Erhaltung wurde bald nach dem Übergang der Insel in deutschen Besitz 1890 als Aufgabe des Preußischen Staates übernommen und ist zum größten Teil durchgeführt. Die dem hohen Felsen des „Oberlandes“ vorgelagerte niedrige Fläche, das „Unterland“, tritt in der landschaftlichen Erscheinung sehr zurück. Seine Bedrohung durch die See wurde deshalb kaum beachtet. Der Strandschutz blieb den Helgoländern allein überlassen, die sich mehr als zweihundert Jahre damit abmühten, aber bei ihren geringen finanziellen Mitteln auf die Dauer nicht imstande waren, etwas Ausreichendes zu schaffen. Das Unterland ist aber für die Insel lebenswichtig; es ist dicht bebaut, und auf ihm spielt sich der Landbetrieb und der größte Teil des Geschäfts- und Badeverkehrs ab. So griff der Preußische Staat schließlich helfend ein und ermöglichte durch Übernahme der Entwurfsbearbeitung, der Bauleitung und des Hauptbetrages der Kosten den Bau des neuen Schutzwerkes, das den Strand endgültig sichert.

Voraussetzung für die erfolgreiche Ausgestaltung der neuen Anlage war die Kenntnis des Untergrundes, der Bodenbewegung, der Brandungs- und Strömungserscheinungen am Strand, die hier verwickelter sind als an den Sandinseln der Küste, und die Beobachtung des Verhaltens der alten Schutzbauten im Seeangriff. Diese Fragen sollen deshalb zunächst behandelt werden.

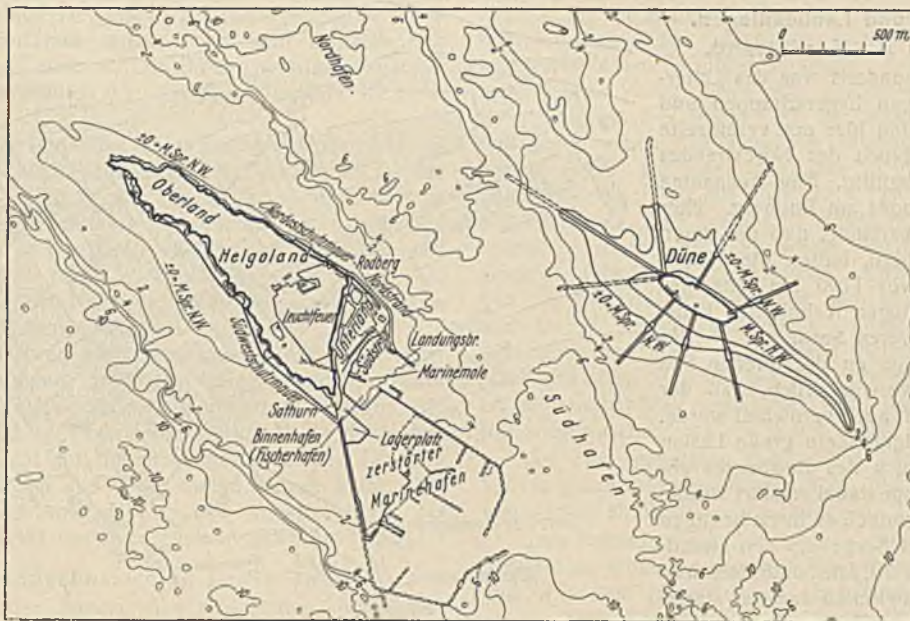


Abb. 1. Übersichtsplan von Helgoland.

### 1. Die Strandverhältnisse des Unterlandes.

#### 1. Entstehung des Unterlandes.

Im Gegensatz zu dem Buntsandsteinfelsen des Oberlandes ist das Unterland eine Anschwemmung des jüngsten Alluviums. Sie hat sich im Sturmlee an der Ostseite des Felsens auf der Brandungsterrasse gebildet, die das Oberland rings umgibt und den bis auf den Meeresspiegel herab zerstörten Rest alten Buntsandsteinfelsens darstellt (Abb. 1). Die Terrasse zieht sich daher unter dem ganzen Unterlande hin und steht am Strand in etwa 0,5 bis 1,5 m Tiefe unter MSpNW (Seekartennull) an. Die aufgelagerte Anschwemmung ist ein loses Gemenge von Buntsandsteintrümmern und Sand. Der Buntsandstein, teils Grus, teils bis kopfgroße, meist rundgeschliffene Gerölle, stammt von dem Abbruch der Steilwände des Oberlandes, der Sand aus weiter entfernt liegenden Seegebieten.

Während der hohe Felsen seit Jahrtausenden durch Brandung und Verwitterung abgetragen wird und auf den nicht geschützten Uferstrecken noch immer sich im Rückgang befindet, ist das Unterland, eben aus dieser Zerstörung genährt, bis etwa zum Ende des 18. Jahrhunderts ständig gewachsen.

#### 2. Bodenhaushalt des Strandes.

Wie die Bodenbewegung des Nordstrandes noch jetzt erkennen läßt, geschah die Zufuhr neuen Gerölls hauptsächlich bei starken bis steifen Winden, und zwar bei West- bis Nordwestwind von der Südwestseite des Felsens her um die Südspitze (Sathurn), bei Westnordwest- bis Nordwind von der Nordostseite her um die Ostecke (Rodberg) herum. Der Sand konnte nur auf dem allmählich ansteigenden Grund des Nordhafens

bei Nordwest- bis Nordwind an den Nordstrand heranwandern. Dagegen war der Seegang oder die Dünung bei starken Winden aus allen Richtungen kräftig genug, um Geröll und Sand am Strande weiterzuschleppen, das Geröll auch teilweise aufzuarbeiten; der tonartige Buntsandstein wird von der Brandung zu einer Trübe zerrieben, die sich schon in leicht bewegtem Wasser schwebend hält und vom Tidestrom fortgetragen wird. Schwere Seeangriffe mit zerstörenden Wirkungen trat wieder nur bei Südwest- bis Weststurm am Südstrand, bei Nordwest- bis Nordsturm am Nordstrand des Unterlandes auf. Bei östlichen und südlichen Stürmen kann sich in der Helgoländer Bucht kein harter Seegang entwickeln. Der Geröll- und Sandvorrat des Strandes schmolz also bei starken Winden aus jeder Richtung langsam, bei Südwest- bis Nordstürmen schnell zusammen und wurde bei steifen Winden aus West bis Nord wieder aufgefüllt.

### 3. Änderung der Strandverhältnisse in den letzten Jahrhunderten.

Bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts war die Südspitze des Unterlandes mit der im Osten liegenden Düne durch einen sturmflutfreien Wall aus Buntsandstein- und Feuersteingeröll, das „Wal“, verbunden. Das um das Sathurn herumwandernde Geröll konnte sich daher nur am Südstrand, der um den Rodberg herumkommende Geröll- und Sandboden nur am Nordstrand ablagern. Der Anfall an Schuttmassen infolge des Abbruchs der Felswände war an der Südwestseite des Oberlandes größer als an der Nordostseite. Durch das Überwiegen der Südwest- und Westwinde wur-

den sie aber schneller aufgearbeitet, es gelangte nur wenig um das Sathurn herum, und aus dem gleichen Grunde war der Bodenverlust am Südstrand größer als am Nordstrand. Infolgedessen wuchs der Nordstrand stärker und erreichte schon früh das Nordende der Ostwand am Rodberg, während der Südstrand zur Zeit seiner größten Ausdehnung etwa 100 m nördlich vom Sathurn an der Ostwand endete. In der Sturmflut der Neujahrsnacht 1720/21 brach das Wal durch und wurde in den folgenden Jahrzehnten von der Brandung und Strömung weggeräumt. Ein Teil seines Gerölls kam dem Unterlande zugute. Auch konnte der am Südstrand bei Sturm losgerissene Boden sich nunmehr im Sturmlee am Nordstrand ablagern und umgekehrt. Dadurch wuchs die Südspitze noch weiter, und der größte Teil des Unterlandes höhte sich sturmflutfrei auf.

Um diese Zeit hatte aber von Norden her bereits wieder die Zerstörung des Unterlandes begonnen. Die Nordost- und Südwestwand des schützenden Felsens waren mittlerweile so weit zurückgewichen, daß die an die Ostwand angelehnte Basis der Anschwemmung zu schmal wurde. Der Durchbruch des Wals hatte neben den günstigen auch schädliche Wirkungen, die sehr bald das Übergewicht erhielten. Er öffnete den Tideströmungen den Weg durch den Nord- und Südhafen. Die Strömung, die bis dahin nur eine untergeordnete Rolle gespielt hatte, wurde längs des Nordstrandes bedeutend verschärft. Sie war auch jetzt noch nicht stark genug, um für sich allein Sand oder Geröll zu verschleppen; aber sie trug den von der Brandung aufgeführten Boden nun schneller fort. Die Bodenbewegung, die Zufuhr und die Abfuhr, wurde lebhafter. Doch wuchs der Abtrag mehr als der Zuwachs; denn der Flutstrom verfrachtete einen Teil des Bodens in größere Entfernung und ließ ihn damit endgültig verlorengehen.



Der Angriff setzte am Anschließpunkte des Nordstrandes, dem Rodberg, ein und dehnte sich im Laufe des 18. und 19. Jahrhunderts über den ganzen Nordstrand aus. Der Südstrand, der nicht bis zum Süden der Ostwand reichte, wuchs dagegen zunächst noch weiter und begann erst gegen 1830 langsam zurückzuweichen. Er erhielt durch den Bau der Landungsbrücke 1872 und der Marinemole 1893 (Abb. 1) einigen Halt und gelangte mit dem Bau des Marinehafens 1908 bis 1916 in völligen Schutz, so daß es hier zu Sicherungsbauten nicht gekommen ist.

#### 4. Heutige Lage am Nordstrand.

Der Bau des Marinehafens änderte auch den Bodenhaushalt und die Angriffsverhältnisse des Nordstrandes. Die Zufuhr von Geröll und Sand geschieht jetzt wieder ausschließlich von der Nordostseite des Felsens und dem Nordhafen her mit steifen Westnordwest- bis Nordwinden. Die Aufarbeitung des Strandes bei Winden aus jeder Richtung ist geblieben, doch ist die Wirkung der vorherrschenden Südwest- und Westwinde abgeschwächt. Zerstörender Angriff ist nach wie vor nur vom Nordhafen aus bei Nordwest- bis Nordsturm möglich.

Zwischen dem Unterlande und der Düne erhebt sich der Buntsandsteingrund des Nordhafens zu einem Rücken, auf dem früher das Wall lag, mit Tiefen von nur 4 bis 6 m, über denen die von Nordwesten hereinstehende Sturmsee gedämpft wird. Der Angriff auf den Nordstrand nimmt daher von Nordwesten nach Südosten ab. Da der Grund gegen den Nordstrand hin nur schwach ansteigt, schwenkt die See vom Nordhafen her nicht voll gegen den Strand ein, sondern trifft ihn unter einem Winkel von 45 bis 60°.

### II. Die alten Strandschutz- und Landeanlagen.

#### 1. Älteste Schutzbauten am Nordstrand.

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts war das Unterland kaum bebaut. Außer einigen Lagerschuppen und den Netzbuden der Fischer standen hier erst vereinzelte Wohnhäuser. So blieb der Abbruch des Nordstrandes den Helgoländern zunächst gleichgültig. Eine Ausnahme bildete nur der Ansatz des Strandes am Rodberg. Hier führte früher die Treppe zum Oberlande, und um deren Fuß gegen Unterspülung zu sichern, hatten die Helgoländer an dieser Stelle schon vor 1700 ein hölzernes Bohlwerk errichtet. Bei den geringen technischen Hilfsmitteln jener Zeit und dem schweren Seeangriff — das Bohlwerk mag damals das einzige an der offenen See gewesen sein — ist es nicht verwunderlich, daß der Bau fast alljährlich beschädigt, oft auch vernichtet wurde. Seine Unterhaltung legte den Helgoländern große Lasten auf. Als im Jahre 1767 ein Stück des Rodberges abstürzte und der Aufgang der Treppe dabei zerstört wurde, verlegte man sie deshalb weiter südlich an ihren heutigen Standort und war einstweilen der Sorge um den Strandschutz enthoben. Zu Anfang des 19. Jahrhunderts wurde aber das Unterland, das sich inzwischen zumeist sturmflutfrei aufgehöhht hatte, in größerem Umfang bebaut, und nun mußte der Nordstrand von neuem gesichert werden.

Anfangs führte man jetzt hölzerne Bohlwerke in Zickzackform aus; die vorspringenden „Höfte“ sollten den von Nordnordwest heranrollenden Seegang besonders wirksam brechen. Diese wenig zweckmäßige Form vergrößerte aber nur die Angriffslänge und lockte den Brandungsangriff erst recht hervor, so daß die Bohlwerke abermals häufig zerstört wurden. Die Bauart wurde deshalb bald aufgegeben.

#### 2. Neuere Schutzbauten.

Im Jahre 1829 errichtete man nunmehr das erste durchlaufende Schutzwerk, A—B—C der Abb. 2, ein einfaches Ständerbohlwerk, das am oberen

Holm mit Rundhölzern verankert war. Als das Holz abgängig wurde, wechselte man es der Bequemlichkeit und Kostenersparnis halber nicht aus, sondern trieb vor den Ständern Bohlen ein, verband sie durch Bolzen mit dem Längsholm und verkleidete sie außen mit Brettern. Das Ständerbohlwerk wandelte sich so allmählich in eine Bretterwand um, die wenig widerstandsfähig und zuletzt auch in allen Teilen verrottet war (Abb. 3a u. 4).

Das Bohlwerk war bei seiner Erbauung so weit landeinwärts gelegt worden, daß davor ein hoher, breiter Strand blieb, der den Hauptstoß der Brandung brechen konnte. Die Unterkante der Bohlenverkleidung endete deshalb 0,5 m unter MHW. Der Strand nahm aber vor der Bohlwand weiter ab, sie mußte schließlich gegen Unterwaschung gesichert werden. Im Jahre 1863 wurde vor der Wand ein zweites Schutzwerk errichtet, ein „Palisadenwerk“, dessen Bauart englischen Vorbildern entlehnt war. Es war eine Bockkonstruktion aus Rundhölzern, die unten in Längsschwellen eingezapft wurden. Die Schwellen wurden bis zur Höhe des MSpNW in den Strand eingegraben und mit langen eisernen Bolzen im anstehenden Felsen verankert. Der untere Teil der Pfahlböcke trug eine beiderseitige Bohlenverkleidung (Abb. 3a). Die Verkleidung sollte das Geröll, das am Strand entlang wandert und von der Brandung landeinwärts geschoben wird, auffangen und sollte nach und nach, dieser natürlichen Auffüllung folgend, höher gezogen werden. Dieses Vorgehen hat in England auf Küstenstrecken mit starker Geröllwanderung stellenweise Erfolg gehabt. Hier versagte es; der Abbruch der nur 1200 m langen Nordostwand des Oberlandes war nicht ergebnisreich genug, um den nötigen Nachschub an Geröll zu liefern. Das Bohlwerk wurde im Laufe der Jahre

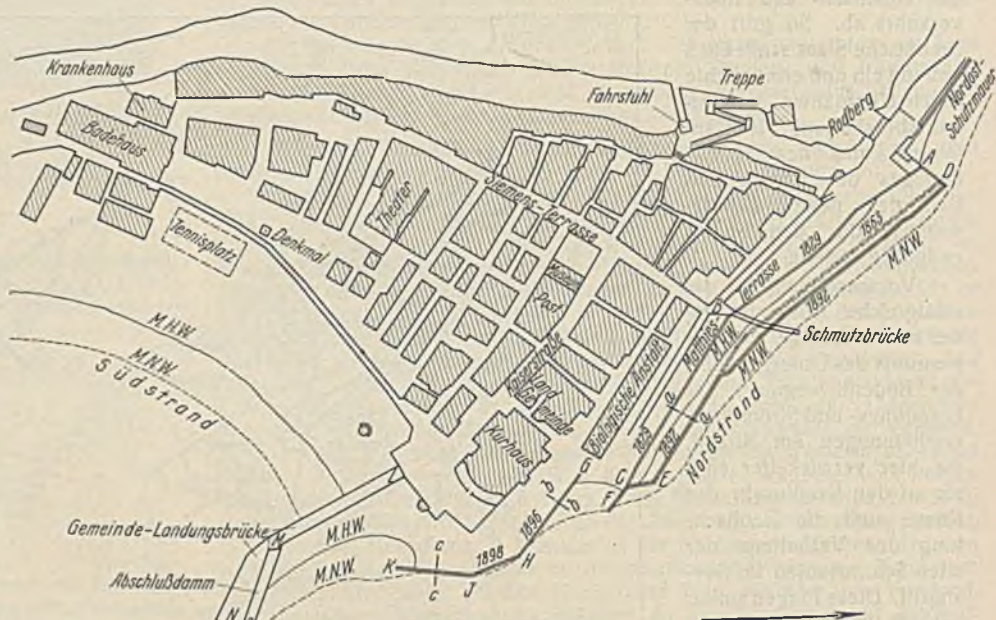


Abb. 2. Plan der alten Bohlwerke und Landeanlagen.

abgängig, ohne eine nennenswerte Aufhöhung erreicht zu haben. Trotzdem wurde im Jahre 1892 ein Ersatzbau D—E—C—F nochmals in der gleichen Art seawärts von dem alten Werk errichtet (Abb. 3a u. 5). Bei dem neuen Bau war die Bohlenverkleidung von Anfang an auf etwa 1 bis 1,5 m über den Strand hochgezogen, ihre Oberkante lag in Höhe des MHW. Der Boden innerhalb der Verkleidung und landwärts bis zur alten Bohlwand hielt sich aber auf nur 0,3 bis 0,6 m über der äußeren Strandhöhe und füllte sich nicht weiter auf.

Da der Abbruch immer mehr südostwärts griff, mußte man im Jahre 1896 auch das äußerste Ende des Nordstrandes (Strecke G—H)

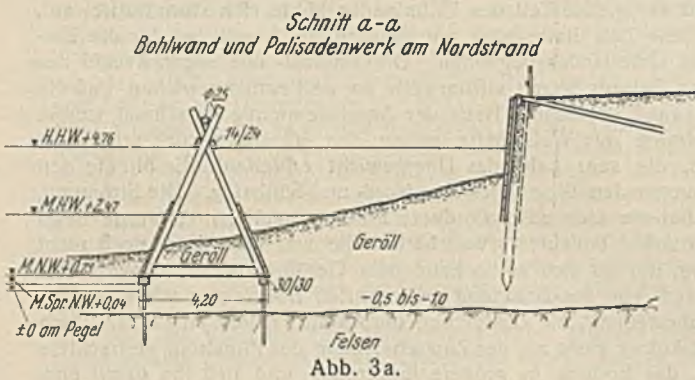


Abb. 3a.

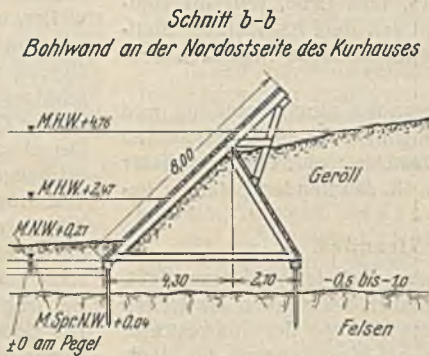


Abb. 3b.

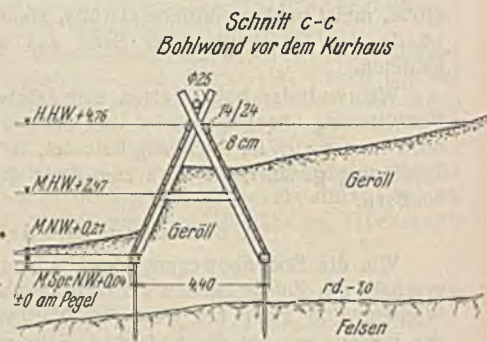


Abb. 3c.

Abb. 3a bis c. Querschnitte der alten Bohlwerke.





Abb. 4.) Alte Bohlwand am Nordstrand.  
Davor Reste des ersten Palisadenwerks von 1862.

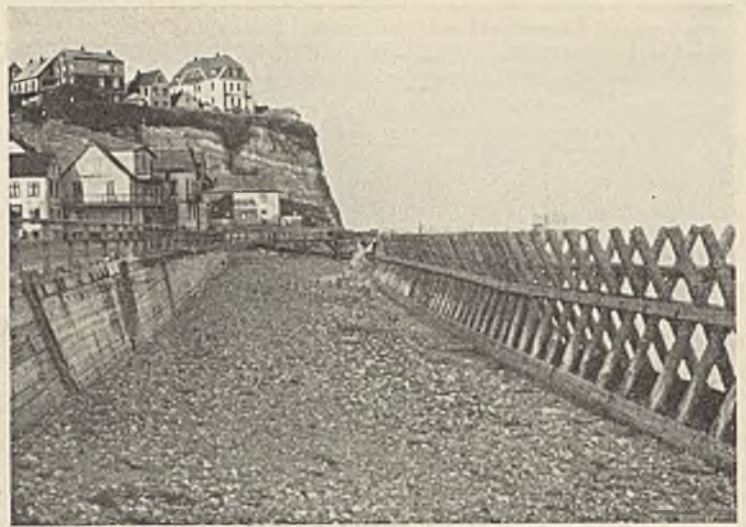


Abb. 5. Alte Bohlwand und zweites Palisadenwerk  
am Nordstrand.

sichern. Der Strand hatte sich hier schon stark ausgetleift; eine senkrechte Bohlwand hätte eine beträchtliche Höhe erhalten müssen, und ihre Verankerung in dem anstehenden Felsen gegen den Erddruck wäre schwierig geworden. So war die Gemeinde Helgoland zu einer geneigten Bohlwand gekommen, die vom Erddruck entlastet war und zugleich den Wellenstoß teilweise unschädlich machte. Die Bohlen wurden von einer Bockkonstruktion gehalten, die ähnlich wie das Palisadenwerk im Felsgrunde befestigt war (Abb. 3b).

Schließlich mußte 1898 die Südostspitze selbst auf der Strecke *H-I-K* geschützt werden, um das dahinterstehende Kurhaus zu decken. Da das Gelände hier niedriger liegt und der Seeangriff weniger hart ist, war man zu der steilen Bauart des Palisadenwerks zurückgekehrt. Man hatte die Pfahlböcke aber sogleich bis zur Oberkante mit Bohlen verkleidet, mit Geröll ausgekoffert und hinterfüllt (Abb. 3c). Das Bohlwerk wurde 1923 an der vorspringenden Ecke zerstört und unter Zurücknahme des Vorsprungs in gleicher Form wiederhergestellt.

So war im Laufe von 70 Jahren eine Schutzanlage mit verzettelter Linienführung und in verschiedenen, technisch wenig glücklichen Bauarten entstanden. Die Gemeinde Helgoland hatte mehrfach erwogen, die Neu- und Ersatzbauten als massive Mauern auszuführen. Sie hatte aber regelmäßig die Kosten dafür nicht aufbringen können und beim Holzbau bleiben müssen. Dieser war jedoch nur in der ersten Anlage billig, aber teuer in der Unterhaltung und Abschreibung und konnte wegen des leichten Baustoffes dem Seeangriff nur unzureichend gewachsen sein.

### 3. Verhalten der Strandschutzwerke im Seeangriff.

Daß die Bohlwerke auf der Strecke des schwersten Angriffs am Nordstrand überhaupt standhielten, war nur dem spitzen Anlaufwinkel der Brandung und der eigenartigen Gesamtanordnung des Schutzwerkes zu verdanken. Dadurch, daß das Palisadenwerk nicht zur vollen Höhe hatte aufgefüllt werden können, sondern steckengeblieben war, hatte sich ungewollt ein stufenförmiger Aufbau ergeben, der den Stoß der Brandung zersplitterte.

1) Photographische Aufnahmen von F. Schensky, Helgoland.



Abb. 6. Sturmbrandung am Palisadenwerk.  
Im Vordergrunde beschädigte Bohlwand.



Abb. 7. Brecher an der Bohlwand des Nordstrandes  
bei Sturmflut (Nordwest Stärke 11).  
Rechts die Biologische Anstalt.

Stürme aus westnordwestlicher bis nördlicher Richtung sind in der Regel mit hohen Wasserständen verbunden. Beim Auftreten gefährlichen Seegangs war der Strand zwischen Palisadenwerk und Bohlwand daher zumeist hoch überflutet. Die Sturmsee lief durch das äußere Pfahlwerk hindurch, brach sich jedoch über seinem geschlossenen Unterbau (Abb. 6) und verlor einen Teil ihrer Stoßkraft. Der lose Boden vor dem Palisadenwerk wurde dabei durch die untere rücklaufende Wassermasse weggeschwemmt. Der obere Teil der Welle erhielt eine starke Vorwärtsbewegung, schob den zwischen Palisadenwerk und Bohlwand liegenden Boden gegen die Wand, brandete an dieser zum zweiten Male und riß große Bodenmengen mit hoch (Abb. 7). Ein Teil des Bodens fiel in das Wasser zurück, und das Geröll wurde in der steten Wiederholung dieses Spiels zerrieben. Ein Teil wurde über die Wand hinweggeschleudert. Über die Oberkante der Bohlwand stürzend, kolkten die Brecher schließlich die Hinterfüllung, die aus dem gleichen losen Gemenge von Sand und Geröll bestand und nicht abgedeckt war, aus und schoben sie zusammen mit dem vom Strand heraufgehoblen Boden vor sich her. Nach schweren Stürmen lag in 5 bis 10 m Entfernung landeinwärts ein oft meterhoher Wall von Geröll, dicht hinter der Bohlwand war der Boden tief ausgewaschen und die Wand selbst meistens stark beschädigt.

An dem geneigten Bohlwerk *G-H* querab vom Kurhaus lief die See in geschlossenen Massen über die Oberkante hinweg (Abb. 8) und verursachte ähnliche Auswaschungen.

Das Palisadenwerk litt in den Stürmen weniger. Der mit Bohlen verkleidete Unterbau lag bei Sturmfluten tief unter dem Wasserspiegel und war dem Hauptstoß der Brandung entzogen. Das Pfahlwerk des oberen Teils bot der See zu wenig Widerstand, war freilich auch ein zweckloses Unterhaltungsobjekt. Dafür wurde die äußere Bohlenverkleidung von dem am Strand entlang wandernden Geröll stark abgeschliffen und mußte alle 6 bis 8 Jahre erneuert werden.

Die Kosten für die Instandhaltung der Anlage mit ihrem großen Holzaufwand und für die immer wiederkehrenden Erdarbeiten zur Ausfüllung der Kolke und zur Beseitigung des überschüssigen Gerölls waren unverhältnismäßig hoch.





Abb. 8. Brecher über dem geneigten Bohlwerk am Kurhause bei Sturmflut (Nordwest Stärke 11).

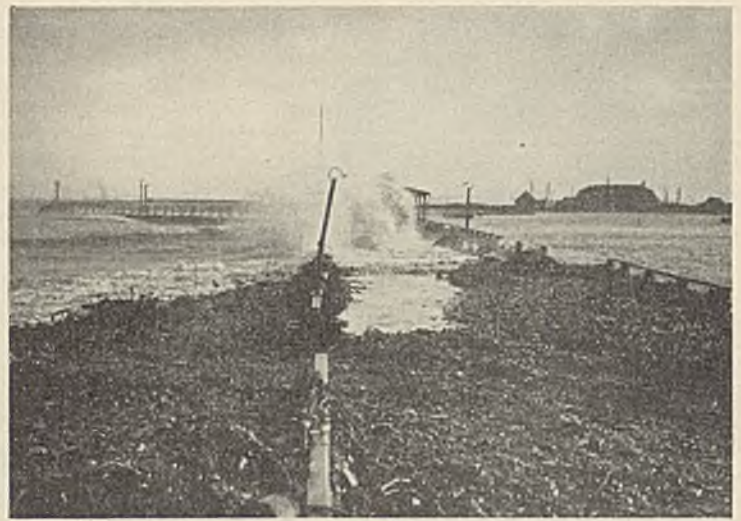


Abb. 9. Alte Landungsbrücke bei Sturmflut.

Hatten die Bohlwerke immerhin ihre Aufgabe lange Zeit notdürftig erfüllt, so war es doch nicht nur ihre Überalterung, die zu einem Neubau drängte, sondern auch die Überlegung, daß einmal plötzlich eine gefährliche Abnahme des Strandes eintreten konnte. Der Bestand des Schutzwerks beruhte auf einer ausreichenden Strandhöhe zwischen Pallsadenwerk und Bohlwand, also auf einer ausreichenden Geröll- und Sandzufuhr mit nördlichen Winden, wie sie namentlich im Frühjahr und Fröhsommer in der Helgoländer Bucht zu herrschen pflegen. Blieben diese Winde einmal mehrere Jahre lang aus und nahm gleichzeitig die Ausräumung des Strandes mit Winden aus anderer Richtung besonders großen Umfang an, so war die wellenbrechende Wirkung des Strandes stark herabgesetzt. Ein anhaltender Nordweststurm mußte dann die Bohlwand unterwaschen und völlig zerstören. Die Hinterfüllung wäre nicht mehr landwärts geschoben, sondern weggeschwemmt und die hinter dem Bohlwerk stehende Häuserreihe unterspült worden. Namentlich war es der wertvolle, 1925/26 begonnene und 1929 erweiterte Neubau der Biologischen Anstalt, der aus Platzmangel nahe an das Bohlwerk hatte gelegt werden müssen und der auf diese Weise sehr bedroht war. Eine solche Strandlage hatte sich in der Tat kurz vor der Erneuerung des Bohlwerks angebahnt, ist aber nicht mehr zur Auswirkung gekommen.

Zwangsläufig mußte diese Entwicklung aber eintreten, wenn durch Erbauung einer Schutzmauer an der Nordostseite des Felsens die Geröllzufuhr überhaupt abgeschnitten wurde. Die Ausführung der ersten Teilstrecke der Mauer war es denn auch, die den unmittelbaren Anlaß zur Aufstellung des Entwurfs für den Ersatz des Bohlwerks gab.

4. Die alten Landeanlagen am Südstrand.

Am Südstrand war der Seeangriff zwar ebenfalls lästig, aber nicht mehr gefährlich. Die Erneuerung der Bohlwerke bot jedoch Gelegenheit, auch hier die Strandverhältnisse und die Anlagen für den Landeverkehr zu verbessern.



Abb. 12. Lageplan des neuen Bohlwerks.

Zwischen dem Süden des Holzbohlwerks und der Landungsbrücke hatte man eine 40 m lange Strandstrecke offen gelassen, um hier aushilfsweise, wenn die Brücke überfüllt war, mit den Dampferfährrbooten landen zu können. Durch Vermehrung der Anlegetreppen an der Brücke war



Abb. 10. Alte Landungsbrücke, Blick von der Kaiserstraße.

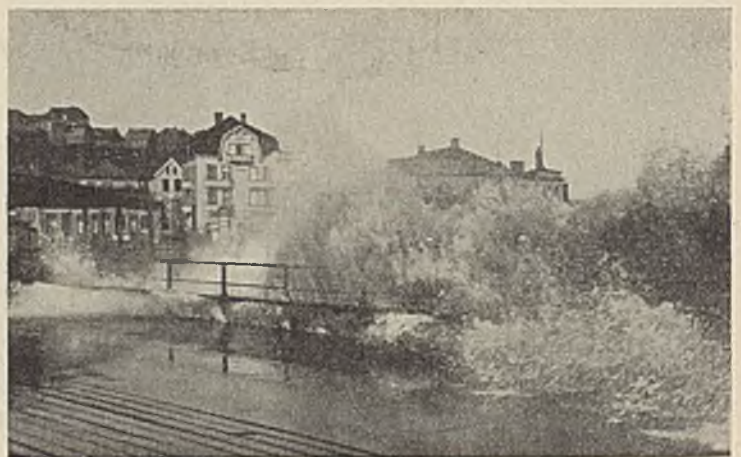


Abb. 11. Brandung am Abschludamm bei Nordwest Stärke 7.



die Strandlücke entbehrlich geworden; aber ihre Nachteile waren geblieben: Bei nördlichen Stürmen wühlte die Brandung den Strand auf und schob den Boden auf die Kurhausterrasse und die Brücke, die manchmal bis Geländerhöhe mit Geröll vollgepackt und meistens beschädigt wurde (Abb. 9). Außerdem trieben die Abfälle, die von den Müllabladestellen der Helgoländer, den „Schmutzbrücken“ am Nordostufer (Abb. 2), in die See geworfen werden, mit der Flut hierher und setzten sich zusammen mit Tang und Treibsel in der Lücke ab. Bei warmem Wetter gingen die Tang- und Unratmassen in Fäulnis über, bildeten eine arge Belästigung und boten einen für ein großes Seebad unwürdigen Anblick. Es lag nahe, das neue Bohlwerk bis an die Brücke heranzuziehen und die Strandlücke zu schließen.

Der in verschiedenen Bauabschnitten entstandene, vielfach geknickte Zug der Landungsbrücke (Abb. 10) bedurfte gleichfalls einer teilweisen Erneuerung und Verbesserung.

Der älteste Abschnitt L—M (Abb. 2), ein mit Geröll ausgekoffter Holzbau, war im Jahre 1872 errichtet und 1883 verlängert worden. Er wurde 1904 durch eine Sturmflut zum Teil zerstört und dann zum letzten Male gründlich instandgesetzt. Das Holzwerk war also an der Grenze seiner Lebensdauer angelangt. Dabei spielte der Landeverkehr sich nicht mehr an diesem Brückende ab, weil es, durch seine geschlossene Bauweise wie eine Bühne wirkend, versandet war. Lediglich an der Südwestseite konnten noch kleine Boote festmachen. Die Brücke bildete nur mehr den Zugang zu den Anlegestellen des vorderen Teils, war aber für den starken Badeverkehr zu schmal.

Im Jahre 1907 hatte die Gemeinde Helgoland diese erste Anlage wegen der zunehmenden Versandung durch eine offene Gerüstbrücke M—N verlängern müssen. Die Gerüstbrücke steht auf gußeisernen Vollsäulen, die mit □-Eisenriegeln und Zugstangen verstrebt sind. Das Eisenwerk

hat umfangreiche Rostschäden, besonders an den Säulen, die auffälligerweise unter Niedrigwasser stärker als im Tidebereich angegriffen sind und zum Teil schon die Hälfte ihres Querschnitts verloren haben. Die Lebensdauer dieses Brückenabschnitts ist nur noch mit etwa 10 Jahren anzunehmen.

Schließlich hat die Preußische Bauverwaltung in den Jahren 1923 bis 1925 die Gerüstbrücke durch einen Abschlußdamm M—O aus eisernen Spundwänden mit Sandfüllung und Betondecke dichtgesetzt und in der Verlängerung von M—O noch einen Wellenbrecher O—P erbaut, um den einzigen erhalten gebliebenen Teil des zerstörten Marinehafens, den Fischerhafen, gegen die von Nordwesten hereinstehende Dünung zu schützen. Der Wellenbrecher ist ebenfalls mit Landetritten ausgestattet, die dadurch in ausreichender Zahl vorhanden sind.

Während also die seeseltige Hälfte des ganzen Brückenzuges neu und gut imstande ist, war der Ersatz der eigentlichen alten Landungsbrücke, des Holz- und des Gerüstbaues, teils dringlich, teils nur noch kurze Zeit aufschiebbar. Es kam hinzu, daß die Brücke durch ihre Lage zur Richtung des Seeganges und durch die Bodenanhäufung an ihrer Seeseite eine Brandung hervorrief, die den Verkehr beeinträchtigte. Die See, die bei nördlichen Winden um den Strandvorsprung vor dem Kurhaus herumfließt, schwenkte auf dem ansteigenden Grund nach Südwesten ein und traf die Holzbrücke und den Abschlußdamm senkrecht. Wie bereits erwähnt, wurde der Holzbau bei Sturmfluten meistens beschädigt; aber schon bei Windstärke 6 — also oft auch im Sommer während der Badezeit — wirkte die Brandung recht störend (Abb. 11 u. 12).

Es war das Gegebene, den Ersatz der Landungsbrücke in einer für die Abwehr der Brandung günstigeren Form und die Erweiterung des Platzes für den Badeverkehr mit dem Ersatz der abgängigen Strandschutzwerke zu verbinden.  
(Fortsetzung folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

## Neuere Kaischuppenbauten im Hamburger Hafen.

Von Baurat Dr.-Ing. Bolle, Hamburg.

### Allgemeines und Betriebliches.

Im Gegensatz zu den meisten anderen europäischen Häfen ist für den Hamburger Hafen die völlige Trennung zwischen Umschlag und Speicherung der Güter kennzeichnend. Das bedeutet, daß die Kaischuppen die Güter nur so lange beherbergen, bis sie nach Besichtigung und Sichtung von einem anderen Verkehrsmittel wieder übernommen werden. Sehr häufig lassen aber die Marktlage oder andere Gründe eine endgültige Verfügung über die Ware noch nicht zu, so daß es zu längerer Aufbewahrung, die sich unter Umständen auf Jahre erstrecken kann, kommt.

Die Art und Weise, wie man diesen Forderungen gerecht geworden ist, ist bei den Hamburger Schuppenbauten von jeher grundsätzlich die gleiche gewesen und hat bei mit den Jahren zunehmender Vervollkommnung zu der Bauweise geführt, für die die nachfolgenden Beschreibungen Beispiele geben<sup>1)</sup>.

### Bauliche Anordnung.

Grundsätzlich ist die eingeschossige Bauart, die bei rd. 80 Schuppen durchgeführt ist. Ausnahmen bilden lediglich zwei Fruchtschuppen, bei denen die besonderen Betriebsverhältnisse des Südfruchtverkehrs eine andere Anordnung zulassen, und der dem Flußschiffverkehr dienende Schuppen am Prager Ufer.

Auf das Für und Wider der eingeschossigen Bauweise einzugehen, ist im Rahmen dieser Ausführungen nicht möglich, zumal interessierte Leser auf einschlägiges Schrifttum<sup>2)</sup> verwiesen werden können. Als un-

bestreitbare Vorteile der in Hamburg üblichen Bauweise seien aber folgende herausgestellt: Beim eingeschossigen Schuppen kann die gesamte Nutzfläche unmittelbar auf das Erdreich gelagert werden und infolgedessen praktisch unbegrenzt (bis zu 8 t/m<sup>2</sup>) belastet werden. Die Fundamente brauchen nur die Dachlast zu tragen. Eine Deckenkonstruktion, die schon bei einer zu fordernden Belastungsfähigkeit von 2 t/m<sup>2</sup> sehr teuer würde, entfällt ganz. Betrieblich ist von Bedeutung, daß man mit wenig Tragstützen auskommen und leicht größte Helligkeit erzielen kann, wogegen die Notwendigkeit eines nie zu ver-

meldenden Transportes zwischen Erd- und Obergeschoß ganz entfällt.

Grundsatz ist ferner, daß die gesamte Schuppenfläche in Fuhrwerks- bzw. Eisenbahnwagenplattformhöhe liegt, so daß die Güter längs der den Schuppen umsäumenden Laderampen bequem verkarrt werden können. Der Schuppenfußboden lagert unmittelbar auf dem Erdboden, ist also von der Gründung des Schuppens unabhängig. Bei der Durchbildung des festen Schuppenteils wird auf Bodensenkungen Rücksicht genommen. Die Betonfundamente der Bindersäulen werden nur so weit hochgeführt,

<sup>1)</sup> An Literatur wurde benutzt: WRH 1927, S. 86 bis 88; dsgl. 1930, S. 291 bis 296. — Bautechn. 1931, Heft 23, S. 346 bis 348; dsgl. 1932, Heft 15, S. 200 bis 204. — Bericht über die XXXV. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins, S. 152 bis 158.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. Hafenbaut. Ges., 9. Bd., S. 194 bis 225, und Ztrbl. d. Bauv. 1929, S. 23 bis 25.

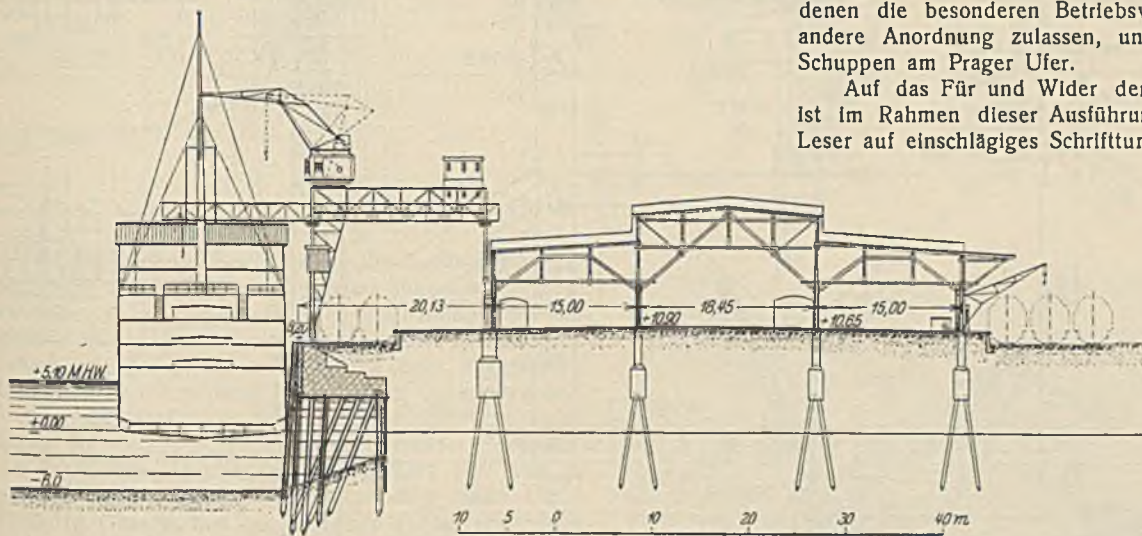


Abb. 1. Querschnitt des Kaischuppens 83.

Für diese längere Lagerung kommen an flußschiffthiefem Wasser gelegene, räumlich zusammengefaßte, mehrstöckige Speicherbauten in Frage. Den mittels Hafenleichter, Fuhrwerk oder auch Eisenbahn durchzuführenden Zwischentransport muß man in Kauf nehmen, damit der teure Seeschiffka mit allem, was ihm zugehört, so intensiv wie möglich ausgenutzt werden kann.

Im Gegensatz zu den Speichern bildet also der Kaischuppen einen großen Sortierraum, in dem die übersichtlich ausgebreiteten Waren von den Empfängern bzw. deren Beauftragten zwecks weiterer Verfügung besichtigt werden können. An einen Schuppenbau sind daher folgende Anforderungen zu stellen: Er muß den Gütern Schutz gegen Witterung und unberechtigten Zugriff gewähren, er muß genügend Lagerfläche mit reichlichen Verkehrswegen dazwischen für die Flurförderung aufweisen und schließlich den Gütern bzw. ihren Transportmitteln besten Zugang zur Lagerfläche bieten.



daß ein Aufhängen des Fußbodenbelages an ihnen vermieden wird. Die Wellblechtorc erhalten als unteren Abschluß gegen den Fußboden ein in einer Führung verstellbares Blech, das eintretenden Senkungen entsprechend soweit heruntergelassen werden kann, daß ein vollkommener Torabschluß gewährleistet ist.

Nach neueren Erfahrungen<sup>3)</sup> ist eine Fläche von 50 × 150 m notwendig, um die Ladung eines großen Dampfers auszubreiten und noch entsprechende Karrwege frei zu lassen. Da an einem Schuppen immer zwei Dampfer abgefertigt werden, benötigt man also die doppelte Fläche.

züglich der Überdachung<sup>4)</sup> auf. Der zeitlich letzte Vertreter der Hamburger Holzbauweise ist der 1929 fertiggestellte Schuppen 83 am Chilekai. Er soll hier kurz beschrieben werden: Zwei Reihen stählerner Stützen, die auf hölzernen Rampaufhängen und Betonsockel gegründet sind und kräftige hölzerne Binder tragen, teilen den Raum in zwei Seitenschiffe von je 15 m und ein höheres Mittelschiff von 18,45 m Weite (Abb. 1). Da die Binder in 9 m Abstand angeordnet sind, entfällt auf je 215 m<sup>2</sup> Lagerfläche eine Stütze. Das hohe Mittelschiff und die Längswände des Schuppens bieten Gelegenheit, durch seitlich einfallendes Licht eine gute und

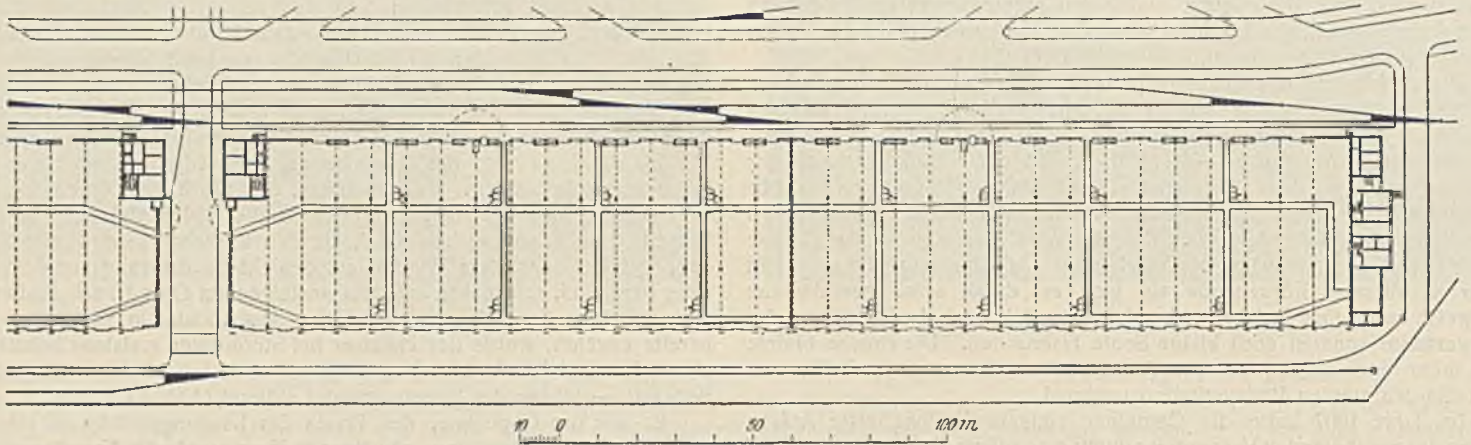


Abb. 2. Grundriß des Kaischuppens 83.

An der Wasserseite sind zwei Eisenbahngleise und eine breite Ladebühne (rd. 10 m) üblich; damit auch Fuhrwerke abgefertigt werden können, sind die Gleise ausgepfästert. An der Schuppenrückseite befinden sich im allgemeinen drei Eisenbahngleise nebst den erforderlichen Weichenverbindungen; da hier nur Eisenbahnverkehr abgefertigt wird, kann die Rampe entsprechend schmaler gehalten werden. An den Stirnseiten der Schuppen sind ebenfalls Ladebühnen angeordnet, an denen Fuhrwerke abgefertigt werden.

Grundsatz war auch bis zum Jahre 1930, daß die Dachkonstruktion in Holz ausgeführt wurde. Soweit bei neueren Bauwerken anders verfahren ist, werden die Gründe dafür noch dargelegt.

Die für einen Schuppenbetrieb erforderlichen Dienst- und Arbeitsräume, Werkstätten sowie Wohlfahrtsräume für die Gefolgschaft werden in besonderen Vorbauten, die in der Regel an den Stirnseiten der Lagerfläche angeordnet werden, untergebracht.

Auf weitere Einzelheiten der baulichen Ausgestaltung der Kaischuppen einzugehen erübrigt sich, da sie sich aus den nachfolgenden Einzelbeschreibungen ergeben.

**Kaischuppen 83.**

Es wurde schon angedeutet, daß die charakteristische Hamburger Schuppenbauweise in Holz im Laufe der Jahre sich zunehmend vervollkommen hat. So weisen namentlich die Nachkriegsausführungen bei aller Wahrung der grundsätzlichen Anordnung größere Unterschiede in der Bauweise, insbesondere be-

gleichmäßige Tagesbeleuchtung der Schuppenfläche zu erzielen. Der Schuppen ist rd. 290 m lang und durch eine massive Brandmauer unterteilt.

<sup>4)</sup> Beispielsweise hat der an sich der Hamburger Bauweise nachgebildete Schuppen 61 am Kamerunkai, der 1923 von einer Speditionsfirma errichtet wurde, Eisenbetonsäulen erhalten, und an Stelle der üblichen Zimmermannskonstruktion ist ein Spezialfachwerkbinder mit Tellerdübeln (Bauweise Christoph & Unmack AG, Niesky, O. L.) zur Ausführung gekommen.

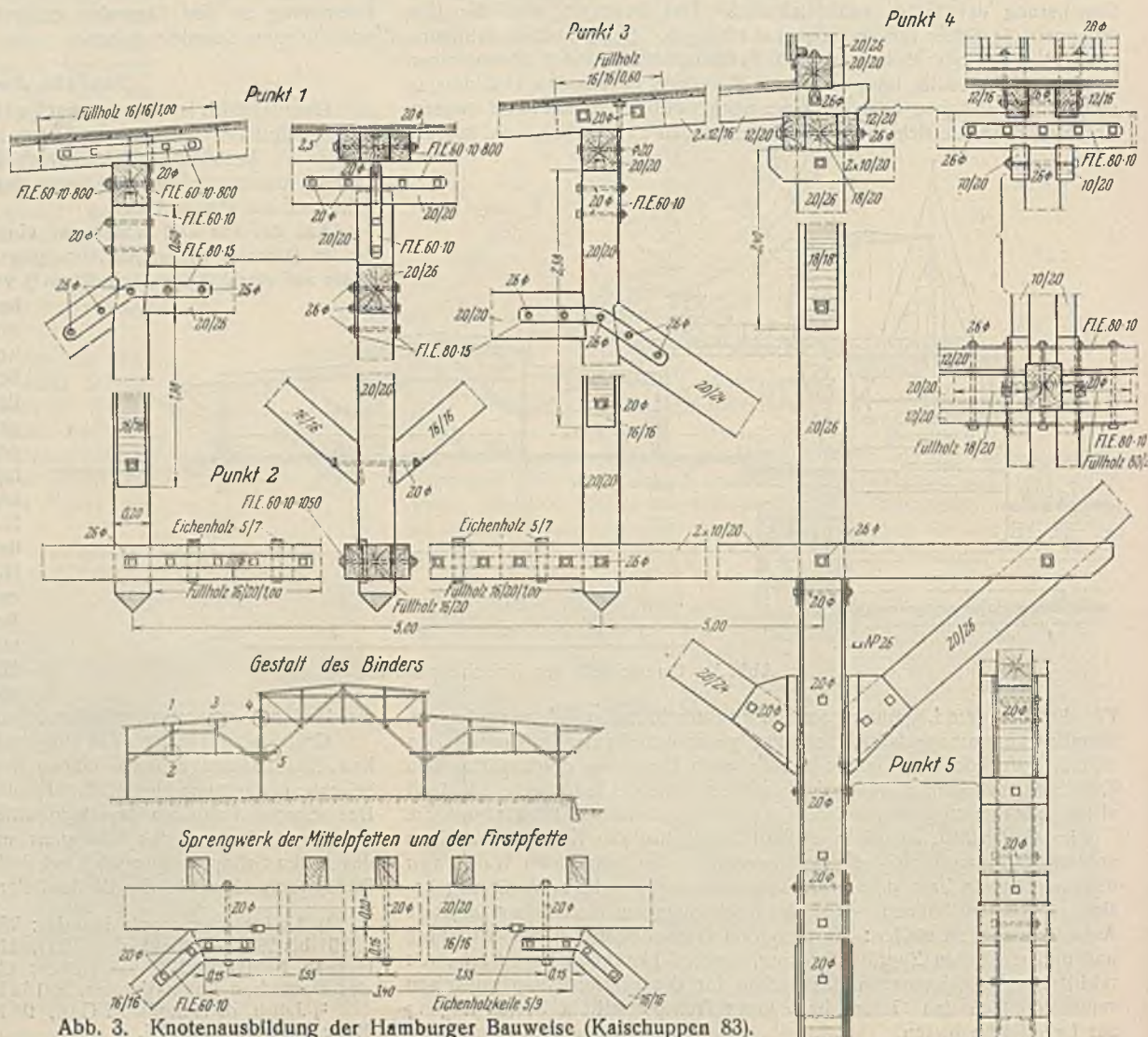


Abb. 3. Knotenausbildung der Hamburger Bauweise (Kaischuppen 83).

<sup>3)</sup> Was die Ausmaße der Schuppen sowie die Ausbildung und Anordnung der dazugehörigen Eisenbahn- und Straßenanlagen anlangt, so waren selbstverständlich die in den verschiedenen Jahrzehnten erstellten Bauten den jeweils größten Verkehrsschiffen angepaßt. Die hier gebrachten Angaben beziehen sich auf die neuesten Anlagen.



Im Gegensatz zu ihren in Eisen hergestellten Unterteilen sind die oberen Teile der Stützen ebenso wie die gesamte Dachkonstruktion in solider Holzbauweise, von deren Bemessung Abb. 3 einen Begriff gibt, ausgeführt. Die eigentliche Dachdeckung besteht aus zwei Lagen Dachpappe auf Holzschalung. Die wasserseitige Wand ist unter dem Kranschienerträger in voller Länge in Wellblechschlebetore aufgelöst. Diese können paarweise hintereinander geschoben werden, so daß ein Öffnen der Schuppenwand an jeder beliebigen Stelle möglich ist. Die landseitige Wand ist massiv ausgeführt. Da hier nur Bahnverkehr abgefertigt wird, genügt je ein Schiebtor in jedem der 32 Binderfelder.

Die Grundrißanordnung der Vorbauten, die an die Stirnseiten gelegt sind, ergibt sich aus Abb. 2. Sie sind wie normale Hochbauten in Backsteinbauweise erstellt und bieten keine Besonderheiten.

Abb. 4 zeigt eine Innenansicht des Schuppens.

#### Fruchtschuppen 24.

Zeitlich gesehen ist nunmehr der Anfang 1930 fertiggestellte Fruchtschuppen 24 am Versmannkai zu behandeln, der als eine der erwähnten Ausnahmen ein Obergeschoß besitzt. Der Grund



Abb. 4. Innenansicht des Kaischuppens 83.

Man beachte die Belichtung durch senkrechte Fenster, die aus Wellblechschlebetoren bestehende wasserseitige Wand und die eisernen Stützenunterteile.

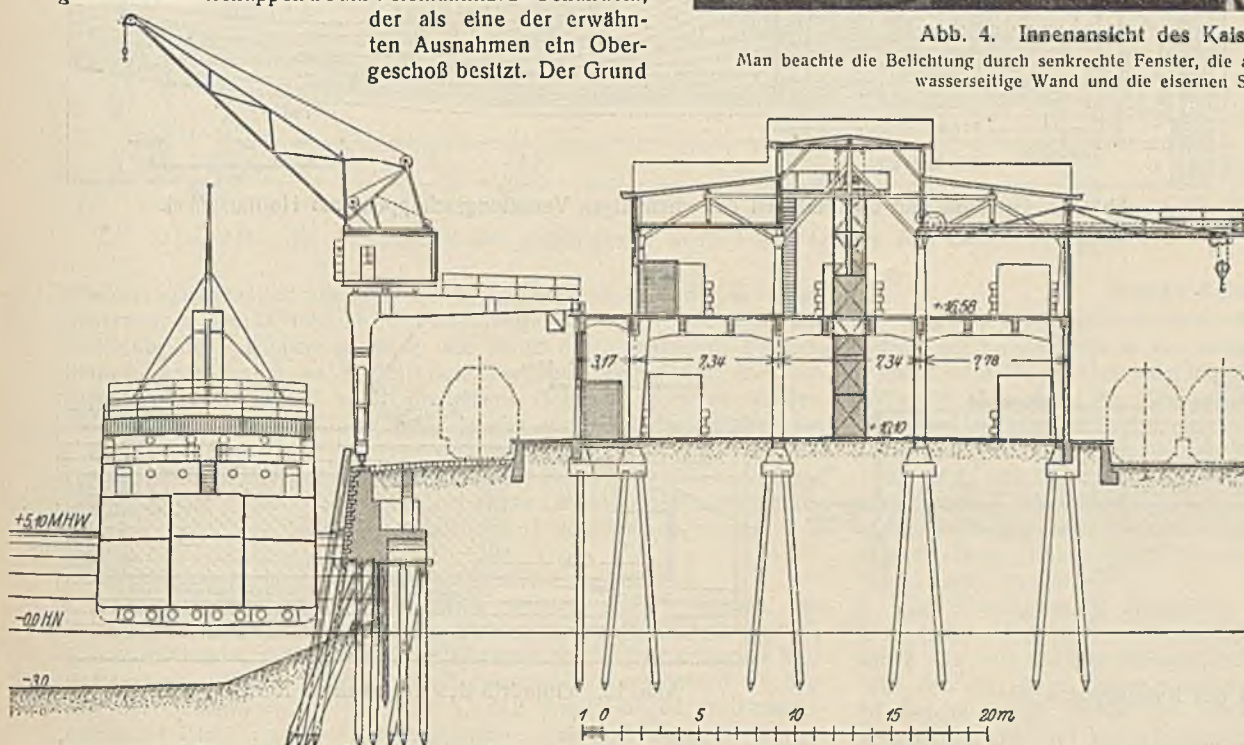


Abb. 5. Querschnitt des Fruchtschuppens 24.

Den besonderen Erfordernissen des Südfruchtverkehrs bezüglich Wärme wird Rechnung getragen durch eine umfangreiche Niederdruckdampfheizung, die im Innern des Schuppens  $+6^\circ$  bei  $-20^\circ$  Außentemperatur gewährleistet. Da zur gleichmäßigen Erwärmung der Räume eine gewisse Umwälzung der Luftschichten notwendig und außerdem ein Absaugen der aus den Früchten sich entwickelnden Gase erwünscht ist, wurde erstmalig bei diesem Schuppen eine Entlüftungsanlage eingebaut. Obwohl diese sehr reichlich bemessen ist, mußte man nach einiger Zeit noch zusätzliche bauliche Maßnahmen treffen. Es war festzustellen, daß ein mit massiven Außenwänden ausgestatteter Schuppen weit schlechter entlüftet als die alten Ausführungen in Holz, und daß die künstliche Entlüftung keinen vollkommenen Ersatz bot.

liegt darin, daß im Fruchtverkehr die Ladung fast ausschließlich durch Bahn oder Fuhrwerk abgenommen wird. Es findet also nur Verkehr in einer Richtung statt, der der Ausnutzung des Obergeschosses nicht die betrieblichen Schwierigkeiten bietet, wie sie sich beim allgemeinen Güterverkehr mit größerer Wasserabfuhr ergeben würden.

An der Stelle des jetzigen Fruchtschuppens stand früher ein dem Stückgutumschlag dienender Schuppen, der in üblicher Holzbauweise ausgeführt war. Als er nun abgerissen werden mußte, konnten seine Dachbinder im Obergeschoß des Neubaus Wiederverwendung finden. Gründung und Erdgeschoß des Schuppens sind in Eisenbetonbauweise erstellt. Der Abstand der das Obergeschoß tragenden Stützen beträgt 7,34 m in der Quer- und 7,40 m in der Längsrichtung des Schuppens. Das Erdgeschoß ist 25,60 m breit. Das Obergeschoß springt zwecks Bildung einer durchlaufenden Plattform zum Absetzen von Gütern um 3,17 m zurück; es ist für eine Belastung von  $1000 \text{ kg/m}^2$  berechnet. Die Stützen bestehen aus Eisenbeton und tragen die hölzernen Dachbinder des alten Schuppens (Abb. 5).

Die Krananlage an der Wasserseite, wo der rege Fuhrwerkverkehr abgefertigt wird, ist die in Hamburg übliche mit Drehkränen, dagegen mußten an der Landseite zur Beförderung der Güter in die Eisenbahn Laufkatzenkrane angeordnet werden. Dem Verkehr zwischen den beiden Geschossen dienen Aufzüge und Sputen (Wendelrutschen).

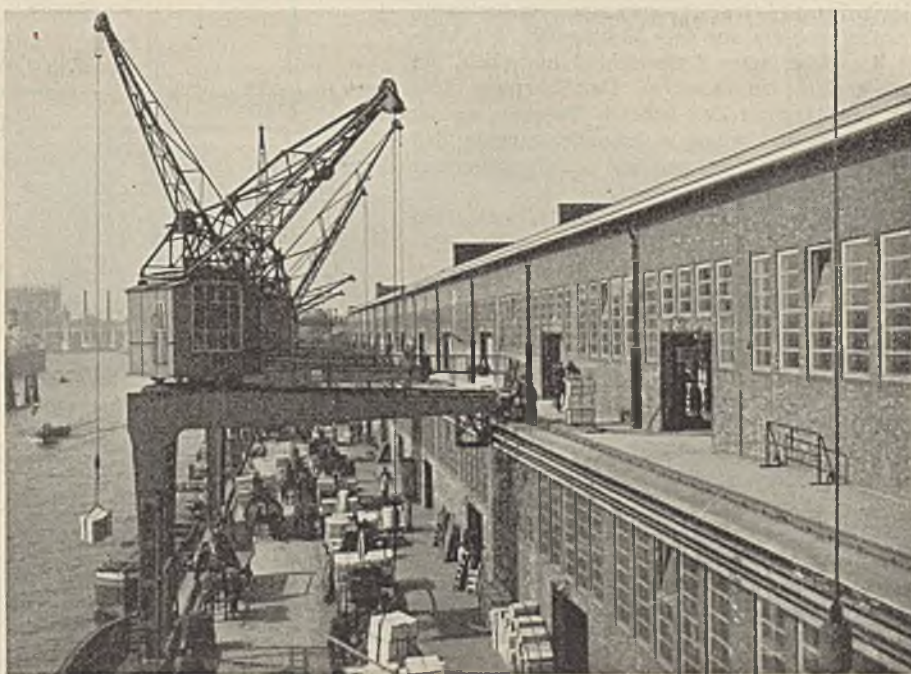


Abb. 6. Ansicht des Fruchtschuppens 24.



Die Folgen mangelnder Entlüftung sind zunächst Niederschläge von Feuchtigkeit an den Schuppenwänden und -decken, die durch die Ausdünstungen der Früchte verursacht werden. Die angefeuchteten Wände geben dann einen guten Untergrund für Pilz- und Schimmelbildung ab. Weitere Folgen sind Zerstörung der Holzstelle, besonders der Dachkonstruktion, und die Ansammlung von Wasser auf den Fußböden. Die Wasseransammlungen waren teilweise so stark, daß die Fruchtkisten von unten zu faulen anfangen. Die Abhilfe bestand im Einbau einer sehr großen Zahl von Fensterklappen und in der Erziehung des Personals zu ihrer sachgemäßen Anwendung. Da jedoch bei niedrigen Außentemperaturen vom Öffnen der Klappen Abstand genommen werden muß, wurden außerdem Rinnen angeordnet, um das sich in diesen Zelträumen bildende Schwitzwasser aufzufangen und abzuleiten.

Abb. 6 zeigt eine Ansicht des Fruchtschuppens.

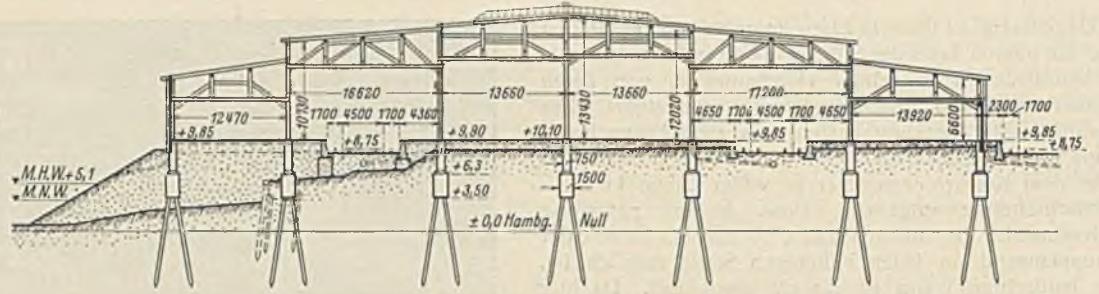


Abb. 7. Querschnitt des ehemaligen Verteilungsschuppens am Holthusenkaai.

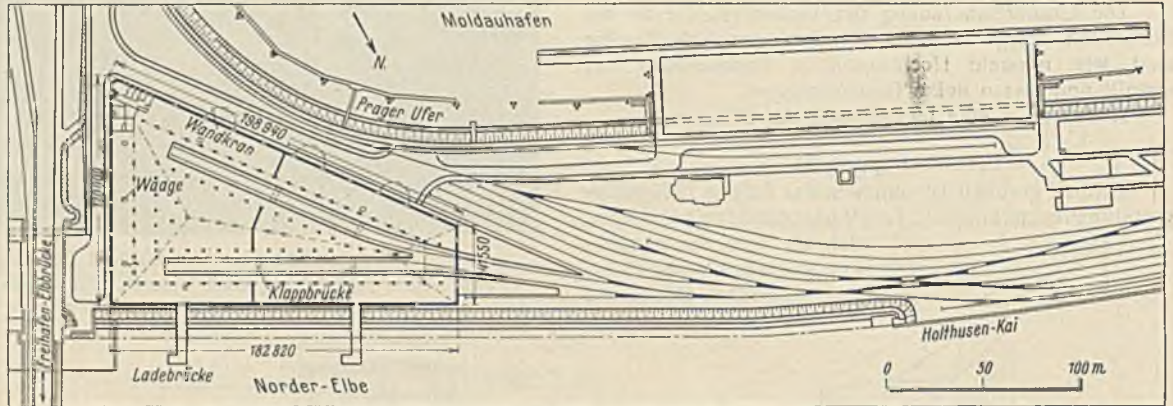


Abb. 8. Grundriß und Gleisanlagen des ehemaligen Verteilungsschuppens am Holthusenkaai.

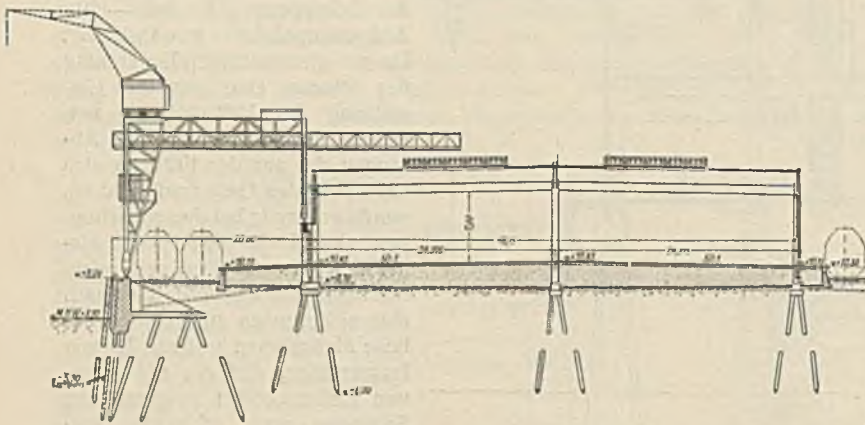


Abb. 9. Querschnitt des Kaischuppens 59.

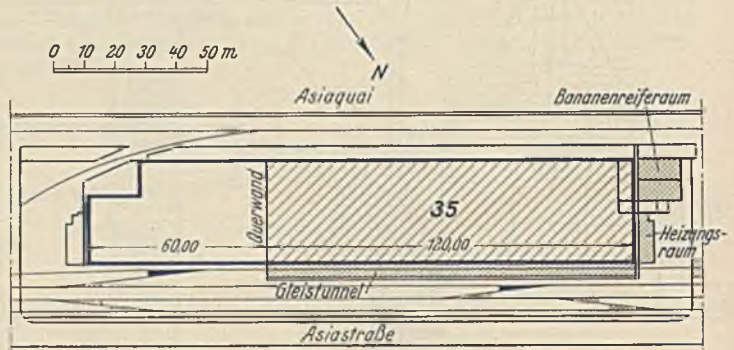


Abb. 12. Grundriß des umgebauten Kaischuppens 35.

**Ehemaliger Verteilungsschuppen am Holthusenkaai.**

Ebenfalls 1930, jedoch gegen Ende des Jahres, wurde ein weiterer Schuppen von 14 500 m<sup>2</sup> Lagerfläche errichtet (Abb. 7 u. 8). Der Schuppen war dazu bestimmt, solche Ausfuhrüter, die aus dem nichtdeutschen Hinterland mit der Bahn unter Zollverschluß eintreffen, auf die Schiffs-liegeplätze zu verteilen. Der Schuppen dient aber schon seit längerer Zeit anderen Zwecken, da der Verteilungsverkehr an Umfang so erheblich zunahm, daß selne Zusammenfassung an anderer noch geelgnereter Stelle des Hafens erforderlich wurde.

Der Schuppen hat in Anpassung an das verfügbare Gelände trapezförmige Grundrißform erhalten. Die Einführung von für insgesamt 90 Wagen Aufstellmöglichkeit bietenden Gleisen in den Schuppen, über denen sich Laufkatzenkrane befinden, ergibt sich aus der ursprünglichen Bestimmung; zwei elektrisch betriebene Klappbrücken ermöglichen den Verkehr über die Gleiseinschnitte. Am Westende sind die zwischen den Gleisträngen außerhalb des Schuppens sich bildenden Zwickel als Eisenbahn-ladebühnen ausgenutzt. 250 m lange Rampen an der Süd- und Ostseite des Schuppens ermöglichen Umschlag auf Landfuhrwerke.

Für die Abfuhr von Gütern auf dem Wasserwege stehen an der Elbseite zwei Löschbrücken zur Verfügung. Verwaltungsräume usw. sind in einem Einbau von 400 m<sup>2</sup> Grundfläche an der Südostecke des Schuppens angeordnet.

Die Dachkonstruktion ist Hamburger Holzbauweise, doch nötigte der trapezförmige Grundriß zu einer etwas verwickelteren Ausbildung, da alle Binder verschiedene

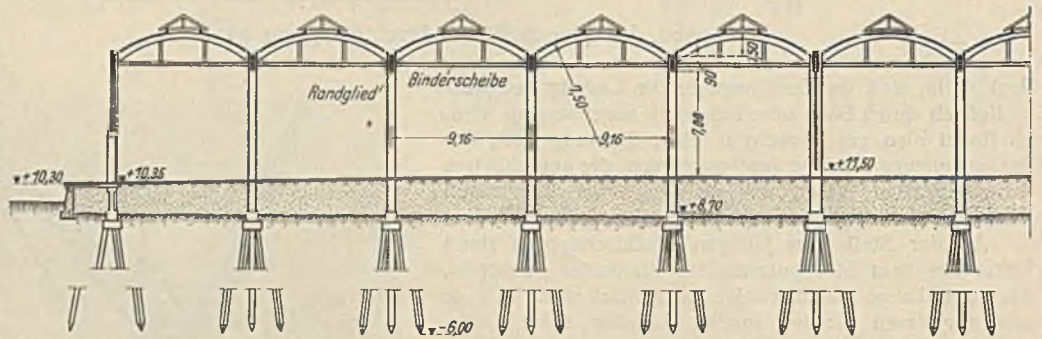


Abb. 10. Längsschnitt des Kaischuppens 59.

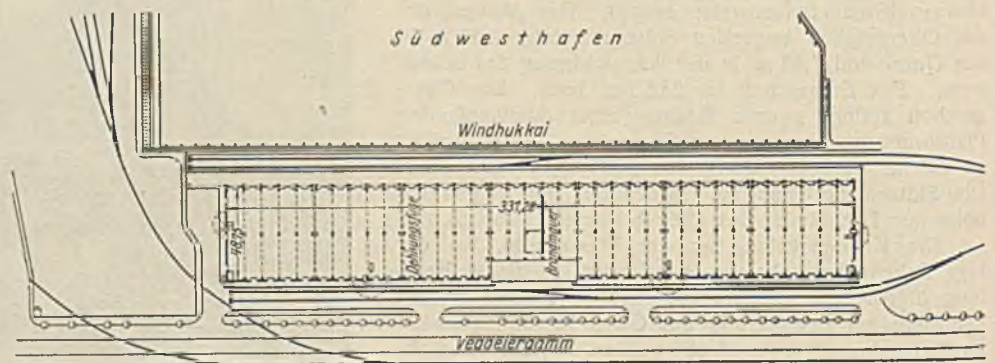


Abb. 11. Grundriß des Kaischuppens 59.



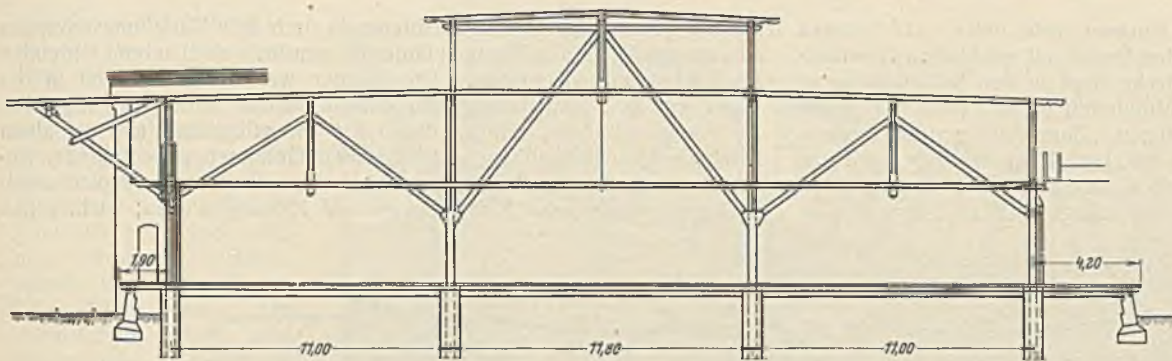


Abb. 13a. Querschnitt des Kaischuppens 35 vor dem Umbau.

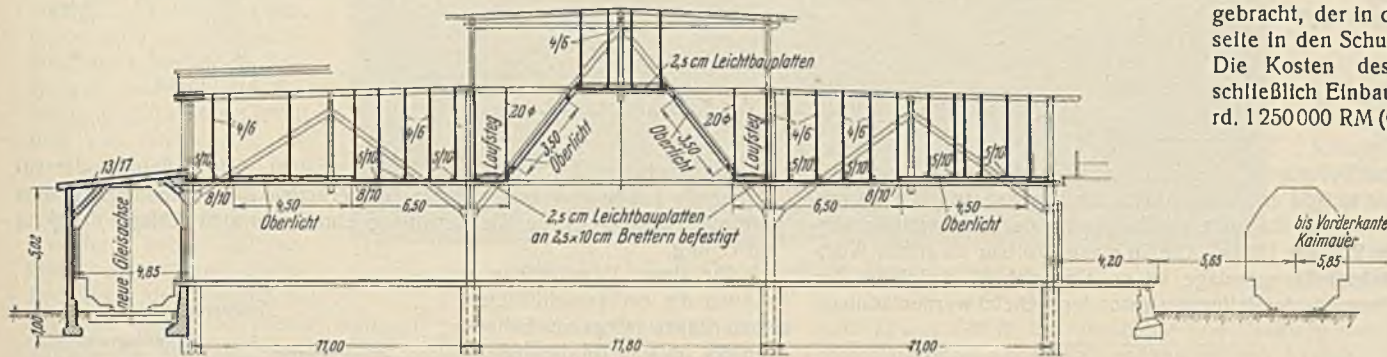


Abb. 13b. Querschnitt des Kaischuppens 35 nach dem Umbau zum Bananenschuppen.

Abmessungen erhalten mußten. Die Sprengwerke haben in den Hauptfeldern über den Gleisen 17,20 m Stützweite bei 8,31 m Abstand. Die Belichtung des Schuppens geschieht wie üblich durch senkrechte Fensterflächen, doch mußte im Ostteil des Schuppens wegen der dort vorhandenen großen Breite von Oberlichtern Gebrauch gemacht werden. Die hölzernen Stiele der Dachbinder werden von stählernen Stützen aus  $\square 28$  aufgenommen. Die letzteren sind auf Holzpfehlen mit Betonsockel gegründet. Dem Feuerschutz wird Rechnung getragen durch Unterteilung des Schuppens durch eine Brandmauer, deren Durchgangsöffnungen durch elektrisch betriebene Stahlplatten-Rolladentore verschlossen werden.

#### Kaischuppen 59.

Das Jahr 1930 brachte noch einen weiteren großen Neubau, den Kaischuppen 59 am Windhukkal des Südwesthafens. Dieses für den allgemeinen Güterumschlag bestimmte Bauwerk wurde in Hamburger Bauweise ausgeschrieben, jedoch waren Sonderangebote zugelassen. Bezüglich der Sonderangebote ergab sich, daß Ausführungen in Holz — technische Gleichwertigkeit vorausgesetzt — nicht billiger als die gut entwickelte Hamburger Bauweise wurden. Übliche Eisenbetonausführungen wurden wegen der verlangten großen Stützweiten zu teuer. Eine Ausnahme machte ein Sondervorschlag der Firma Dyckerhoff & Widmann AG, der die Zeiss-Dywidagsche Schalenbauweise vorsah. Obwohl um 3% teurer als das billigste Normalangebot, bot die Ausführung dennoch folgende Vorteile: Verminderung der Stützen auf die Hälfte, und zwar so, daß nur noch eine Innensäulenreihe in halber Tiefe des Schuppens vorhanden ist, ferner erhöhte Übersichtlichkeit und bessere Belichtungsmöglichkeit. Die erhöhten Gesteigungskosten werden durch die größere Dauerhaftigkeit der Betonbauweise, durch die geringeren Unterhaltungskosten und durch die Ersparnisse an Feuerversicherungskosten ausgeglichen.

Bei der gewählten Sonderkonstruktion (Abb. 9, 10 u. 11) besteht die Überdachung des Schuppens aus 36 quer zur Schuppenlängsachse stehenden Schalengewölben von 9,16 m Spannweite; die Wanddicke beträgt 5,5 cm im Scheitel und nimmt an den Übergängen zu den Binderscheiben und den Randgliedern auf 8 cm zu. Die Gewölbe spannen sich als Träger durchlaufend über zwei Felder von je 24,375 m. Die Konstruktionshöhe beträgt 2,40 m, wovon 1,50 m auf den Gewölbestich und 0,90 m auf den Randträger entfallen.

Die Ausschreibung des Bauwerks und deren Ergebnisse wurden in diesem Falle erwähnt, weil es in der Zielsetzung der Ausführungen liegt, klarzulegen, aus welchen Gründen eine andere Bauweise der bisherigen bewährten vorgezogen wurde. Von einer baulichen Beschreibung des Schuppens 59 kann dagegen Abstand genommen werden, weil hierüber schon eingetragene

Mitteilungen<sup>5)</sup> vorliegen, auf die verwiesen wird.

Es genügt zu erwähnen, daß Hauptanordnung und Abmessungen des Schuppens, der rd. 15 780 m<sup>2</sup> Fläche umfaßt, von denen der neueren Schuppen nur wenig abweichen. Beachtlich ist, daß als Maß der Weiträumigkeit auf je 450 m<sup>2</sup> Fläche eine Stütze entfällt im Vergleich zu 215 m<sup>2</sup> beim Kaischuppen 83. Die sonst an den Stirnseiten angeordneten Verwaltungs- und Wohlfahrtsräume sind in diesem Falle in einem dreigeschossigen Einbau von 400 m<sup>2</sup> Grundfläche untergebracht, der in der Mitte der Landseite in den Schuppen einschneidet. Die Kosten des Schuppens einschließlich Einbau beliefen sich auf rd. 1 250 000 RM (Gleis- und Straßenbauten, maschinelle und elektrische Anlagen ausgenommen); auf 1 m<sup>2</sup> Kaischuppen entfallen rd. 70 RM, auf 1 m<sup>3</sup> umbauten Raum des Einbaues rd. 30 RM.

#### Umbau Kaischuppen 35.

Das Jahr 1934 brachte wiederum den Umbau eines Schuppens, und zwar wurde der Kaischuppen 35 am Asiakai, der bisher dem Stückgutverkehr gedient hatte, für den Umschlag und die Lagerung von Bananen eingerichtet (Abb. 12, 13a u. b u. 14). Die sehr empfindlichen Bananen erfordern für den Umschlag nicht nur einen Raum, in dem bei Frost eine verhältnismäßig hohe Temperatur gehalten werden kann, sondern es ist auch notwendig, daß die Spezialwagen der Eisenbahn, in die verladen wird, innerhalb des beheizten Raumes stehen können; schließlich muß ein besonderer Raum zur Verfügung stehen, in dem Teilladungen, die aus irgendwelchen Gründen nicht unmittelbar dem Markt zugeführt werden, lagern und reifen können.

Der Kaischuppen 35 erwies sich nun als besonders geeignet für einen Umbau bzw. Einbau der erforderlichen Sondereinrichtungen. Er wurde durch eine mit drei Durchgangsöffnungen versehene Querwand so unterteilt, daß ein 120 m langer Raum dem Bananenverkehr zugeteilt wurde. In gleicher Länge wurde das unmittelbar am Schuppen belegene landseitige Gleis überbaut und so in den Schuppen einbezogen. Die beiden Enden dieses Gleistunnels können durch stählerne Rolltore geschlossen werden.

Die Bananenreiferäume wurden in dem am Westende des Schuppens gelegenen früheren Kesselhaus hergerichtet. Der 60 m lange Ostteil des Schuppens ist zwecks bester wirtschaftlicher Ausnutzung dem allgemeinen Südfruchtverkehr vorbehalten.

<sup>5)</sup> Bautechn. 1932, Heft 15.



Abb. 14.

Innenansicht des Bananenschuppens (Kaischuppen 35).



Damit die Heizwärme, die bei Bananen nicht unter  $+11^{\circ}$  sinken soll, gehalten werden kann, mußte eine Decke mit reichlichen Oberlichtfestern eingebracht werden. Diese Decke liegt in den Seitenschiffen in Höhe der unteren Binderzangen, im Mittelschiff in der Flucht der beiden Streben bzw. in Höhe der oberen Zangen. Zum Anbringen der Deckenverkleidung sind Kanthölzer in etwa 0,90 bis 1,15 m Abständen mit den Binderzangen verbunden worden. Die Kanthölzer sind außerdem durch Latten 4/6 cm an den Dachsparren aufgehängt. Unter ihnen sind in

neuerdings auch inländische Spediteure in nach dem Verteilungsschuppen adressierten Sammelbahnwagen Güter für sämtliche ab Hamburg fahrenden Reedereien zusammenladen. Diese Güter werden sortiert und in der Regel mittels Hafenzugfahrzeug den entsprechenden Seeschiffen zugeführt. Es leuchtet ein, daß in dieser Art der pfleglichen und vor allem beschleunigten Behandlung auch kleinerer Gütermengen ein großer Anreiz liegt, und so ist in den letzten Jahren die Zahl der täglich regelmäßig abzufertigenden Sammelwagen auf 120 angestiegen; nicht selten

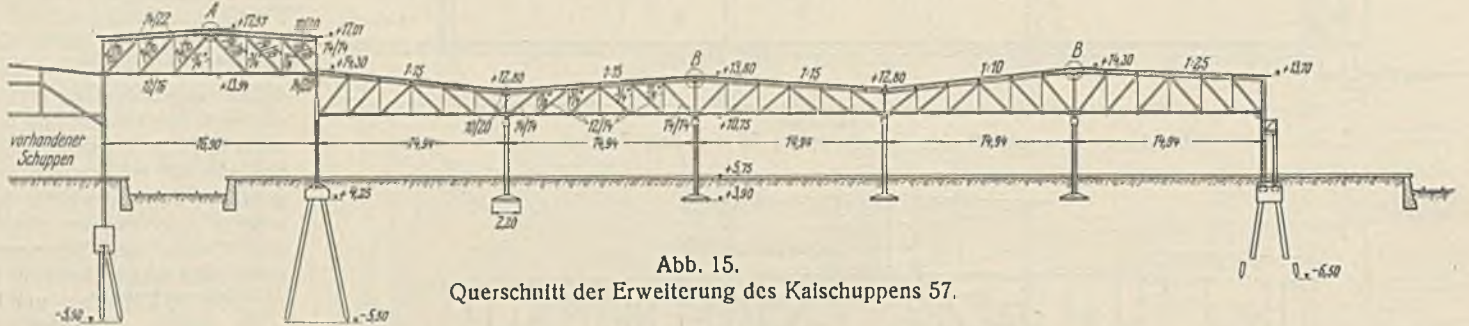


Abb. 15. Querschnitt der Erweiterung des Kaischuppens 57.

der Querrichtung zur Befestigung der Leichtbauplatten 2,50 cm dicke und 10 cm breite Bretter in 0,66 m weiten Abständen angenagelt. Die wärmedichtenden Losslus-Platten, die auch zur Isolierung der Außenwände verwendet sind, haben 2,50 cm Dicke. Die in einem Vorbau an einem Westende gelegene Zentralheizungsanlage ist so eingerichtet, daß jeder der beiden Schuppentelle sowie der Reiferraum gesondert beheizt werden können.

werden auch erheblich größere Zahlen erreicht. Da außerdem der zunehmende Lastkraftverkehr weitere Steigerungen des Verteilungsverkehrs mit sich bringt, wurde die Schaffung einer zentralen Anlage dringend notwendig.

Zu ihrer Verwirklichung wurden die am seeschiffhafen Kamerunkai gelegenen Schuppen 55, 56 und 57 durch Verbindung ihrer Rampen zu einem Schuppen zusammengezogen. Da auch dies nicht ausreichte, wird gegenwärtig der Schuppen 57 durch einen Erweiterungsbau so vergrößert, daß er die ganze Landspitze am Afrikahöft überdeckt und auf diese Weise am verlängerten Togokai des Südwesthafens eine zweite Wasserfront<sup>9)</sup> von rd. 340 m Länge erhält, die zur Hauptsache allerdings nur flußschiffthief ist. An dieser Strecke ist, von der üblichen Kranausrüstung abgesehen, ein Eisenbahngleis zur Aufstellung zu entladender Sammelwagen eingebaut, hinter dem sich eine 11,85 m breite Rampe zum Absetzen der Güter erstreckt. An der Südseite des Neubaus sind erstmalig, und zwar in Verbindung mit einem geräumigen Aufstell- und Wendepplatz besondere Rampen für die Entladung von Kraftwagen des Gütertransportes angeordnet worden. Der Grundriß zeigt zwei kleinere Rampen von 5 m Breite und 20 m Länge, die zungenartig in den Platz hineinragen, und als ostwärtige Begrenzung eine 70 m lange Rampe. Die letztere hat eine solche Breite (10 m) erhalten, daß sie neben dem Kraftwagenverkehr nach Westen in der Mitte dem Fußgängerverkehr nach den Schuppenvorbauten und an ihrer Ostseite der Eisenbahnabfertigung dienen kann. Wie bei früheren Verteilungsschuppen sind auch jetzt wieder zwei Gleisstränge, deren Bestreichung mit Laufkatzenkränen vorgesehen ist, auf 125 m Länge in den Schuppen hineingeführt.

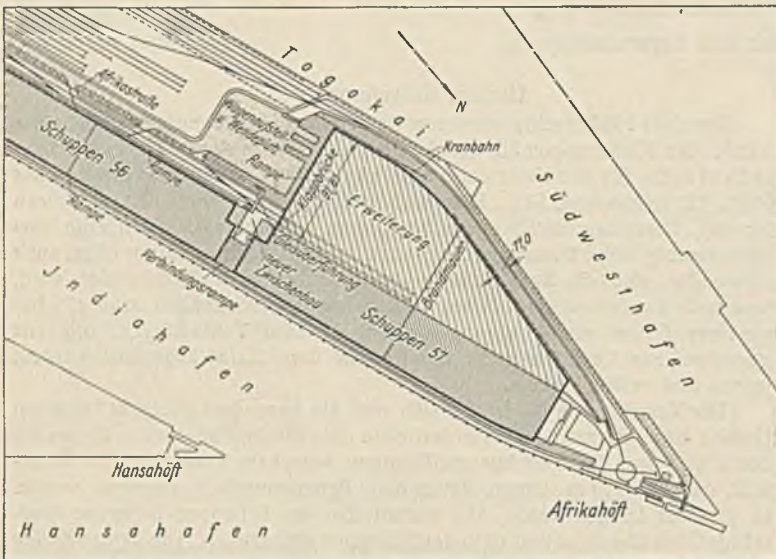


Abb. 16. Grundriß der Erweiterung des Kaischuppens 57.

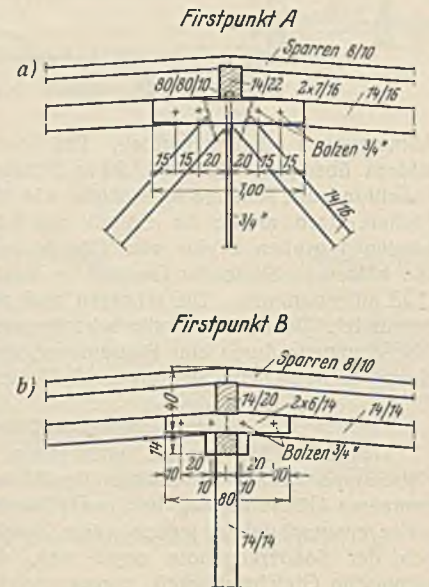


Abb. 15a u. b. Ausbildung der Firstpunkte.

**Erweiterung des Kaischuppens 57 zum Verteilungsschuppen.**

Der letzte, zur Zeit noch im vollem Gang befindliche Schuppenbau gilt wiederum dem Verteilungsverkehr. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, können bei diesem „Exportsammelverkehr“ ausländische und

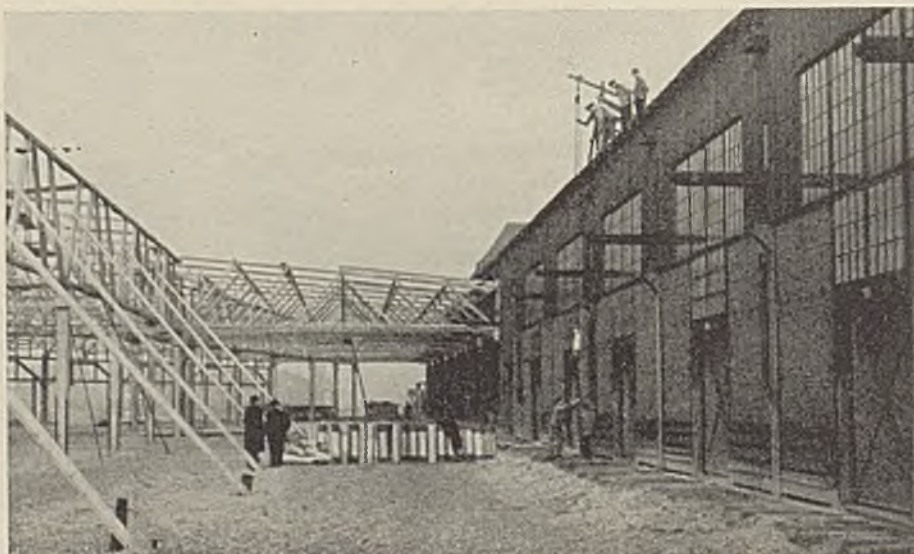


Abb. 17. Anschluß des Neubaus an den vorhandenen Schuppen 57.

Die Dachkonstruktion und sonstige konstruktive Ausbildung des Neubaus (Abb. 15, 16, 17 u. 18) mußte sich naturgemäß der in der üblichen Form ausgeführten Holzbauweise des Schuppens 57 anpassen; u. a. konnte unter Vornahme gewisser Verstärkungen die westliche Wand des alten Schuppens in gleicher Eigenschaft beim Neubau wieder Verwendung finden. Immerhin sind gegenüber der herkömmlichen Ausführung einige wesentliche Abweichungen zu verzeichnen. So sind nur die 55 Stützen in den Außenwänden und unter dem erhöhten Mittelbau, die außer der Dachlast noch Kranlasten aufzunehmen haben, in Stahl ausgeführt und auf Eisenbetonpfählen

<sup>9)</sup> Über die in diesem Frühjahr beendeten Kaimauern vgl. WRH, Heft 6 u. 7.



gegründet. Für die 92 Inneren Stützen ist mit Rücksicht darauf, daß ein langjährig abgelagerter Baugrund zur Verfügung stand, flache Gründung gewählt; die Ausführung geschah in Eisenbeton. Die Größe der Grundplatte richtet sich nach den Lasten, im Durchschnitt sind die Platten  $2,2 \times 2,2$  m groß. Die eigentlichen Säulen sind quadratisch mit 30 cm Seitenlänge, der Kopf ist rechteckig ausgebildet und mißt  $42 \times 52$  cm. Die Dachbinder sind unter Verwendung von Eisen für die Zugstangen und für die Bewehrung (Alligator-Dübel) sehr viel leichter als die Hamburger Bauweise gehalten. Wie der Querschnitt zeigt, besteht der Neubau aus einem hohen Teil, gebildet aus einem Binder und einem niedrigeren Teil, der sich über fünf Binder erstreckt. Der westliche Abschluß dieses Teiles liegt in einer Kurve. Die Anpassung an die Kurve wird er-

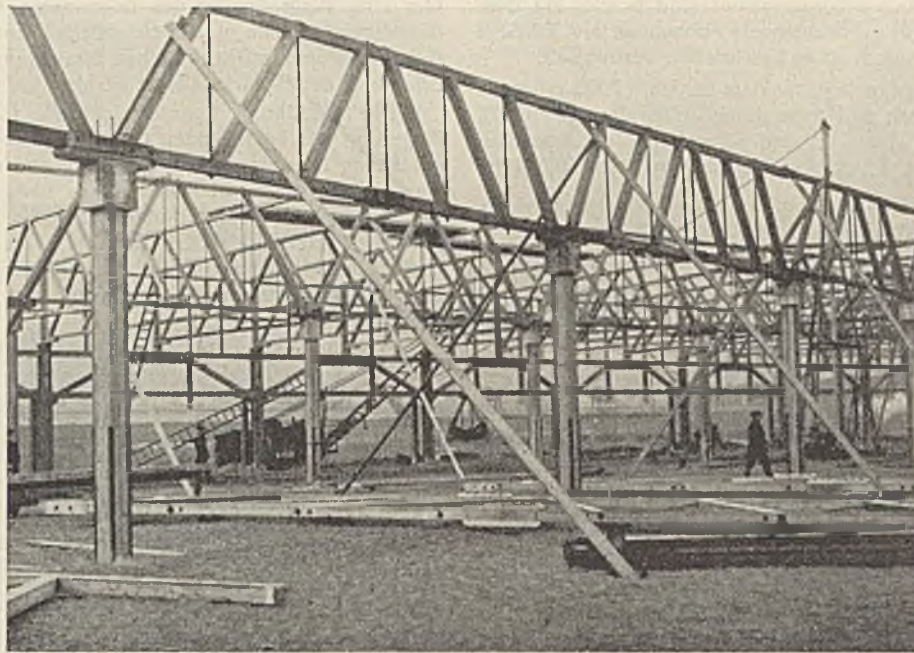


Abb. 18. Die Dachkonstruktion des Erweiterungsbaues.

reicht durch Verkürzung der Mittelbinder, während die beiderseitigen Endbinder normal durchlaufen. Mit Rücksicht auf die große Breite, die alter und neuer Schuppenteil zusammen aufweisen, mußten eine größere Anzahl Oberlichter eingebaut werden. In der Verlängerung der vorhandenen Brandmauer hat auch der neue Teil eine solche mit drei Öffnungen erhalten.

Der gesamte Erweiterungsbau ist rd. 265 m lang, 91,85 m breit und umfaßt für sich allein 16 300 m<sup>2</sup> überdachte Fläche und zusammen mit dem früheren Schuppen 57 32 000 m<sup>2</sup>.

Den Neubau mit eingerechnet stehen künftig dem Verteilungsverkehr rd. 57 000 m<sup>2</sup> überdachte Lagerfläche, 2000 m Laderampe für Eisenbahn-

abfertigung, 500 m für Eisenbahn- und Kraftwagenabfertigung und 250 m nur für Kraftwagen (Güterferntransport) zur Verfügung.

Alle Rechte vorbehalten.

## Neuer Getreidesilo im Hamburger Hafen.

Von Baurat Dipl.-Ing. Paul Brands, Hamburg.

Deutschland gebraucht für die Getreideversorgung seiner Bevölkerung bekanntlich neben dem im eigenen Lande gewachsenen Getreide eine je nach Ausfall seiner Ernte mehr oder weniger große zusätzliche Getreidemenge, die als Importware auf dem Seewege eingeführt wird. An der Spitze der deutschen Getreideeinfuhrhäfen steht der Hamburger Hafen, der gleichzeitig Umschlagshafen und Stapelplatz für den Durchgangsverkehr nach den nordsischen Ländern ist.

Das Getreide kommt fast ausschließlich als loses Massengut, sei es in ganzen Schiffsloadungen, sei es als Tzelladungen neben dem Stückgut, mit den überseeischen Dampfern und erfordert wie alle Massengüter besondere Umschlagsgerate, aber auch besondere Lagergelegenheiten; beides ist in Hamburg völlig der privaten Unternehmung überlassen.

Als Umschlagsgerate werden in Hamburg in der Hauptsache schwimmende Getreideheber verwendet, von denen allein die Getreideheber-Gesellschaft m. b. H. 23 besitzt, davon 18 mit einer Stundenleistung von 300 t. Diese Getreideheber werden längsseits der zu löschenden Getreidedampfer gelegt, und eine Anzahl Saugrohre dieser Getreideheber werden in das lose geschüttete Getreide getaucht, das dann von einem kräftigen durch Unterdruck erzeugten Luftstrom mitgerissen und in die Höhe befördert wird, um dann auf den Getreidehebern gewogen und in die Hafen- und Flußfahrzeuge weiter befördert zu werden, soweit es in Deutschland verbleibt, oder in die kleineren Seedampfer befördert zu werden, soweit es im Durchgangsverkehr unmittelbar nach den nordsischen Ländern weitergehen soll. Getreide ist nun aber ein Saisonartikel, der in großen Mengen angefahren wird zu einer Jahreszeit, die von den Erntezeiten in den überseeischen Ländern abhängt, und dann im Einfuhrhafen gelagert werden muß, soweit das Getreide von den Mühlen nicht unmittelbar aufgenommen werden kann. Diese Lagerung geschieht für kurze Zeit wohl in Oberländerkähnen, eine Behelfslagerung, bei der das Gut großen

Gefahren ausgesetzt ist; denn Getreide wird leicht warm und mufflig und ist außerdem dem Fraß durch den Getreidekäfer ausgesetzt, der ungeheuren Schaden anrichten kann. Eine bessere Lagerung ist schon die neuerdings angewendete Flachlagerung in den großen luftigen Hamburger Kalschuppen, wo das Getreide bis 1,80 m hoch geschüttet wird und leicht beobachtet, gelüftet und auch durchgast werden kann. Aber diese Art der Lagerung ist wirtschaftlich nur erträglich, soweit die Kalschuppen für den allgemeinen Umschlagverkehr nicht gebraucht werden und andernfalls unbenutzt sein würden; zudem verteuert der Umschlag

aus den Wasserfahrzeugen in diese Kalschuppen mittels der normalen Kalkrane und das mehr oder weniger häufige Umschauen das Getreide unnötig bei diesen behelfsmäßigen Lagerungen. Die längere Einspeicherung von Getreide sollte daher grundsätzlich nur in Sonderspeichern geschehen, und hiermit befaßt sich im Hamburger Hafen die Hamburger Getreide-Lagerhaus AG, deren Lagerhäuser am kurzen Ostufer des Kuhwärderhafens eine äußerst günstige, zentrale Lage im Hamburger Hafen haben.

Der Kuhwärderhafen ist für die größte Wassertiefe der Hamburger Hafenbecken hergerichtet. Am Kai der Hamburger Getreide-Lagerhaus AG haben neben



Abb. 1. Gesamtbild der Anlage von der Wasserseite.

den Hafenschiffen die großen Getreidedampfer ihren Liegeplatz, so daß das Getreide unmittelbar in die Getreidelagerhäuser gelöscht werden kann; an der Rückseite bieten die langgestreckten Gleisanlagen eine günstige Verbindung mit dem nahe gelegenen Hauptverschiebebahnhof des Hamburger Hafens „Hamburg-Süd“, und die Lage am Reiterdamm als einer der Hauptdurchgangstraßen des Freihafens ermöglicht dem Straßenfuhrwerk aller Art bis zu den schwersten Lastzügen die Anfahrt zu den besonders breiten Zufahrtstraßen der Speicheranlage, um bequem an sämtliche Silos heranzufahren zu können, und um dort unmittelbar beladen zu werden. Abb. 1 zeigt ein Gesamtbild der Anlage von der Wasserseite, Abb. 2 die Lage der Gebäude zueinander. Die auf dem



Lageplan mit A bis D bezeichneten Kornspeicher sind bereits vor dem Kriege entstanden, während der mit E bezeichnete Siloneubau erst kürzlich fertiggestellt ist und hier bautechnisch näher beschrieben werden soll.

Die alte Anlage bestand ursprünglich aus dem im Jahre 1906 erbauten Speicher A und wurde dann nach und nach durch Anbau der Speicher B, C und D vergrößert. Speicher A und B sind Silospeicher mit massiven Außenmauern und hölzernen in Blockbauweise hergestellten Silozellen.

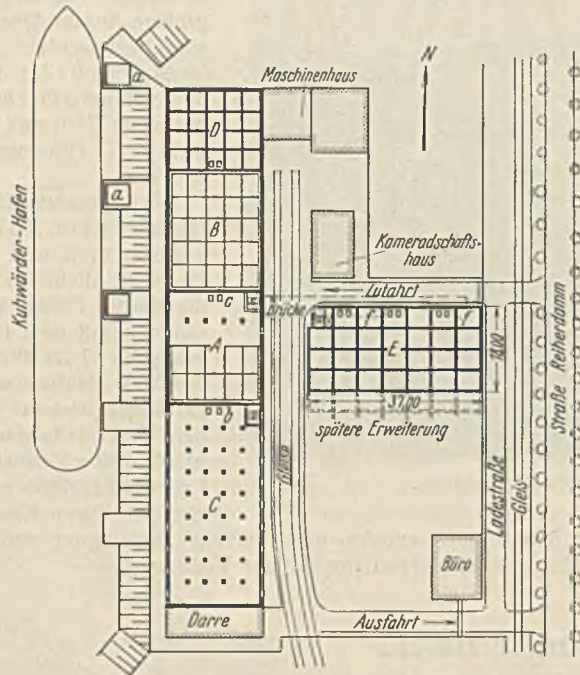


Abb. 2. Lageplan.

Die weiteren Anbauten wurden in Eisenbeton errichtet, und zwar 1912 der Teil C als Bodenspeicher und 1914 der Silospeicher D. Die Einspeicherung des Getreides geschieht bei diesen Speichern unmittelbar aus dem Schiff mittels zweier mit Unterdruck arbeitender, stationärer Heber a mit einer Stundenleistung von je 125 t, die das Getreide über Kellerförderbänder, Hauptbecherwerke b, c und d sowie obere Verteilungsbänder in die Lagerzellen befördern. Das Ausspeichern geschieht durch drei Verladetürme mit ebenfalls je 125 t Stundenleistung unmittelbar in

hier eine Vergrößerung des Lagerraums durch den Erweiterungsbau E, der durch örtliche und betriebliche Umstände zu einem eigenartigen Bauwerk wurde, mit technischen Einrichtungen, die auf einer langjährigen Erfahrung der Betriebsleitung beruhen.

Die Erweiterung konnte nicht wie früher durch eine einfache Verlängerung der bestehenden Gebäude erzielt werden, sondern die Platzgestaltung führte zu einem landseitig an der Straße gelegenen besonderen Neubau, der durch die vorhandenen Ladegleise von den alten Speichern getrennt ist. Die Verbindung zwischen alten und neuen Speichern konnte entweder unterhalb der Gleisanlage in einem Tunnel oder oberhalb über eine Brücke stattfinden. Betriebstechnische Erwägungen und auch die Grundwasserverhältnisse ergaben die zweite Lösung, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist.

Der Siloneubau ist also ein freistehender Block von 18/37 m Grundfläche und einem Fassungsvermögen von 10 000 t und mit einer Erweiterungsmöglichkeit nach Süden um weitere 30 000 t Fassungsvermögen. An seinem obersten Stockwerk, also in großer Höhe, ist dieser Neubau durch eine Brücke über die Gleise hinweg mit dem alten Speicher verbunden. Der Grundriß des neuen Silospeichers besteht aus vier Reihen zu je sieben Silozellen. An einer Ecke ist der Platz für ein Treppenhaus und einen Aufzug für Personen und Lasten ausgespart, so daß im ganzen 27 Zellen mit 4,5/5,3 m rechteckigem Grundriß entstehen. Zusammen haben sie bei rd. 25 m Höhe das vorgenannte Fassungsvermögen. Die rechteckige Form der Zellen wurde von der Betriebsleitung gefordert und hat vor den statisch günstigeren kreisförmigen Zellen den Vorteil, daß keine Zwickelzellen entstehen, die für den Betrieb unbrauchbar sind.

Unterhalb der Zellen liegt in Rampenhöhe der Absackraum mit Laderampen für Eisenbahnwagen und Straßenfahrzeuge. Die Höhe dieses Raumes beträgt 4,40 m (gemessen bis zur Unterkante des Silotrichters), um gute Sichtverhältnisse zu schaffen. Unter diesem Raume befinden sich drei Kanäle für die unteren Förderer und drei Becherwerksgruben, die in wasserdichter Ausführung bis ins Grundwasser hinabreichen. Abb. 3 u. 4 zeigen die Anordnung dieser Kanäle und Gruben und ihre Verbindung mit den einzelnen Silozellen, Abb. 5 ist ein Schaubild des Raumes.

Der gesamte Neubau wurde in Eisenbeton ausgeführt. Die Zellwände von oben 12 cm bis unten 20 cm Dicke wurden unter Verwendung der „Stahlschalung Luchterhand“ bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 1 m Höhe ringsherum gleichmäßig hochgeführt. Der Querschnitt der Eisenbetonmittelsäulen im Erdgeschoß beträgt 1,20/1,20 m. Ihre Gründung besteht aus 14 Eisenbetonrammpfählen von 12 bis 14 m Länge; im ganzen sind es 500 einzelne Pfähle, die diesen Neubau tragen. Die größte Belastung der Pfähle von 34/34 cm Querschnitt ist im ungünstigsten Falle zu 41,5 t je Pfahl errechnet worden.

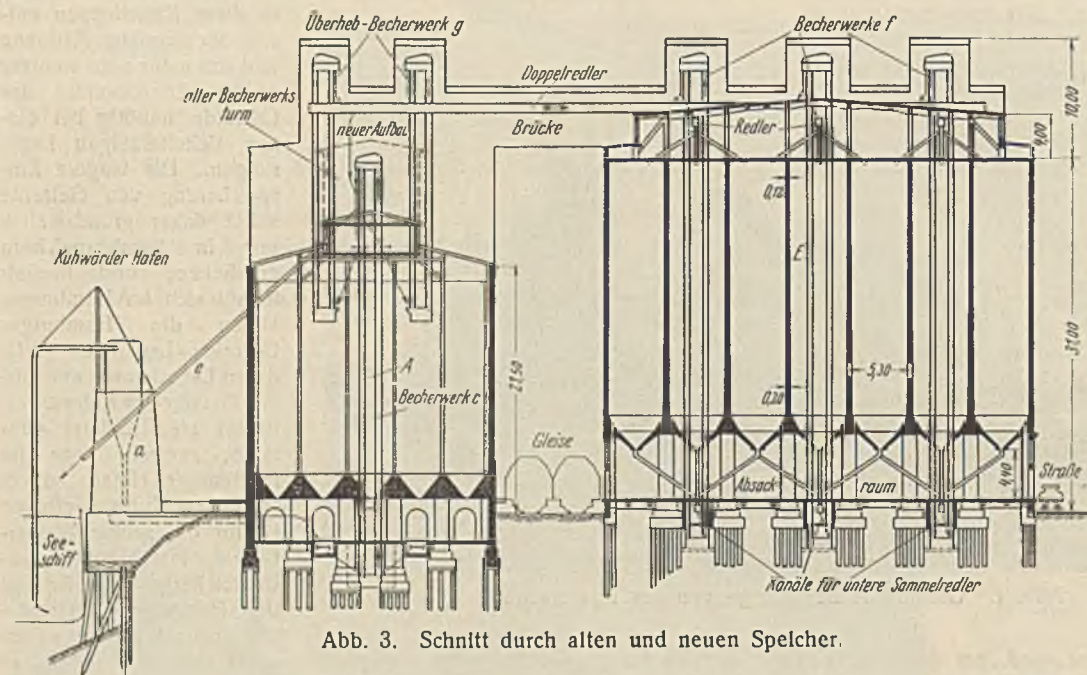


Abb. 3. Schnitt durch alten und neuen Speicher.

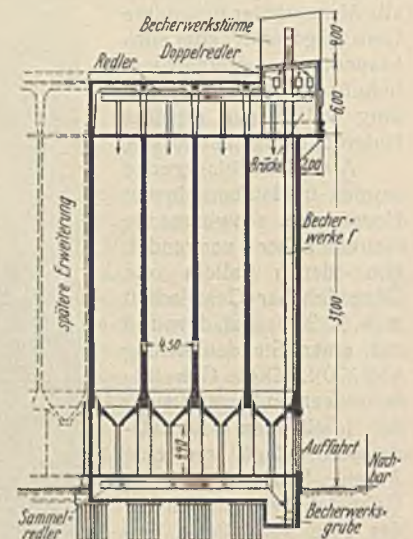


Abb. 4. Querschnitt durch den neuen Silospeicher E.

die Dampfer, soweit es Durchgangsware ist, in die sonstigen Wasserfahrzeuge oder endlich durch Absacken. Die Sackware kann dann wieder an der Wasserseite mittels dreier Verladekrane für die Schiffe abgesetzt oder an der Landseite unmittelbar in die Eisenbahnwagen oder Straßenfahrzeuge verladen werden. Das Gesamtfassungsvermögen dieser bisherigen Anlage beträgt 25 000 t.

Wirtschaftspolitische Beweggründe ließen in letzter Zeit an vielen Orten kleinere und größere Silospeicher entstehen und veranlaßten auch

Das Dachgeschoß oberhalb der Zellen tritt an den derzeitigen Schmalseiten des Gebäudes, die übrigens bei der vorgesehenen Erweiterung zu Längsseiten werden, plattformartig zurück. So wird eine bequeme Austrittsmöglichkeit von den beiden Feuerleitern gebildet, und im Brandfalle eine erleichterte Angriffsmöglichkeit für die Feuerwehr, da von dem so geschaffenen Umgange die Fenster des Obergeschosses leicht zu erreichen sind. Die Dachkonstruktion besteht aus Eisenbeton mit einer Schale aus fertig verlegten Bimsbeton-Stegplatten.



An der Nordseite des Dachgeschosses ist das Förderbauwerk angeschlossen, das in die Verbindungsbrücke zum alten Speicher übergeht. Dieses Förderbauwerk ragt balkonartig 2 m über die nördliche Silofront hinaus. Dadurch kann die Brücke geradenwegs an die Stelle führen, wo im alten Speicher das Hauptbecherwerk *c* liegt. Dieses Überkragen des Dachgeschosses gibt dem ganzen Bauwerk an seiner der Wohnstadt zugewandten nördlichen Seite das charakteristische Gepräge, wie auch aus Abb. 6 erkennbar ist.

Dieser eigenartige Anschluß an das Becherwerk *c* des alten Speichers ist gegeben, weil die alten Förderanlagen so reichlich bemessen sind, daß sie zur Beschickung des neuen Speichers mit herangezogen werden können.



Abb. 5. Raum unter den Silos.

Es war für diese Lösung allerdings erforderlich, in dem alten Gebäude den Turmaufbau, in dem das Becherwerk *c* endigt, zu umbauen und wesentlich aufzuheben, um die Höhe der Verbindungsbrücke zum neuen Silo zu erreichen. Dieser Ein- und Aufbau war der schwierigste Teil der Bauausführung, denn er mußte durchgeführt werden, ohne den Betrieb im alten Speicher zu unterbrechen. Dieser Aufbau sowie die Brücke

besondere Windportale und schwere Verankerungen in den Längswänden der alten Speicher. Es ist eine Windbelastung von 150 kg/m<sup>2</sup> angenommen worden.

Der Weg des Getreides durch diese Förderanlagen ist aus den in Abb. 3 u. 4 angebrachten Pfeilen ersichtlich. Abb. 7 zeigt das Innere des Dachgeschosses mit den Verteilungsleitungen.

Alle Zellen sind mit einer zentral meldenden Fern-Thermometer-Anlage versehen, bei der in jeder Silozelle in verschiedenen Höhen je drei Meßapparate an Drahtseilen aufgehängt sind. Wegen der bei leerlaufender Zelle auftretenden Sogwirkung ist diese Aufhängung besonders sorgfältig ausgeführt worden.

Eine Ausstattung der Zellen für eine Begasung des Getreides ist nicht erforderlich, da die Zellen der alten Speicher für die Gesamtanlage bereits genügende Einrichtungen aufweisen. Die Belüftung der Zellen ist nach einem im eigenen Betriebe der Firma entwickelten und bewährten System ausgeführt.

In den alten Speichern wurde das Getreide noch auf offenen Förderbändern befördert, bei denen bekanntlich trotz Absaugvorrichtung die so gefährliche Staubentwicklung unvermeidlich ist. Demgegenüber wird in dem neuen Silospeicher das Getreide grundsätzlich nur im „geschlossenen“ System fortbewegt. Die waagerechte Förderung geschieht hier mittels der „Redler“ der Fa. Gebrüder Bühler G. m. b. H., Dresden. Diese Redler sind Blechkanäle, in denen das Getreide durch die schaufelartigen Glieder eines Kettensystems mit 125 t Stundenleistung befördert wird. Derartige Redler sind teils in einfacher, teils in doppelter Ausführung vorhanden; letztere erlaubt eine gleichzeitige Beförderung in beiden Richtungen. Die Vorteile der Redler sind neben der unbedingten Staubbefreiheit eine gute Übersichtlichkeit der Räume, denn die Redler sind an der Deckenkonstruktion aufgehängt und lassen den Fußboden völlig frei, wie auch Abb. 7 zeigt, während Förderbänder üblicher Bauart den Fußboden stark versperren.

Für die senkrechte Förderung im Neubau sind die drei frei in den nördlichen Zellen liegenden Becherwerke *f* vorgesehen, während für die Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen altem und neuem Speicher in dem Turmaufbau des alten Speichers zwei Überheb-Becherwerke *g* eingebaut sind. Diese Becherwerke zeichnen sich in der äußeren Form der Gesamtanlage durch die bis 41 m über Straßenhöhe reichenden Aufbauten ab. In diesen Aufbauten liegen die unmittelbaren Antriebe der Becherwerke.

Diese fünf Turmaufbauten geben mit ihrer beachtenswerten, das umgebende Hafengebiet weit überragenden Höhe dem Bauwerk einen weithin sichtbaren und charakteristischen Umriss. Die äußere Erscheinung des Bauwerks wird weiter bestimmt durch Material und Farbgebung: Ziegelsockel, darüber große, unverputzte Betonflächen, versehen mit einem wasserdichten Schutzanstrich, einer Silikatfarbe. Oben hoch die silbergrauen, leicht gewellten Eternitflächen der Verbindungsbrücke und ihrer Verlängerungsbauten.

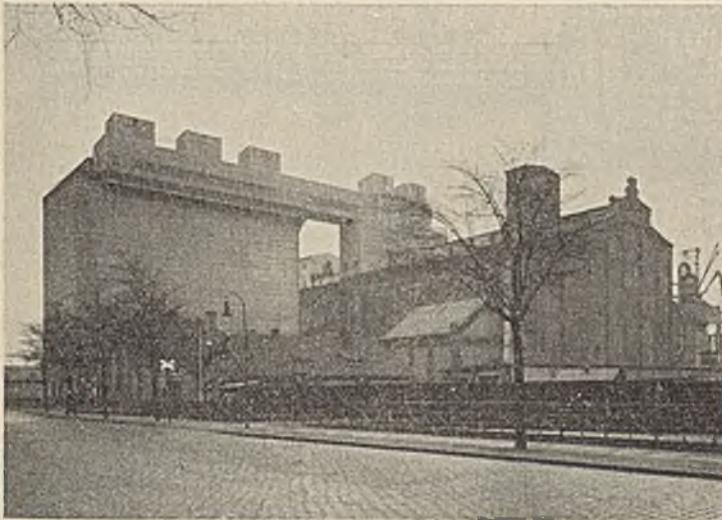


Abb. 6. Ansicht des neuen Silospeichers von Norden.



Abb. 7. Verteilungsleitungen im Dachgeschoß.

und ihre Verlängerung an der ausgekragten Nordfront des Neubaus sind in Eisenfachwerk mit einer Bekleidung mit Wellteernitplatten ausgeführt. Dadurch wurde eine weitgehende Gewichtsparsnis erreicht. Das Gewicht dieser Konstruktion beträgt nur etwa 25 kg/m<sup>2</sup>. Die nicht unerheblichen Windkräfte auf den Aufbau werden aufgenommen durch

Der Bau wurde in einer Bauzeit von 8 Monaten einschließlich Gründung von der Firma Fr. Holst, Hoch- und Tiefbau, Hamburg, als Generalübernehmer ausgeführt. Die Maschinenanlage lieferte die Firma Gebrüder Bühler G. m. b. H., Dresden. Entwurf und Bauleitung lagen in den Händen des Architekten Dipl.-Ing. Arnold Plotz, Hamburg.



Alle Rechte vorbehalten.

### Mittellandkanal und Elbe.

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

Auf seinem langen Wege von West nach Ost nähert sich der Mittellandkanal einem wichtigen Abschnitt seiner baulichen Entwicklung. Er erreicht nach dem heutigen Stande der Bauarbeiten im Jahre 1938 die Elbe. Damit ist der Gesamtbau noch nicht vollendet. Der planmäßige Ausbau des ganzen für 1000-t-Schiffe befahrbaren Wasserweges von Duisburg-Ruhrort nach Berlin wird vielmehr noch mindestens fünf Jahre in Anspruch nehmen.

Die Heranführung des Mittellandkanals an die Elbe hat in allen beteiligten Kreisen einen lebhaften Streit der Meinungen über die durch ihn möglichen Verkehrsverlagerungen geweckt. Die einen glauben: Der neue Kanal wird einen gewaltigen Verkehr zwischen West- und Ostdeutschland an sich ziehen, erheblichen Wettbewerb zwischen östlicher und westlicher Schifffahrt, auch zwischen Reichsbahn und Wasserweg zur Folge haben. Andere dagegen sagen: Trotz des Aufstiegs unserer Wirtschaft fehlt der große nach dem Auslande gehende und von dort kommende Güterstrom. Wie soll da die westdeutsche Schifffahrt der ohnehin unzureichend beschäftigten Elbeschifffahrt Frachten wegnehmen, insbesondere, wenn eine planvoll geleitete Tarifpolitik den ungesunden Wettbewerb zwischen

Schlene und Wasserweg einerseits, den schlesischen und rheinisch-westfälischen Belangen am Berliner Kohlenmarkt andererseits berücksichtigen und überhaupt größere Verkehrsverschiebungen vermeiden will?

Im Zusammenhang mit den vielen hierbei aufzuwerfenden Fragen wird ein Bericht über den Gesamtbau des Mittellandkanals und über das Elbefahrwasser von Wert sein.

zusätzliche Kredite zu den bewilligten Haushaltsmitteln brachten. Ab 1935 konnten wieder ausreichende Beträge durch den ordentlichen Reichshaushalt zur Verfügung gestellt werden. Damit war der planmäßige Weiterbau des Mittellandkanals gesichert.

Die Kanalstrecke bis zur Elbe ist nunmehr bis auf einige Restarbeiten fertig. Zwei Großbauwerke befinden sich noch in Arbeit: die Doppelschleuse bei Allerbüttel-Sülfeld und das Schiffshewerk in Rothensee. Über die Linienführung, Querschnittgestaltung, Speisung des Kanals, über die gewaltigen Erdarbeiten, die teilweise ganz besondere Schwierigkeiten boten<sup>1)</sup>, über die zahlreichen Kunstbauten —

Düker, Durchlässe, Eisenbahn- und Straßenbrücken, Wege- und Eisenbahnunterführungen —, die wichtigen Anlagen im Interesse der Landeskultur usw. wurden zahlreiche Aufsätze seitens der bauleitenden Beamten in den Fachzeitschriften veröffentlicht. Ich kann mich deshalb hier auf die Beschreibung der Restarbeiten beschränken.

Die Doppelschleppzugschleuse bei Allerbüttel-Sülfeld (Abb. 2) bildet das östliche Ende der bei Anderten beginnenden, rd. 62 km langen Schtelhaltung des Mittellandkanals, deren

Wasserspiegel auf + 65,00 NN liegt. Die Länge der Schleuse mißt 225 m, die lichte Weite 12 m und die Drempttiefe 3 m. Das Gefälle beträgt 9 m. Sie ist mit dreistufigen Sparbecken versehen, um den knappen Wasservorrat des Kanals möglichst wenig in Anspruch zu nehmen. Die beim Schleusen durch die Sparbecken nicht wieder gewonnenen Wassermengen werden durch ein Pumpwerk in die Schtelhaltung zurückbefördert. Die Schleusenmauern und -häupter sind ganz aus Beton hergestellt. Bei der Bemessung der Block-

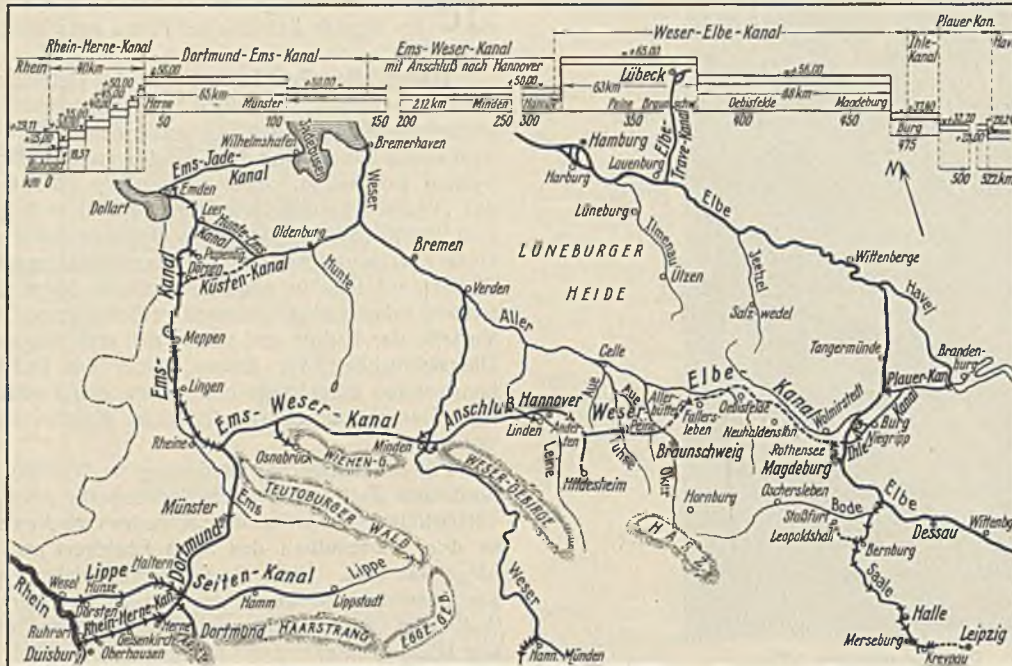


Abb. 1. Die Wasserstraßen zwischen Rhein und Elbe mit Längsschnitt des Mittellandkanals.

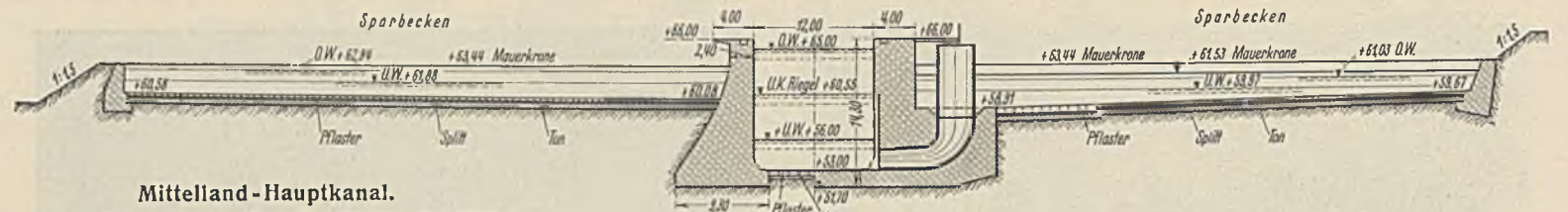


Abb. 2b.

#### Mittelland-Hauptkanal.

Aus der wechselvollen Geschichte des Mittellandkanals sei kurz folgendes wiedergegeben:

Als sein Vorläufer (s. Abb. 1) wurde 1899 der Dortmund-Ems-Kanal, der Ausfall- und Zubringerweg des westfälischen Industriegebiets um Dortmund, in Betrieb genommen. 1914 folgte der Rhein-Herne-Kanal als Bindeglied zwischen Dortmund-Ems-Kanal und Rhein. 1916 wurde der Verkehr auf dem Ems-Weser-Kanal von Bergeshövede bis Hannover aufgenommen. 1928 war die Strecke östlich Hannover bis Peine mit der Hindenburgschleuse bei Anderten und dem Zweigkanal nach Hildesheim fertiggestellt. Der Bau des Schlußstücks des Mittelland-Hauptkanals zwischen Peine und Magdeburg wurde 1926 in Angriff genommen.

Für diesen letzten Bauabschnitt wurden in den ersten Jahren erhebliche Beträge im Reichshaushalt zur Verfügung gestellt, so 1927 rd. 15,5 Mill. RM, 1928: 19,6 und 1929: 25,6 Mill. RM. Dann aber begann eine starke Verknappung der Mittel, und die Beträge sanken für 1930 auf 20,4, 1931 auf 13,6, 1932 auf 8,5 und 1933 sogar auf 6,2 Mill. RM. Durch diese Drosselung der Ausgaben war die Fortführung des begonnenen Werks ernstlich gefährdet. Da erschienen die Arbeitsprogramme der Reichsregierung, die 1933 bereits rd. 11,7 Mill. RM und 1934 rd. 15 Mill. RM

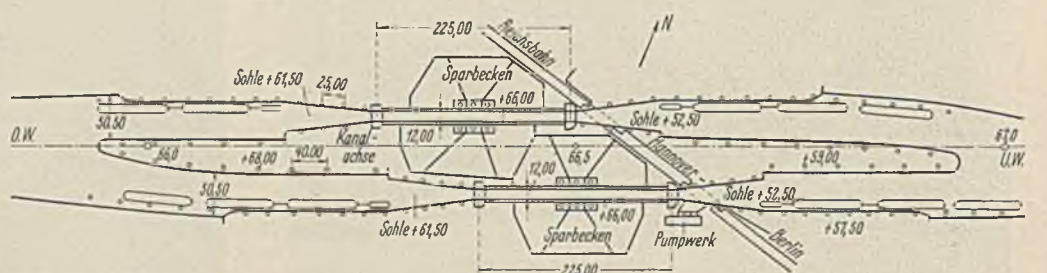


Abb. 2a.

Abb. 2a u. b. Schleusenanlage Allerbüttel-Sülfeld. Lageplan und Querschnitt.

längen und der Ausführung des gesamten Mauerwerks wurde auf die neuesten Erkenntnisse im Betonbau zur Verminderung der Temperatur- und Schwindrisse Bedacht genommen. Einen Begriff von der Größe der Anlage erhält man aus der Masse des eingebauten, insgesamt 150 000 m<sup>3</sup> betragenden Betonmauerwerks (Abb. 3). Als Verschlüsse sind in den Ober-

<sup>1)</sup> Sartorius und Dr. Kirchhoff, Die Böschungsrutschungen in Wenden. Bautechn. 1936, Heft 51,



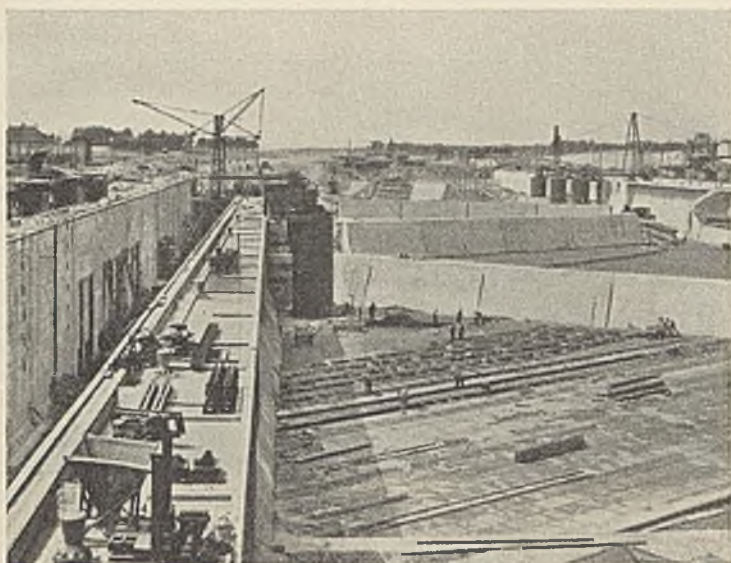


Abb. 3. Südschleuse Allerbüttel-Sülzfeld mit Sparbecken. Bauzustand Juni 1936.

häuption Klapptore, in den Unterhäuptern Hubtore gewählt. Den Wasserein- und -auslaß der in je sechs offenen Einzelkammern fächerförmig um jede Schleuse angeordneten Sparbecken vermittelten Zylinderschütze.

Die Reichsbahnstrecke Hannover—Stendal kreuzt den Mittellandkanal unmittelbar an den Unterhäuptern. Die Schleusen haben dadurch eine gegeneinander versetzte Lage erhalten.

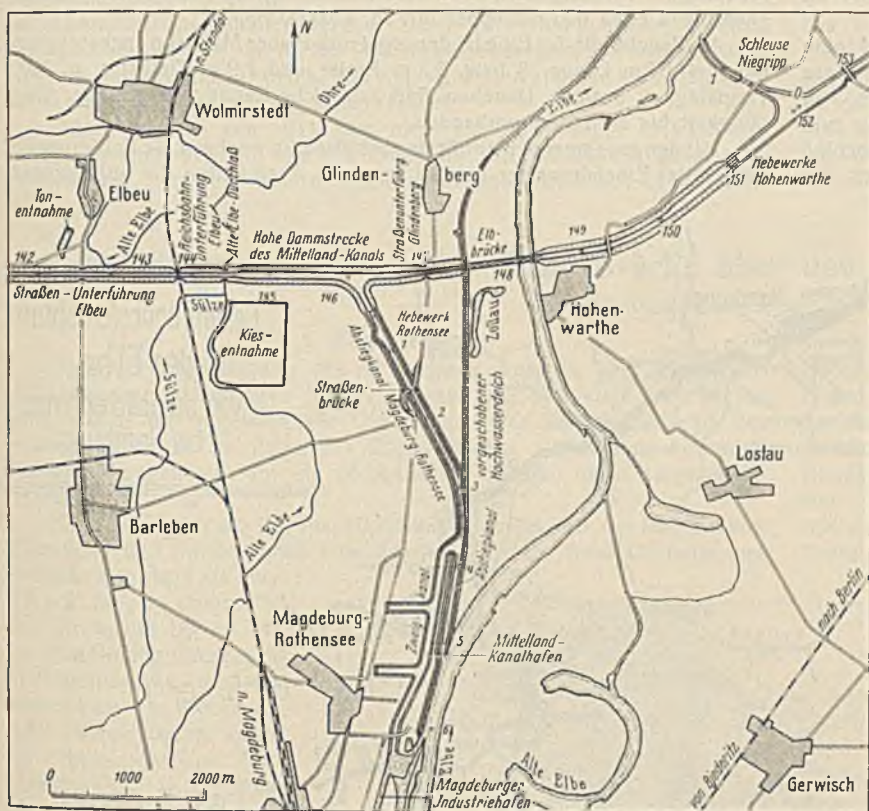


Abb. 4. Kreuzung des Mittellandkanals mit der Elbe.

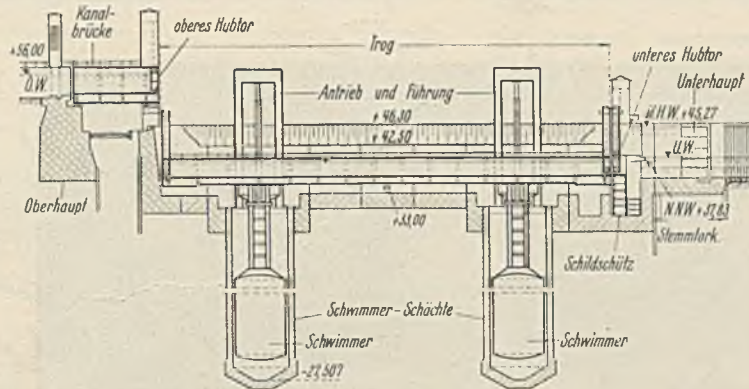


Abb. 6. Hebewerk Rothensee. Schematischer Längsschnitt.

Der Bau ist so weit durchgeführt, daß mit dem Probetrieb voraussichtlich im Sommer 1937 begonnen werden kann.

Auf der Kanalstrecke östlich von Allerbüttel-Sülzfeld sind nur noch unbedeutende Nachdichtungsarbeiten im Gange.

Die Stadt Fallersleben — dicht östlich der Schleusen — hat eine einfache Umschlagstelle errichtet; auch in Calvörde ist eine solche Anlage vorhanden. Etwas größer ist der Hafen der Stadt Neuhaldensleben. Hier ist in einem Zweigbecken ein guter Eisenbahnanschluß vorhanden. Ein neuzeitlicher Kran von 5 t Tragfähigkeit wird aufgestellt.

Östlich Neuhaldensleben senkt sich das Gelände allmählich nach der Elbe hin. Der Kanal wird deshalb auf einem Damm, dessen Höhe bis zu 17 m wächst, an die Elbe herangeführt. Nach Überschreiten der Reichsstraße Magdeburg—Wolmirstedt und der Reichsbahn Magdeburg—Stendal erreicht er gegenüber dem Orte Hohenwarthe den Elbstrom, der auf hoher Brücke gekreuzt wird (Abb. 4). Auf dem rechten Elbufer werden die Schiffe durch ein Doppelhebewerk aus der Kanalhaltung + 56,00 NN um 18,6 m auf die Haltung des Elbekanals — + 37,40 NN — gesenkt, in den der Hauptkanal bei Burg einmündet. Die Kanalstrecke von Allerbüttel bis Hohenwarthe ist 88 km lang. Der gesamte Mittelland-Hauptkanal vom Rhein bis Burg mißt 475 km.

Kurz vor der Brücke über die Elbe zweigt vom Hauptkanal nach Süden zu der 5 km lange Abstiegskanal bei Rothensee ab, der den Verkehr zu den in den letzten Jahren stark ausgebauten Magdeburger Häfen und zur oberen Elbe leitet. Den Übergang von der Kanalhaltung + 56,00 NN zu dem um über 6 m zwischen HHW und NNW schwankenden Elbewasserspiegel des Abstiegskanals vermittelt das einschiffige Hebewerk Rothensee (Abb. 5).

Beide Hebewerke Rothensee und Hohenwarthe sind im Gegensatz zu dem bekannten größten deutschen Schiffshebewerk Niederfinow Schwimmerhebewerke, d. h. das Gewicht des Schiffstroges wird nicht, wie in Niederfinow, durch Gegengewichte, sondern durch den Auftrieb von Schwimmkörpern ausgeglichen. Das Vorbild für diese Hebewerke lieferte das Hebewerk in Henrichenburg am Dortmund-Ems-Kanal, dessen Trog auf fünf Schwimmern mit allerdings kleineren Abmessungen ruht, und das seit nahezu 40 Jahren seine Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit bewiesen hat.

Der Schiffstrog beim Hebewerk in Rothensee (Abb. 6) hat 85 m Länge, 12 m Breite und 2,5 m Wassertiefe. Er ruht auf zwei eisernen Hohlzylindern, die in gewaltigen Schächten auf und ab gleiten. Die Hohlzylinder haben 10 m Durchm. und eine Höhe von 36 m. Die genaue Parallelführung des Troges wird durch vier feststehende Schraubenspindeln — je zwei an jeder Seite — gesichert, auf denen sich die mit dem Trog verbundenen Muttern auf und ab drehen. Die beiden Schwimmerschächte mit 11 m Durchm. reichen bis 72 m unter Erdoberfläche. Sie mußten im Gefrierverfahren hergestellt werden. Diese Schächte und die Troggammer des Hebewerks sind fertig. Die beiden Schwimmkörper werden zur Zeit auf der Baustelle zusammengesetzt. Auch die übrigen Eisenaufbauten befinden sich in Arbeit (Abb. 7). Nach dem heutigen Stande des Baues ist damit zu rechnen, daß das Hebewerk im Sommer 1938 in Betrieb genommen werden kann. — Das schon erwähnte, auf dem rechten Elbufer bei Hohenwarthe liegende und daher nicht zu den Restarbeiten des Kanalstücks Hannover—Elbe gehörende Hebewerk ist wegen des erwarteten großen Durchgangsverkehrs als Doppelhebewerk, im übrigen in seinen Einzelteilen genau wie das Hebewerk in Rothensee ausgebildet. Von den hier erforderlichen vier Schwimmerschächten sind bereits drei abgeteufelt.

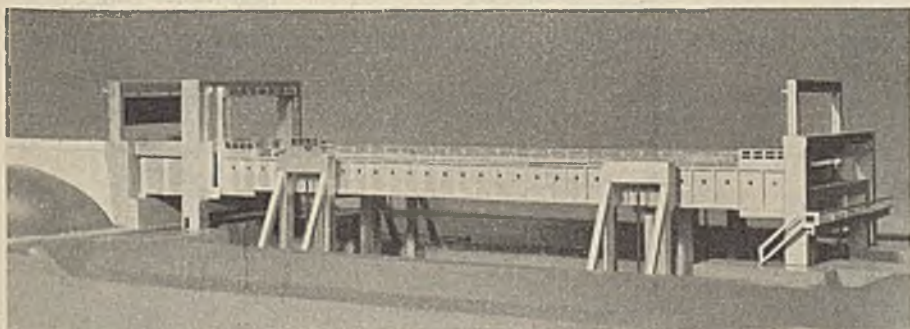


Abb. 5. Hebewerk Rothensee. Modell nach einer Aufnahme der Firma Fried. Krupp.



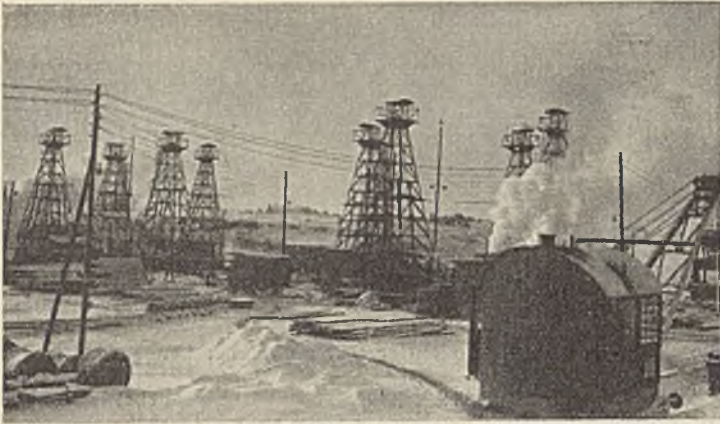


Abb. 7. Hebewerk Hohenwarthe.  
Baustelle mit Bohrtürmen für die Schwimmerschächte.

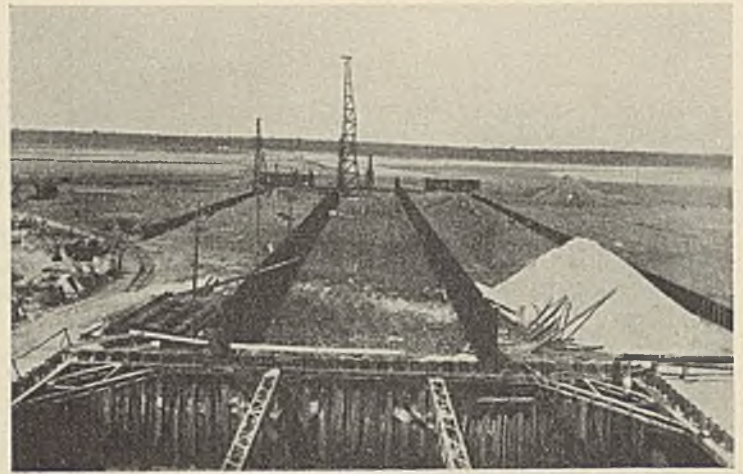


Abb. 8. Schleuse Niegripp.  
Baustelle mit Binnenhaupt, Kammer- und Ankerwänden.

Die ebenfalls nicht zu den vorgenannten Restarbeiten zählende Kanalbrücke über die Elbe erhält eine Gesamtlänge von 900 m. Sie besteht über dem eigentlichen Strombett aus einem stählernen Überbau von 100 m Lichtweite in der Hauptöffnung und je 50 m Weite in den beiden Seitenöffnungen. Über dem Vorlande ruht der Schiffstrog auf 20 Eisenbetongewölben von je 30 m Spannweite. Der Wasserquerschnitt des Troges hat eine Breite von 30 m und eine Tiefe von rd. 2,50 m. Unter der Kanalbrücke ist für die Elbeschifffahrt eine Durchfahrhöhe von fast 6 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand vorhanden. Der Bau dieser größten Kanalbrücke Deutschlands ist eingeleitet. Die Bauzeit ist zu fünf Jahren anzunehmen.

Unmittelbar östlich des Doppelhebewerks Hohenwarthe wird eine Verbindung zwischen Kanal und Elbe bei Niegripp hergestellt. In diese wird eine Schleuse von 165 m Länge, 12 m Lichtweite und rd. 3 m Mindesttiefe über dem Drempeel zum Übergang von der Kanalhaltung zum Elbewasserstand eingebaut (Abb. 8). Diese Elbverbindung und ihr Anschluß an den Ihle- und Plauer Kanal wird gleichzeitig mit der Heranführung des Mittellandkanals an die Elbe, d. h. bis 1938 fertiggestellt. Wenngleich die Kanalbrücke über die Elbe und das Doppelhebewerk Hohenwarthe dann noch im Bau sind, kann doch der nach Berlin bestimmte Kanalverkehr durchgeführt werden. Er muß von der Mündung des Abstiegkanals bei Rothensee bis zur Schleuseneinfahrt bei Niegripp, d. h. auf rd. 11 km Länge, den Elbstrom benutzen.

Zum Vollausbau des Mittelland-Hauptkanals für 1000-t-Schiffe gehört auch der Umbau des Ems-Weser-Kanals zwischen Bergeshövede und Misburg durch Anheben des Wasserspiegels um 0,40 m. Diese Hebung ist erforderlich, um den für 600-t-Schiffe gebauten Kanal, der zur Zeit nur versuchsweise und unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen von größeren Schiffen befahren werden darf, für den uneingeschränkten Verkehr der 1000-t-Schiffe freizugeben. Die Arbeiten bestehen in Dammverstärkungen, Höherziehen der Tondichtung, Umbauten der Däkerein- und -ausläufe und der Brücken. Auch diese Arbeiten werden voraussichtlich in fünf Jahren beendet sein. — Die Ergänzungsbauten am Ihlekanal, der ursprünglich nur 300-t-Schiffen den Durchgang gewährte, werden bestimmt bis 1938 abgeschlossen sein. Der Ausbau des an den Ihlekanal anschließenden Plauer Kanals für 1000-t-Schiffe ist bereits jetzt nahezu beendet.



Abb. 10. Abgeschwächte Stromkrümmung bei Beigern.

Niedrigwasserausbau der Elbe.

Der Zweck des Mittellandkanals würde stark beeinträchtigt, wenn nicht inzwischen das Elbefahrawasser (Abb. 9) auf eine den heutigen Anforderungen der Schifffahrt entsprechende Form gebracht würde. Der Ende des vorigen Jahrhunderts nicht nur aus schiffahrtstechnischen, sondern vorwiegend aus allgemein volkswirtschaftlichen Gründen durchgeführte Mittelwasserausbau der Elbe hatte große Erfolge gezeitigt. Der höchste Verkehr auf der deutschen Stromstrecke betrug 1912 rd. 18 Mill. Gütertonnen. Die Heimatflotte der Elbe zählt zur Zeit etwa 2850 Kähne mit rd. 1 330 000 t Raumgehalt, etwa 1000 Selbstfahrer mit rd. 160 000 t Raumgehalt und etwa 600 Schlepper mit rd. 120 000 PS.

Als Regelschiff der Elbe ist der sog. Groß-Plauer Maßkahn anzusprechen, der bei 67 m Länge, 8 bzw. 8,2 m Breite und 1,9 m Tiefgang rd. 700 t Tragfähigkeit besitzt. Daneben sind zahlreiche Kähne von größerer Tragfähigkeit bis zu 1400 t vorhanden.

Mit der zunehmenden Größe des Schiffsparks wuchsen die Forderungen, die an das Elbefahrawasser gestellt wurden. Auch hatten die außerordent-



Gesamtübersichtsplan  
der Elbe  
von der Reichsgrenze  
bis Hamburg

Abb. 9. Gesamtübersichtsplan der Elbe.



lichen Trockenjahre 1904, 1911, 1933 und 1934 der Schifffahrt erhebliche Schwierigkeiten bereitet. In diesen Trockenjahren wurden als geringste Tiefe oberhalb der Saalemündung 0,55 m, im Stadtgebiet Magdeburg sogar nur 0,45 m, sonst zwischen Saalemündung und Hamburg 0,80 m gemessen. Im Jahre 1933 war die Elbe unterhalb Magdeburg an 65 Tagen, 1934 sogar nur an 56 Tagen vollschiffbar. In diesen beiden Jahren konnte das Regelschiff von 700 t an rd. 100 Tagen nur mit 1/4 Ladung fahren.

Die Notwendigkeit weiterer Verbesserungen des Fahrwassers war mithin klar gegeben.

Der erste 1911 aufgestellte Niedrigwasserregelungsentwurf sah eine Mindesttiefe von 1,10 m oberhalb und 1,25 m unterhalb der Saalemündung vor; das Mittelwasserbett sollte

im wesentlichen beibehalten werden. Durch Vorziehen von Kopfschwellen vor den Bühnen sollte der für das Niedrigwasser zu große Stromquerschnitt eingeschränkt werden. Durch solche Kopfschwellen und durch Baggerungen hoffte man die Verbesserungen zu erzielen.

Dieser Entwurf von 1911 kam nicht zur Ausführung; er scheiterte an der Finanzierung, für die die Erhebung von Schifffahrtsabgaben vorgesehen war. Größere Probestrecken wurden aber nach den Grundsätzen

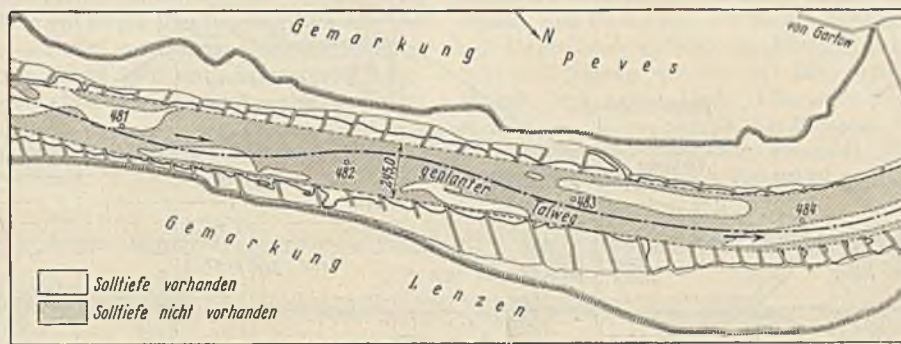


Abb. 11. Stromstrecke oberhalb Lenzen vor dem Ausbau.

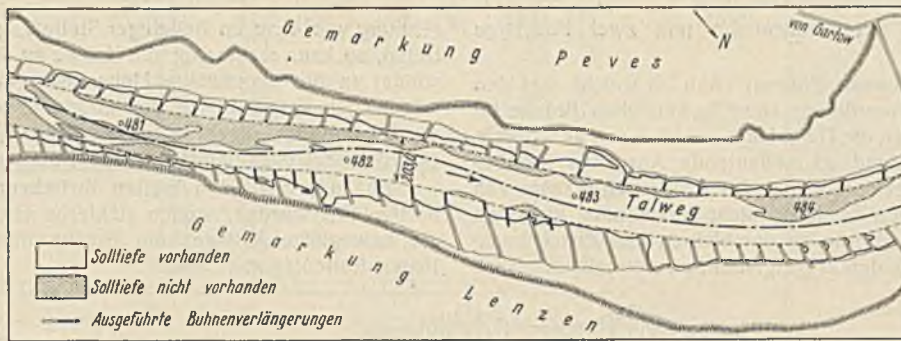


Abb. 11 a. Stromstrecke oberhalb Lenzen nach dem Ausbau.

des Entwurfs ausgebaut. Sie brachten die Erkenntnis, daß eine nachhaltige Verbesserung durch Kopfschwellen allein nicht zu erwarten war.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde in den Jahren 1929 bis 1931 ein neuer Entwurf aufgestellt. Dieser sieht auf der ganzen Flachlandstrecke unterhalb der Saalemündung eine Einschränkung des Mittelwasserbettes durch Verlängerung der Bühnen selbst und daneben eine Verbesserung der teilweise recht ungünstigen Streichlinienführung vor. Nur wo unbedingt notwendig soll eine Feinregelung durch Kopfschwellen durchgeführt werden. Oberhalb der Saalemündung ist eine Einschränkung des Mittelwasserbettes im allgemeinen nicht erforderlich. Hier genügt die Änderung der Streichlinienführung, um die selchten Stellen

des Fahrwassers zu vertiefen. Als Grundsatz für die Änderung der Streichlinienführung gilt: Zu starke Krümmungen sind abzufachen (Abb. 10) — nur an einer Stelle, am „Kurzen Wurf“ oberhalb Dessau, ist ein Durchstich ausgeführt —, zu lange gerade Strecken erhalten eine künstliche Schängelung (Abb. 11, Stromstrecke oberhalb Lenzen), um diesem natürlichen Bestreben des Stromes Rechnung zu tragen. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

## Die Brücke über den Strelasund.

Von Reichsbahnbaussessor Brückner, Stralsund.

### 1. Allgemeines.

Unter Berücksichtigung des in meinem Aufsatz über die Ziegelgrabenbrücke<sup>1)</sup> behandelten Stoffes, worauf hier besonders hingewiesen wird, sollen im folgenden die Gründungen der Strelasundbrücke, des größten Bauwerks im Zuge des Rügendamms, allgemeiner behandelt werden; dagegen soll auf die geschweißten Brücken näher eingegangen werden.

Nach Überbrückung des Ziegelgrabens schneidet sich der Rügendamm (Eisenbahn und Straße) durch eine Erhebung auf der Insel Dänholm und erstreckt sich dann als etwa

0,7 km langer Damm in den Strelasund bis zu der als Flutöffnung dienenden Strelasundbrücke, um sich dann hinter der Brücke als 0,5 km langer Damm weiter zur rügenschischen Küste fortzusetzen (Abb. 1). Obgleich die Strecke, soweit wirtschaftlich zugänglich und wegen der nötigen Vorflut möglich, als Damm herzustellen war, blieb noch ein als Flutöffnung zu überbrückender Teil von 540 m. Auf dieser Brückenstrecke mußte, um der Forderung der Wasserbauverwaltung, daß die neue Durchflußöffnung bei MW (6200 m<sup>2</sup>) gleich der alten ist, gerecht zu werden, die Sohle des Strelasundes auf 11,4 m Wassertiefe ausgebagert werden. Diese Sohlenvertiefung geht beiderseits der Brücke mit einer Rampe 1 : 50 auf die ursprüngliche Tiefe über. Bei HHW ergibt sich allerdings ein geringer Stau, der aber bei der großen Entfernung von der Stadt unbedenklich ist.



Abb. 1. Lageplan.

Einen Querschnitt durch den Damm vor der Brücke zeigt Abb. 2. Nachdem der zum Teil sehr mächtige Schlick bis auf den tragfähigen Grund weggebagert war, wurde bis zur Höhe des HHW (+ 2,50) Sand, der aus dem Meere 2 km von der Baustelle entfernt vor der rügenschischen Halbinsel Drigge gebaggert wurde, aufgespült, da der zur Verfügung stehende stark tonige Schüttboden zum Einbau im Wasser nicht geeignet war. Soweit der Damm durch Wellenschlag bedroht ist, wurde er durch Spundwände (Profil II 12 bis 14 m lang) eingefast. Da die Kosten von Steinpackung und Spundwandeneinfassung sich als etwa gleich ergaben,

wurde wegen der geringeren Unterhaltung eine Spundwandeneinfassung gewählt. Von durchgehenden Anker wurde Abstand genommen, dafür kamen 1,5 x 1,5 m große Betonankerplatten zur Verwendung. Darauf wurde der südwestliche Damm mit dem aus einem Einschnitt am Hauptbahnhof stammenden Boden auf seine entwerfsmäßige Höhe geschüttet. Auf dem nordöstlichen Damm zwischen dem Widerlager B der Brücke und der Insel Rügen wurde, da Schüttboden fehlte, nach Verlegung der Ankerplatten wieder gebaggert Sand bis auf Ordinate + 6,00 gespült,

und dann der vorher als Schutz gegen seitliches Ausweichen der Spundwand während des Hochspülens vor die Spundwand gespülte Boden durch Greifer auf die planmäßige Dammhöhe aufgesetzt.

Alle früheren Entwürfe für die Brücke beruhen auf dem Gedanken einer festen Brücke im Ziegelgraben. Sie sehen also für den ungehinderten Durchgang der Schifffahrt eine lichte Durchfahrthöhe von 32 bis 27 m vor. Allerdings wird auch schon an eine gleichzeitige Überführung der Straße

<sup>1)</sup> Bautechn. 1937, Heft 4 u. 7.



mit der Eisenbahn gedacht. Ein Vorschlag, die Straße unter der Eisenbahn in Höhe der Brückenuntergürte zu führen und in den höher gelegenen Hauptöffnungen den Straßenverkehr mit einer Schwebebrücke zu bedienen, wurde bald fallengelassen. Abb. 3 zeigt einen Entwurf aus dem Jahre 1914, bei dem die Brückenunterkante 27 m über Wasser lag. Außer der zweigleisigen Bahn sollten außerhalb der Hauptträger zwei Straßenfahrbahnen mit Straßenbahn und zwei Fußsteige überführt werden.

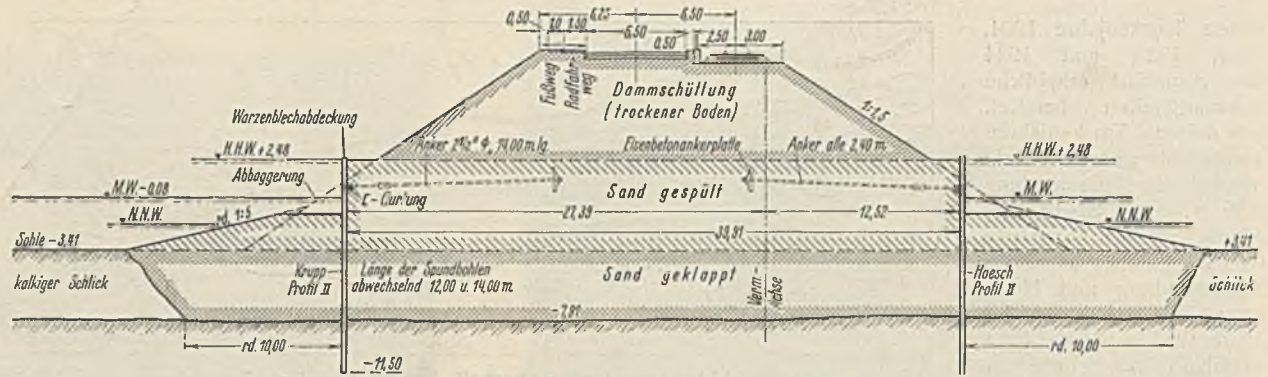


Abb. 2. Querschnitt durch den Damm im Strelasund.

Der zur Ausführung gekommene Entwurf (Abb. 4) weicht von den früheren erheblich ab. Durch Anordnung einer beweglichen Brücke im Ziegelgraben, die größeren Schiffen die Durchfahrt gestattet, war es möglich, die S.-O. erheblich zu senken und so bedeutende Ausgaben für Erdarbeiten zu ersparen. Die festgelegte Höhe der Brückenunterkante von 8,00 m über MW gestattet es, den Stralsund nicht anlaufenden kleineren Schiffen (meist Schleppzüge) die Brücke zu durchfahren und den Umweg durch die neue Fahrstraße, durch den Ziegelgraben, zu vermeiden. Nach

senkung von 4 cm an beliebiger Stelle zugrunde gelegt. Sollte diese eintreten, so kann rechtzeitig die Brücke an dem betreffenden Auflagerpunkte wieder in die planmäßige Höhenlage gehoben werden. Neben der beträchtlichen Ersparnis bei den Gründungen konnte durch die Wahl eines durchlaufenden Trägers eine Verringerung der Durchbiegungen und eine gewisse Baustoffersparnis bei den Überbauten erzielt werden.

Auf den nur 2,4 m breiten Zwischenpfeilern, die nur hochwasserfrei hochgeführt wurden, stehen stählerne etwa 4 m hohe Pendelrahmen, die als bewegliche Auflager der Brücke dienen. Auf den Endwiderlagern liegen Rollenlager.

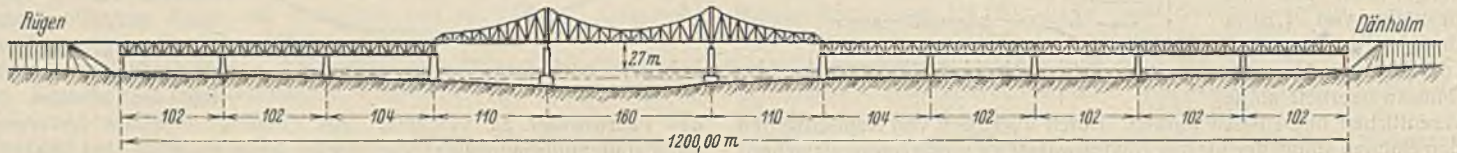


Abb. 3a. Entwurf als Hochbrücke aus dem Jahre 1914.

der festgelegten Brückenunterkante ergab sich als niedrigste technisch mögliche Höhenlage des Gleises die Kote + 10,00 m. Da der Damm durch die Senkung der S.-O. erheblich billiger wurde, konnte er weiter ins Wasser hineingeführt werden als bei den früheren Entwürfen, so daß sich die Brückenlänge von 1200 auf 540 m verkürzte. Nach Abzug der Pfeilerdicken ergab das eine gesamte lichte Weite der Brücke von 500 m, die gerade noch genügte, den geforderten Durchflußquerschnitt zu schaffen.

Gleichfalls wegen der hohen Kosten wurde die Eisenbahn nur ein-gleisig ausgebaut. Ein Grund für den Bau einer Straßenbahn bestand nicht mehr. Wie auch im Ziegelgraben wurden für Eisenbahn und Straße getrennte Überbauten auf gemeinsamen Widerlagern und Pfeilern errichtet.

Da die Brücke der flachen Landschaft am Meer möglichst unauffällig angepaßt werden sollte, wurde von gegliederten Trägern Abstand genommen. Eine Einteilung in zehn gleich große Öffnungen ergab dann die für unversteifte Blechträger für Eisenbahnbrücken noch tragbare Stützweite von 54 m. Für diese Stützweiten stellten sich die Pfeilerkosten nur wenig höher als die für die Überbauten aufgewendeten. Die Wahl der Stützweiten war also auch wirtschaftlich richtig.

Weiterhin war maßgebend für den Entwurf, daß der freie Blick von der Brücke auf das schöne Stadtbild des mittelalterlichen Stralsund mit dem Dreiklang seiner mächtigen Kirchen gewahrt werden mußte. Die Fahrbahn der Straßenbrücke (Abb. 5) liegt deshalb ganz über den Hauptträgern, die der Eisenbahnbrücke wurde nur so weit versenkt, daß der Reisende aus dem Abteiffenster noch freien Ausblick hat. Das Geländer der Straßenbrücke liegt so tief, daß es dabei nicht mehr stört.

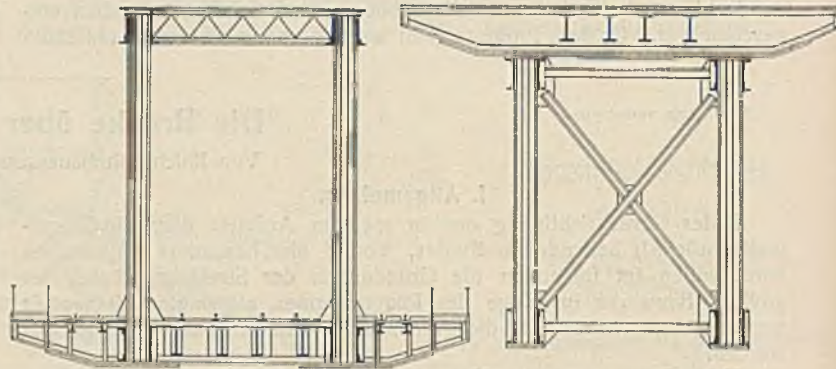


Abb. 3b. Querschnitt des Vorentwurfes.

Durch die Anordnung der höheren Bremspfeiler und der Pfeiler mit den schlanken Pendelstützen tritt gleichzeitig eine gewisse Belebung und Gliederung der glatt durchlaufenden waagerechten Blechträgerbandes ein. Da die Pendelstützen auch den Durchblick in der Längsrichtung gestatten, versinken sie gleichzeitig, so daß bei einem Blick schräg auf die Brücke der Eindruck entsteht, als ob der Überbau auf einer durchlaufenden Betonmauer ruhe.

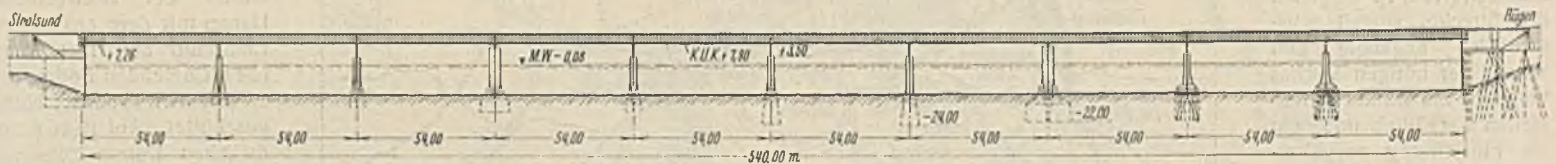


Abb. 4. Übersichtszeichnung der Strelasundbrücke.

Wegen der teuren Gründungen war es angezogen, möglichst wenig Pfeiler mit waagerechten Kräften zu beanspruchen. Am einfachsten ist das bei durchlaufenden Balken zu erreichen. Die Überbauten wurden also als zwei hintereinanderliegende durchlaufende Balken von 270 m Länge ausgebildet, also durchlaufend über je fünf Öffnungen. Beide Brückenteile sind durch ein längsbewegliches Gelenk verbunden und haben in den Pfeilern 3 und 7 je einen Gruppenpfeiler, der die längsgerichteten waagerechten Kräfte aufnimmt. Die zu erwartenden kleineren Stützensenkungen werden wegen der verhältnismäßig großen Stützweite keinen bedenklichen Einfluß ausüben. Der Berechnung wurde schon eine Stützen-

## II. Die Gründungen.

Aus den seit 1931 durchgeführten etwa 50 Bohrungen ergab sich ganz allgemein, daß der wirklich zuverlässige gute Baugrund der Geschiebemergel, nur an der Dänholmseite in leicht erreichbarer Tiefe liegt und nach Rügen zu bis zu 25 m und tiefer abfällt. Demgemäß wurde spiegelbildlich zu den Widerlagern der Ziegelgrabenbrücke das Widerlager A (am Dänholm) als Flachgründung auf Contractorbeton und Widerlager B (rügense Seite) auf hohem Pfahlrost gegründet. Die Pfeiler 8 und 9 (Pfeilerzählung von Dänholm aus nach Rügen) sind entsprechend den Pfeilern der Ziegelgrabenbrücke auf tiefem Pfahlrost mit Unterwasser-



gußbeton gegründet worden. Als Pfähle fanden die im Ziegelgraben bereits beschriebenen Stahlrohrpfähle mit 40 cm Durchm. und gußstählerner Spitze Verwendung. Die Pfähle wurden später ausbetoniert. Pfeiler 1 bis 7 wurden als Druckluftgründung bis zu 24 m unter Wasserspiegel ausgeführt. Die Gründungstiefen der einzelnen Bauwerke sind aus dem Schnitt in Abb. 4 ersichtlich.

Im folgenden sollen noch kurz die Besonderheiten der einzelnen Widerlager und Pfeiler erläutert werden.

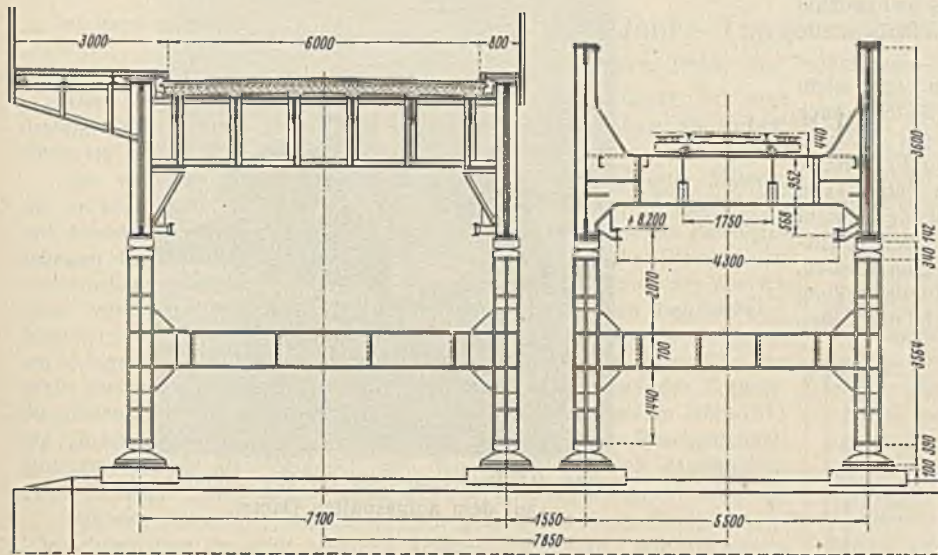


Abb. 5. Brückenquerschnitt mit Pendelstützen.

1. Widerlager A mit Dammabschlußbauwerken.

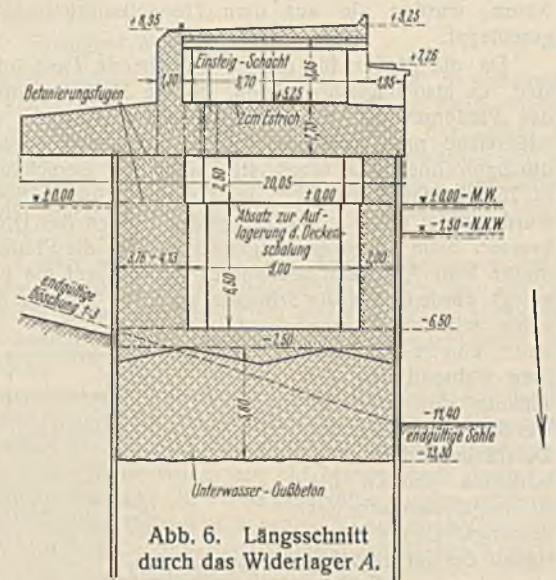
Da am Widerlager A der gute Baugrund (grober Kies) schon in einer Tiefe von  $-8$  m ansteht, wurden das Widerlager und die seitlichen Dammabschlußbauwerke als Flachgründungen in ringsum geschlossenen Spundwandkasten hergestellt. Die Gründungstiefe von  $-13,5$  m war bedingt durch die vor dem Widerlager erforderliche Wassertiefe von  $11,4$  m. Einen Längsschnitt durch das Bauwerk auf der Eisenbahnseite zeigt Abb. 6. Zur Gewichtersparnis wurde der aufgehende Beton mit großen Sparräumen versehen. Die Unterwasserbetonschicht ist so stark ( $5,8$  m einschl. der Ausgleichsschicht), daß sie ohne Eiseneinlagen imstande ist, die von den Wänden anfallenden Lasten auf den Untergrund zu übertragen. Die Herstellung des Unterwassergußbetons geschah in fünf Blöcken von im Mittel  $3,7$  m Breite. Zur Unterteilung dienten vier Trennwände aus Trägerwellblech und C-Eisenkonstruktion, die durch Taucher eingebracht wurden. Oberhalb der Unterwasserbetongrundplatte liegt eine  $1$  m dicke Eisenbetonplatte, deren Bewehrung so bemessen wurde, daß sie den vollen Wasserdruck aufnehmen kann, der bei HHW ( $2,5$ ) auftritt, wenn der Unterwasserbeton nicht wasserdicht ist. Die Platte wurde kreuzweise bewehrt zwischen die aufgehenden Wände gespannt. Da die Wände mindestens das fünffache Trägheitsmoment der Platte besitzen, konnte diese als voll in die Wände eingespannt berechnet werden. Die Bewehrung wurde bemessen nach Marcus „Die vereinfachte Berechnung biegsamer Platten“ 1929. Aus Gründen der Standsicherheit des Bauwerks wurden die Wände stärker ausgeführt, als es bei Ausnutzung der zulässigen Betondruckspannung erforderlich war. Da also die Bewehrung im Verhältnis zur Wanddicke gering war, wurde auf eine genaue Berechnung der durch die Wände gebildeten geschlossenen Rahmen verzichtet. Die Eckmomente wurden ermittelt unter der Annahme, daß die Wand am Schrägenanfang voll eingespannt ist, die Feldmomente unter der Voraussetzung, daß halbe Einspannung vorhanden ist.

Der Raum oberhalb der Entlastungsräume, also unter der Fahrbahn, dient zum Unterbringen der Besichtigungswagen, die auf die ganze Brückenlänge durchfahren können. Wegen der geringen zur Verfügung stehenden Konstruktionshöhe wurde die Decke über dem eisenbahnseitigen Teil als Walzträgerdecke ausgeführt; da die Straße höher liegt, konnte hier eine Eisenbetondecke angeordnet werden.

Das Aufbetonieren des Bauwerks ging, nachdem der Unterwasserbeton in der bei der Ziegelgrabenbrücke beschriebenen Weise hergestellt und die Baugrube leerpumpt war, vom schwimmenden Gerät in der üblichen Weise vorstatten. Die Entlastungsplatte wurde erst nach Hinterfüllen des Bauwerks auf dem festgestampften Boden betoniert.

Da die volle Wassertiefe von  $11,4$  m gleich vor dem Widerlager vorhanden sein mußte, waren zwei viertelkreisförmige Dammabschlußbauwerke erforderlich, die als besondere Bauwerke rechts und links des Widerlagers ebenfalls als Flachgründung auf Unterwasserbeton zwischen Spundwänden gegründet wurden. Zur Verminderung des Erddrucks und zur gleichzeitigen Erfassung eines höheren Gewichtes ist die obere Deck-

platte als Abschirmplatte nach hinten ausgekragt. Der Raum zwischen Grund- und Deckplatte wurde zur Erzielung des erforderlichen Gewichtes mit Magerbeton gefüllt. Im Bereich der Spundwand wurde dabei eine fettere Mischung verwendet. Die Gründungssole der Dammabschlußbauwerken liegt auf  $-12$  m. Die vordere mit kreisförmiger Führung gerammte Spundwand wurde zur Sicherung gegen Unterspülen bis  $-16,5$ , d. h.  $5,1$  m unter Sundsohle, gerammt. Dadurch wurde gleichzeitig eine weitere Sicherung gegen Verschieben des Bauwerks auf der Gründungs-



sohle erreicht. Zur Aussteifung der Baugrube wurde vor dem Auspumpen eine Rahmenaussteifung aus Eisenbeton hergestellt, zu dem Schmelzzement verwendet wurde. Da es sich um einen vorübergehenden Zustand handelte, wurden Spannungen von  $\sigma_b = 50$  kg/cm<sup>2</sup> und  $\sigma_e = 1500$  kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

2. Pfeiler 1, 2 und 4 bis 6.

Diese Gruppe von Pfeilern wurde im Druckluftverfahren hergestellt. Da sie infolge der Pendelstützen nur nahezu senkrechte Drücke erhalten, war die Grundfläche erheblich kleiner als die der Bremspfeiler, bei ihrer Berechnung wurde Wind und Wellenschlag in Brückenlängsrichtung, Schiefstellen der Pendelrahmen bei Wärmeänderungen der Brücke und eine außermittige Auflagerung der Stützen um  $20$  cm infolge ungenauer Pfeilerabsenkung berücksichtigt. Je nach der zugelassenen Bodenpressung erhielten sie Grundflächen von  $132$  bis  $154$  m<sup>2</sup>. Da die Eisenbetonkasten wegen der Wassertiefe  $13$  m hoch sein mußten und die Breite des Pfeilerschaftes nur  $2,4$  m beträgt, waren sie außerordentlich schlank und hatten daher die erhebliche Schwimmtiefe von  $10,5$  m. Abgesehen davon, daß Anlagen an Land für ihre Herstellung nicht vorhanden waren, mußten sie schon wegen der für die große Tauchtiefe nicht ausreichenden Wassertiefe außerhalb der Brückenstrecke an Ort und Stelle hergestellt werden. Hierzu dienten zwei hölzerne Herstellungsgerüste mit Absenkspindeln (Abb. 7). Hier wurden sie in Zonen abwechselnd betoniert und zur

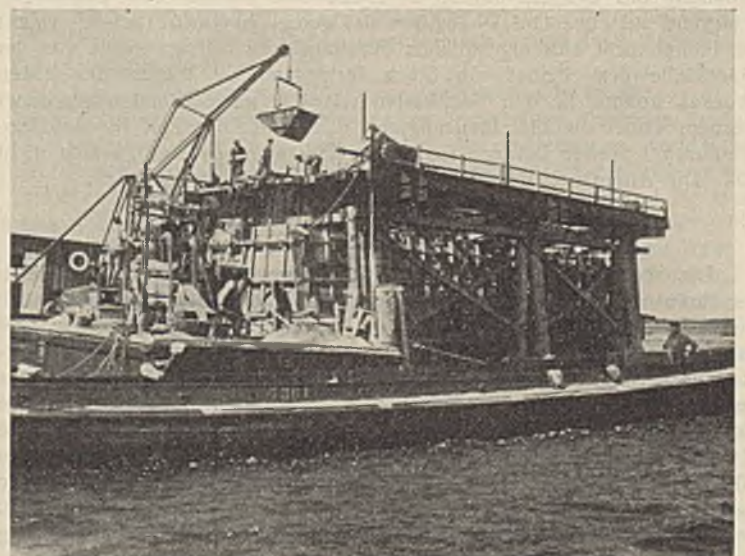


Abb. 7. Betonieren des Senkkastens eines Zwischenpfeilers.



Gewichtsverminderung abgesehen. Da als Anstrich eine Bitumenemulsion (Aristogen) verwendet wurde, die auf feuchten Beton gestrichen werden konnte, und da mit Schalungstafeln (für die Außenwände des Schafes Gleitschalung aus Blech) gearbeitet wurde, konnten die Kasten im allgemeinen in vier Wochen fertiggestellt werden. Als Spannungen wurden zugelassen  $\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$  und für Sonderbelastungen  $\sigma_b = 85 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ . In den einzelnen Betonierfugen sorgten hochkant einbetonierte Blechstreifen von 20 cm Breite, die zu einem Ring zusammengesweißt waren, für die Abdichtung. Sobald die Kasten schwimmfähig waren, wurden sie aus dem Herstellungsgerüst zur Pfeilerbaustelle geschleppt.

Da die Pfeiler für die zu erreichende Tiefe (rd. 25,5 m) sehr leicht sind, es also fraglich erschien, ob die Mantelreibung des Bodens durch das Pfeilergewicht überwunden werden könnte, wurde der Absenk-widerstand nach dem von Dr.-Ing. Paproth angegebenen Verfahren<sup>2)</sup> durchgerechnet. Es ergab sich nach der Berechnung ein Fehlen von rd. 15 t des Gewichts (10% des Elgengewichts). Dieses fehlende Gewicht wurde später durch vorübergehendes Senken des Druckes in der Arbeitskammer beim Absenken ausgeglichen. Da die Pfeiler sehr schmal waren, mußte beim Absenken besonderes Gewicht auf die genaue Pfeilerstellung gelegt werden. Da die Schneide aus  $\square 32$  mit den Schenkeln nach oben keine scharfen Kanten hatte, konnte die Stellung während des Absenkens gut berichtigt werden. Während des Durchfahrens der Bodenschichten wurden die Bohrerergebnisse sehr gut bestätigt. Da die Mächtigkeit der für tragfähig angesehenen Schicht durch Bohrungen bekannt war, konnte ihre Tragfähigkeit durch Belastungen mit kleinen Lastflächen verhältnismäßig schnell geprüft werden. Da absolute Werte bekanntlich nur schwer zu ermitteln sind, wurde die Einsenkungskurve in Vergleich gesetzt zu Einsenkungskurven, die sich mit der gleichen Lastfläche bei dem früheren Bau einer größeren Brücke ergeben hatten.

Bei Pfeiler 6 wurde in etwa 24,5 m ein mehrere  $\text{m}^3$  großer Stein unter der Schneide vorgefunden, der sich nur sehr schwer hätte beseitigen lassen. Die Schneide wurde deshalb unter Erhöhung des Druckes auf 2,7 at zonenweise bis auf den tragfähigen Baugrund auf etwa Ord. — 25,50 m frei gelegt und ausbetoniert. Damit der Pfeiler nicht einseitig auf dem Findlingsblock festlag, wurde von der Oberfläche des Steines ein Stück fortgesprengt. Wegen des hohen Druckes konnte in den Senkkasten zeitweise nur 3 Stunden gearbeitet werden, wobei die Einschleusungszeit  $\frac{1}{2}$  Stunde, die Zeit für das Ausschleusen 1 Stunde betrug. Ernsthafte Erkrankungen stellten sich nicht ein. Die Absenkzeit des Kastens betrug zwei bis drei Wochen.

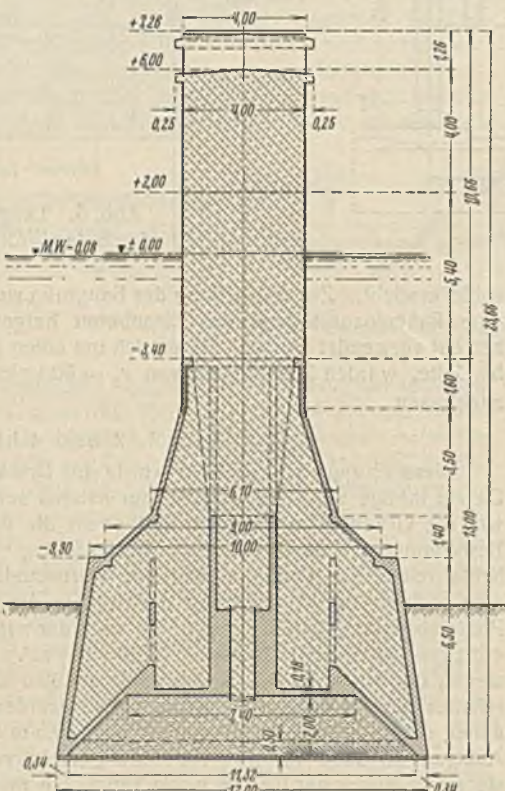


Abb. 8. Querschnitt durch einen Bremspfeiler.

### 3. Pfeiler 3 und 7.

Die beiden Bremspfeiler (Abb. 8), die ebenfalls im Druckluftverfahren gegründet wurden, hatten wegen der Beanspruchung auch durch Seitenkräfte erheblich größere Grundflächen der Senkkasten, und zwar für Pfeiler 7, den größeren der beiden,  $400 \text{ m}^2$ . Besondere Herstellungsgerüste im tiefen Wasser wären sehr teuer gewesen. Da aber andererseits Docks oder Stipanlagen nicht zur Verfügung standen, wurde für ihre Herstellung ein m. W. neuartiges Verfahren angewendet. Die Kasten wurden zunächst in ihrer vollen Höhe von 13 m auf einer bis zu 500 m von der Pfeilerbaustelle entfernt für den Dammbau aufgespülten Sandfläche auf + 0,8 m hergestellt (Abb. 9). Das Betriebsgewicht mit der aufgesetzten MAN-Schleuse betrug rd. 1500 t. Unter Berücksichtigung

der Stapel im Arbeitsraum betrug die Bodenpressung  $4 \text{ kg/cm}^2$ . Die Kasten wurden dann unter Druckluft auf — 2 m abgesenkt. Da dann der Bodenwiderstand zu groß wurde, wurden die über dem Arbeitsraum befindlichen Zellen mit Wasser gefüllt, und die Schneide von außen her frei gebaggert. In diesem Zustande wurden sodann die Kasten auf ihre



Abb. 9. Senkkasten für die Bremspfeiler auf dem aufgespülten Dammbau.

Schwimmtiefe von 6 m abgesenkt. Da der Sand in der Arbeitskammer verhältnismäßig fein war, wurde er zum Teil durch den inneren Überdruck der Arbeitskammer abgeblasen. Nach Erreichen der Schwimmtiefe wurden dann die Kasten frei gebaggert und durch Anhängen von Rund-eisen so austariert, daß sie in waagerechter Lage schwammen und durch den vorher zum tiefen Wasser gebaggerten Kanal zur Pfeilerbaustelle abgeschleppt werden konnten (Abb. 10). Das Absenken an der endgültigen Stelle geschah in einem Führungsgerüst ohne Spindeln in der bekannten Art. Auch hier wurde der Boden teilweise durch Ausblasen gefördert.



Abb. 10. Abschleppen eines Senkkastens der Bremspfeiler.

Als Senkkastenschneide dienten I-Eisen, an deren Unterseite der innere Flansch abgebrannt war. Ernsthafte Erkrankungen kamen auch hier nicht vor. Wie die Zwischenpfeiler wurden auch die Bremspfeiler mit Aristogen gestrichen. Die Auflagerbank liegt zwischen den Auflagerquadern der Brücken 1,26 m niedriger als die Quader, um Platz für den Durchgang des Brückenbesichtigungswagens zu schaffen. Der Pfeilerschaft ist mit 4 m Dicke, 1,6 m dicker als der der Zwischenpfeiler.

(Fortsetzung folgt.)

INHALT: Das neue Uferschutzwerk am Unterlande von Helgoland. — Neuere Kalschuppenbauten im Hamburger Hafen. — Neuer Getreidesilo im Hamburger Hafen. — Mittellandkanal und Elbe. — Die Brücke über den Strelasund.

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

<sup>2)</sup> Bautechn. 1933, Heft 6.