Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 16

Artikel: Schwimmende Getreide-Heber
Autor: Meyer, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52348

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schwimmende Getreide-Heber

Von Dipl. Ing. F. MEYER, in Firma Gebrüder Bühler, Uzwil

Die Konstruktion dieser schwimmenden Heber und deren Bau wurde auf Grund der Studien und Pläne, sowie der Patente der Firma *Gebrüder Bühler, Uzwil* ausgeführt. Diese betraute die Firmen Gebrüder Sulzer A. G., Winterthur, Maschinenfabrik Oerlikon und Rüegger & Co. A. G., Basel, mit der Ausführung der Spezialmaschinen, wie Dieselmotoren, Generatoren, Drehwerke, Winden und elektrische Einrichtungen. Der Bau der Schiffe und Türme wurde an eine holländische Schiffswerft vergeben.

Es ist für unser Land erfreulich, dass ein schweizerisches Unternehmen für den Bau einer derartigen schwimmenden Grossanlage in einem der bedeutendsten Häfen Europas als Generalunternehmer auftreten konnte. Dies beweist aufs neue das grosse Zutrauen, das unserer Schweizer-Industrie vom Ausland entgegengebracht wird.

In unserem Messeheft soll daher auch diesem markanten Schweizerwerk, das der Strom der Messestadt — so fern der Heimat, wie nur möglich — auf seinem alten Rücken trägt, ein besonderer Platz eingeräumt sein. Red.

Das meiste Getreide, das für Mitteleuropa bestimmt ist, kommt in Friedenszeiten auf Seeschiffen von 5000 bis 10 000 t Wasserverdrängung in den Häfen von Rotterdam, Antwerpen oder Hamburg an und wird hier von Getreidehebern in Binnenschiffe, die sog. «Leichter» mit einer Brutto-Tonnage von 300 bis 2000 t umgeschlagen. In seltenen Fällen werden Massengüter auch aus grossen Passagierdampfern wie der «New Amsterdam» mit einer Tonnage von 36 000 t entladen.

Während in früheren Zeiten das Getreide mit Körben aus den Schiffen getragen wurde, erfolgte die Entladung später mit an Seilen befestigten Körben und Kübeln, die durch Winden hochgezogen wurden. Eine weitere Entwicklung stellten die Greiferkrane dar, die jedoch schon Ende des vergangenen Jahrhunderts allmählich durch pneumatische Entladeanlagen ersetzt wurden. Diese saugen das Getreide aus dem Rumpf der Seeschiffe an und verteilen es nach einer zwischengeschalteten Verwiegung auf die Leichter. Das Korn wird durch einen Luftstrom von gegen hundertfachem Volumen im Verhältnis zum geförderten Getreidevolumen angesaugt, fast auf dessen Luftgeschwindigkeit, d. h. auf 20 bis 30 m/sec beschleunigt und dann im Abscheider des Umladehebers durch plötzliche Vergrösserung des Querschnittes wieder verzögert.

In den letzten Jahren wurde nun ein neues Transport-Prinzip entwickelt, das den Namen seines Erfinders *Redler* trägt. Mit dem Redler-Transporteur wird das Fördergut nur auf 1 m/sec beschleunigt bezw. entsprechend verzögert, wodurch es besonders schonend behandelt wird, sodass auch zartere, zerbrechlichere Massengüter, wie beispielsweise Hülsenfrüchte, Sojabohnen und spanische Nüsschen entladen werden können. Das Redlerprinzip besteht darin, dass eine Kette mit U-förmig gebildeten Querstegen sich in einem glatten Schacht aufwärts bewegt (Abb. 1 u. 2). Durch den eingetauchten Aufnahmefuss (Abb. 3) fliesst das Fördergut in den Redler, wo es ohne Becher oder Platte und ohne Mithilfe eines Luftstromes in die Höhe gefördert wird. Der Kraftbedarf ist dabei fünfmal kleiner als bei pneumatischer Förderung. Zudem entsteht kein Materialverlust durch Abgang von Staub, da nicht das hundertfache Luftvolumen mitgefördert, entstaubt und ausgeblasen wird.

Ausser grobkörnigen Materialien wie Kohle können aber auch die feinsten, granulierten Massengüter, wie Getreide, Griess, pulverisierte Kohle und dergleichen mit dem Vertikal-Redler hochgefördert werden. Dies beruht auf der verhältnismässig grossen inneren Reibung des Fördergutes, denn ganz allgemein gilt für Massengüter der Satz: Der Druck in einem Schacht oder in einer Silozelle gegen eine Unterlage nimmt bei wachsender Tiefe nur bis zu einem bestimmten Wert zu; ganz im Gegensatz zu Wasser. Haben wir ungefähr quadratischen Querschnitt, so ist dieser Grenzwert bei Getreide oder Materialien mit ähnlichem Schüttwinkel praktisch schon bei einer Schichttiefe von der nur 3 bis 4 fachen Länge der Seitenkanten des Quadrates erreicht, d. h. in einem Redlerschacht nimmt der Druck auf die Seitenwände und den Boden schon nach einer Tiefe von ungefähr einem Meter nicht mehr zu. Die Abstützkräfte auf die einzelnen Querstege genügen, um ein Heben der gesamten Materialsäule im Redlerschacht mit praktisch gleicher Geschwindigkeit wie die Kette selbst zu gewährleisten.

Die Idee des *schwimmenden Schiffsredlers* wurde im vergangenen Jahr im Hafen von Rotterdam verwirklicht. Bei dieser Anlage konnte, obwohl ihre Entladeleistung gegenüber den heute bestehenden grössten Hebern der Welt fast doppelt so gross ist,

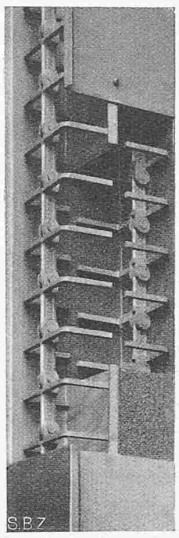

Abb. 2. Redler

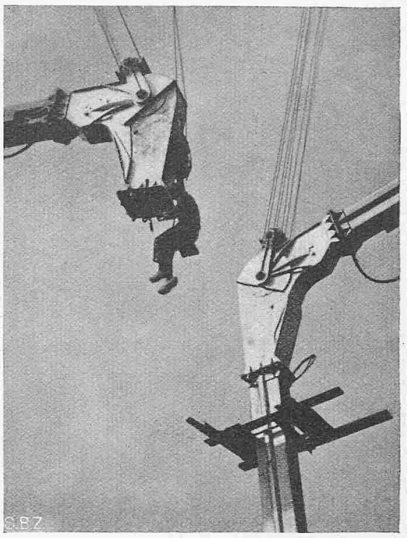

Abb. 4. Montage des Kniegelenks

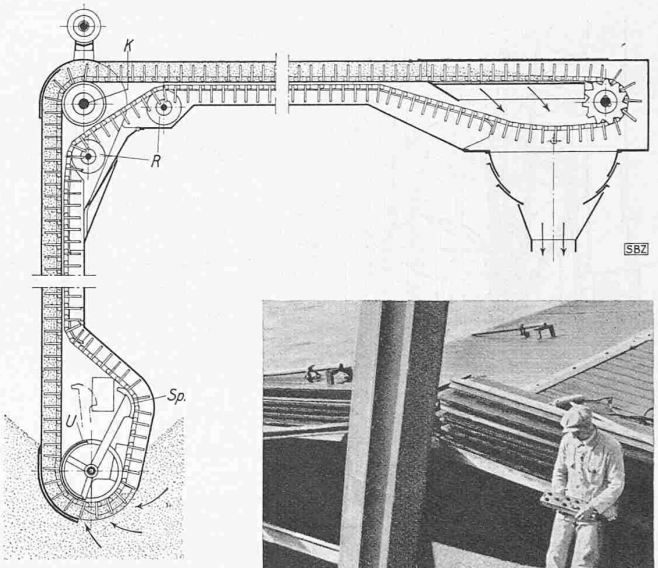

Abb. 1. Längsschnitt durch einen Schiffsredler (Abb. 2 entspricht einer andern, nicht der vorliegend beschriebenen Anlage)

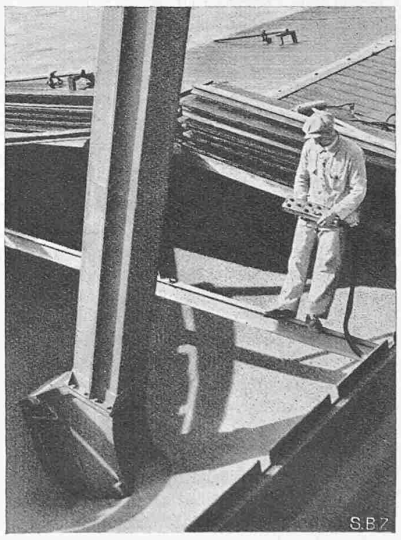

Abb. 3 (rechts). Aufnahmefuss und tragbares Kommandobrett für die Steuerung des Redlers

die Kraftzentrale kleiner konstruiert werden als bei den Anlagen mit ausschliesslich pneumatischer Entlade-Vorrichtung. Im Hinblick auf das in den Seeschiffen investierte Kapital ist die infolge der grossen Leistung erzielte kürzere Wartefrist als weiterer Vorteil zu werten.

Im vorliegenden Fall beträgt die zu überwindende Förderhöhe bei tiefster Stellung des Redlers 20 m. Die Materialsäule steigt mit etwa 1 m/sec und dem vollen Querschnitt des Förderschachtes von 230 × 390 mm in die Höhe. Der Trog, bezw. Schacht ist mit einem Kniegelenk (Abb. 4) versehen, um verschiedene Bewegungen, wie Heben, Senken und Schwenken zu ermöglichen. Abb. 1 zeigt, dass die beiden Trogstücke und die Kette um die Knie-Achse K schwenkbar sind. Die Förderkette wird über die zwei Umlenkrollen R leer wieder in die Tiefe geführt. Die besondere Anordnung dieser Rollen bringt den konstruktiven Vorteil, dass die sich durch die Gelenkigkeit des gesamten Redlers verlängernde und verkürzende Kettenlänge ausgeglichen wird. Nach dem Kniegelenk geht das Fördergut schräg oder horizontal weiter und fällt bei der nächsten Oeffnung am Ende der

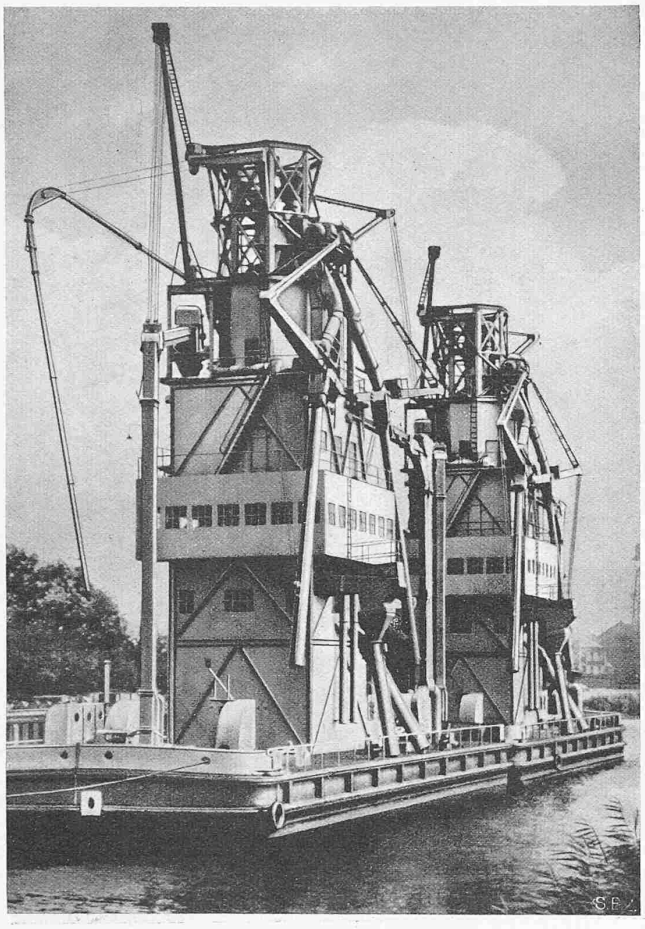

Abb. 6. Die beiden Heber von der Abgabe-Seite (Teleskoprohre). Zusammen 900 t Wasserverdrängung in Ruhe, 1300 t bei Vollast

Antriebstation durch einen kulissenförmigen Auslauf in einen Zwischenbunker des Schiffshebers.

Jede Schiffs-Entladeanlage verfügt sowohl über zwei Entladeredler, die eine Leistung von je 200 t/h besitzen, als auch über zwei pneumatische Anlagen für die Restentladung, die je 50 bis 60 t/h leisten. Jede Schiffsanlage, im folgenden kurzweg «Heber» genannt, leistet also total etwa 500 t/h. Es sind zwei solche «Heber» gleichzeitig gebaut worden (Abb. 5/7).

Arbeitsmöglichkeiten der Heber. In den meisten Fällen wird das Seeschiff vom einen schwimmenden Heber durch die beiden vordern Luken und vom anderen Heber gleichzeitig durch die beiden hintern Luken entleert (Abb. 5). Beim Entwurf der neuen Heber wurden aber die verschiedensten Verwendungsmöglichkeiten angestrebt. Dies gelang in erster Linie durch die vollständige Zweiteilung jeder der beiden Anlagen und den Einbau eines vielseitigen Klappenkastensystems. So ist es möglich, dass mit einem Heber gleichzeitig zwei verschiedene Materialien wie beispielsweise Weizen und Roggen entladen werden können. Beide Partien werden getrennt verwogen und gelangen entweder direkt durch das untere Teleskoprohr in den anliegenden Leichter oder durch den Ueberhebe-redler und das obere Teleskoprohr in ein aussenliegendes Schiff (Abb. 5 und 8). Die Waagen auf dem fünften Boden des Turmes sind an Pendeln aufgehängt; sie haben 3 t Fassungsraum und 600 t/h Leistung.

Die Anwendung des Klappenkastensystems gestattet den Umschlag der gesamten Leistung von 500 t/h vom Seeschiff direkt durch die unteren Teleskoprohre in die anliegenden Leichter, ferner den Umschlag der gesamten Leistung durch Verwendung stationärer Ueberhebe-Redler von Seeschiff zu Seeschiff oder auch in aussenliegende Leichter und den Umschlag der halben Leistung in einen anliegenden Leichter und der anderen Hälfte in einen aussenliegenden Leichter. Ein Pneumatikrüssel kann zusammen mit einem Entladeredler aus einer Luke fördern. Es ist aber auch möglich, dass beide Pneumatikrüssel zusammen mit einem Entladeredler das Produkt aus einer Schiffsluke entnehmen. Dabei ist stets die Zwischenlagerung in einem der zwei Hauptbunker mit einem Fassungsvermögen von je 60 t möglich, um, wenn nötig ohne die Entladung zu unterbrechen, die Leichter verholen oder auswechseln zu können.

Die momentane Spitzenleistung nach dem Verholen eines Leichters beträgt daher pro Heber 1000 t/h, indem stündlich rd. 500 t aus dem Seeschiff direkt und gleichzeitig rd. 500 t/h aus dem Bunker in den Leichter gefördert werden. Diese Leistung entspricht 100 Eisenbahnwagen pro Stunde oder einem Weizenstrom von 1 m Rohrdurchmesser bei einer Geschwindigkeit von $^1/_2$ m/sec.

Sollte eine Störung auftreten, indem sich das Material in den Hauptbunkern staut, weil beispielsweise für das Auswechseln der Leichter zu viel Zeit benötigt wird, so werden nach vollständiger Füllung die Waagen automatisch verriegelt. Die Zuführungsapparate selbst können jedoch noch weiterarbeiten bis sich auch die über den Waagen befindlichen Bunker von 22 t Inhalt (Abb. 8 und 9) zu füllen beginnen. Dies wird angezeigt durch Aufleuchten einer roten Lampe, sowohl im Waagenraum als auch auf dem tragbaren Kommandobrett (Abb. 3) des Schiffsredlers, und dient als Zeichen dafür, dass die Entladung verlangsamt werden soll. Sobald die Vorbunker ebenfalls gefüllt sind, werden automatisch die Redlermotoren abgestellt. Das Aufleuchten der Lampen und das Abstellen der Motoren wird durch einen Membranschalter bewirkt.

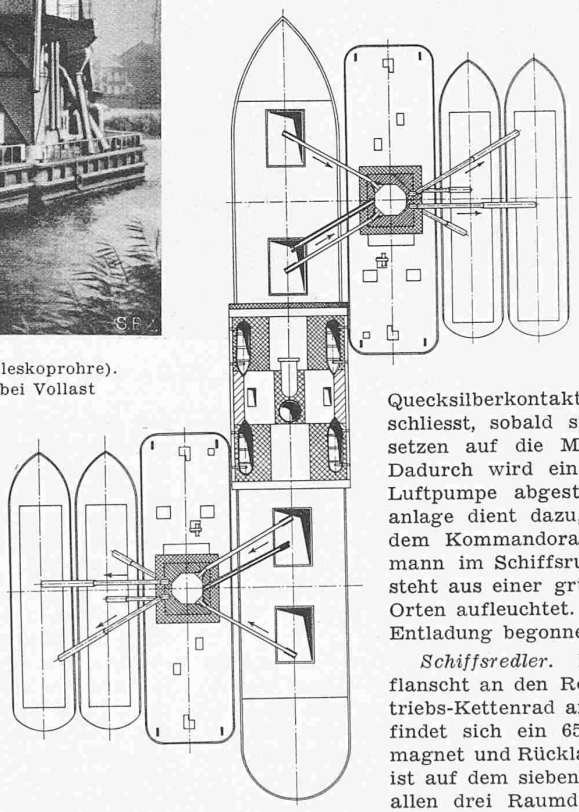

Abb. 5. Ein Seeschiff wird durch zwei Heber gleichzeitig entladen

Eine ähnliche Vorrichtung ist auch in jedem Rezipienten der Pneumatik eingebaut. Zufolge der grossen Druckdifferenzen musste man hier an Stelle der Membranschalter staubdichte, freibewegliche Kontaktbirnen verwenden. Diese Birnen besitzen einen Quecksilberkontakt, der den Stromkreis schliesst, sobald sich die Birne durch Aufsetzen auf die Materialsäule schräg stellt. Dadurch wird ein Magnet betätigt und die Luftpumpe abgestellt. Eine weitere Signalanlage dient dazu, die Verbindung zwischen dem Kommandoraum und dem Bedienungsmann im Schiffsrumpf herzustellen und besteht aus einer grünen Lampe, die an beiden Orten aufleuchtet. Sie zeigt an, dass mit der Entladung begonnen werden kann.

Schiffsredler. Der Redlertrog ist angeflanscht an den Redlerkopf, in dem das Antriebs-Kettenrad arbeitet. Auf dem Kopf befindet sich ein 65 PS-Motor mit Bremslüftmagnet und Rücklaufbremse. Der Redlerkopf ist auf dem siebenten Boden des Turmes nach allen drei Raumdimensionen gelenkig angeordnet (Abb. 10). Das erste horizontalachsige Gelenk senkrecht zur Redlertrogaxe ist bedingt durch das Heben und Senken der Redler. Diese Bewegungen werden mit je einer 10 t-Elektrowinde ausgeführt. Das zweite Horizontal-Gelenk senkrecht zum ersten ist bedingt durch das Schwanken des Schiffes. Ferner muss der Redler auch um die vertikale Axe schwenkbar sein, damit er von der Ruhelage in die Arbeitslage gebracht werden kann. Diese Schwenkung besorgt ein Drehwerk, das von einem Elektromotor mit Rutschkupplung in Gang gesetzt wird. Der Rahmen des Drehwerkes umschliesst die Antriebstation und ist oben durch einen vertikalen Zapfen und unten durch ein Hals- und Spurlager auf dem Turmgerüst abgestützt. Das Ablaufrohr des Redlers, das der grossen Leistung entsprechend einen Durchmesser von 50 cm aufweist, geht durch dieses untere Spurlager hindurch.

Horizontalredler. Die unteren Teleskoprohre sollen auch breitere Leichter gleichmässig beschicken können. Um dies zu erreichen, wurde zwischen die Waage und das eine Rohr im vierten Stockwerk ein Horizontalredler eingeschaltet, wodurch an der gesamten Turmhöhe etwa 3 m eingespart werden konnten (Abb. 8). Die Leistung dieses Redlers beträgt 600 t/h. Bei der

Horizontalförderung werden an Stelle der U-förmig gebogenen nur gerade Querstege verwendet. Wird nun die Kette durch das Fördermaterial gezogen, so bildet sich zwischen jedem Quersteg gewissermassen ein Teppich, auf dem sich die darüberliegende Fördergutschicht ähnlich wie auf einem Band liegend vorwärts bewegt.

Steuerung der Entlade-Redler. Die Steuerungen der Höhe, der Senk- und Schwenkbewegungen können vom Kommandoraum aus vorgenommen werden, der sich in einer Ecke des Waagenraumes zwischen der Fensterreihe befindet, von wo aus die Manipulationen bei kleinern Schiffen oder beim Einführen in grosse Schiffe leicht überblickt werden können, oder aber mit einem tragbaren Kommandobrett (Abb. 3) zu unterst im Raum des Seeschiffes. Das Kommandobrett besitzt verschiedene Druckknöpfe. Mit einem dieser Knöpfe kann der Bedienungsmann den Redler mit der 10 t-Winde heben oder senken, mit einem andern den ganzen Schiffsredler nach links oder nach rechts lenken. Die Abb. 3 zeigt die Löschung eines Leichters, denn Ladungen, die in Leichtern flussabwärts kommen, können auch in Seeschiffe umgeschlagen werden.

Pneumatische Förderanlage. Die Grundlage der Pneumatik bildet ein in einer Rohrleitung geführter Luftstrom mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 bis 30 m/sec (zum Vergleich: Sturmwind = 15 m/sec). Für die Wahl der Luftgeschwindigkeit legt man die sog. Schwebegeschwindigkeit zugrunde, das heisst diejenige Geschwindigkeit eines aufsteigenden Luftstromes, bei der sich ein darin befindliches Materialteilchen gerade noch im Gleichgewicht befindet. Die Fördergeschwindigkeit wird dann 2 bis 3 mal grösser als die Schwebegeschwindigkeit gewählt.

Im vorliegenden Fall dient die Pneumatik zur Restentladung aus den Ecken und anderen schwer zugänglichen Räumen des Seeschiffes. Das Getreide wird dann durch die flexiblen Saugrüssel von 175 mm Durchmesser angesaugt und durch Stahlrohre in die Rezipienten auf dem siebenten Boden des Turmes geleitet, wo es infolge der verminderten Luftgeschwindigkeit abfällt. Eine Zellenradschleuse an der untern Seite der trichterförmigen Rezipienten sorgt dafür, dass das Getreide ausfliessen kann, ohne dass Luft in die Rezipienten gelangt. Unterhalb der Schleuse gelangt das Getreide in die Waagen und wird dem Kreislauf des übrigen Getreidestromes zugeführt. Die Luft hingegen wird aus dem oberen Teil des Rezipienten abgesaugt, in Zyklonen gereinigt und gelangt dann durch die Pumpe im Maschinenraum und eine Rohrleitung im oberen Teil des Turmes ins Freie.

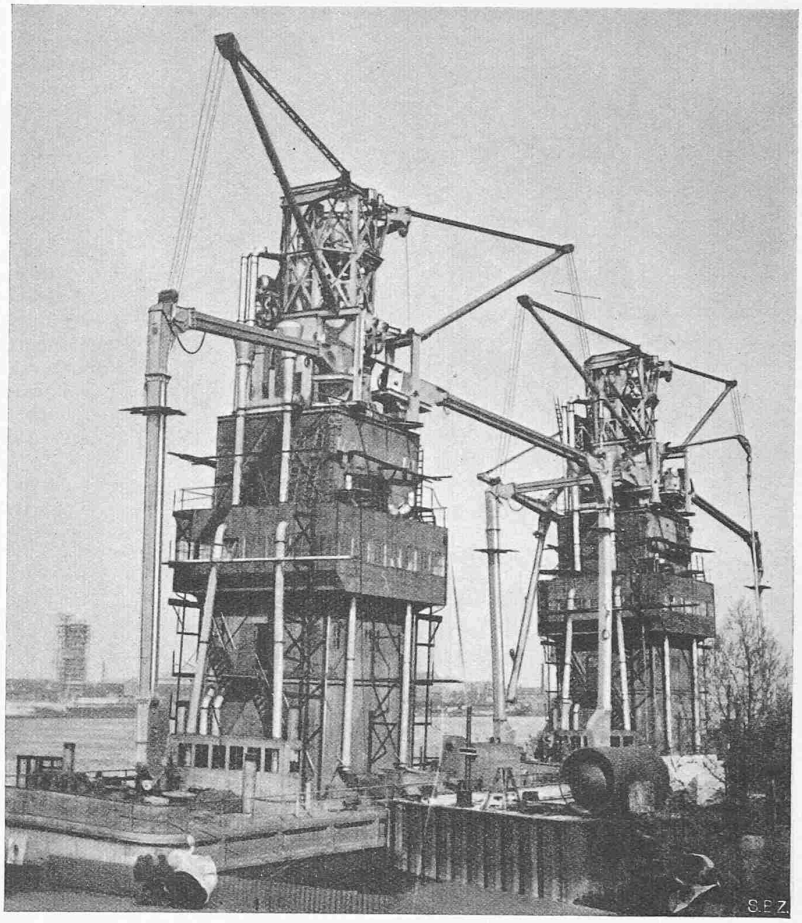

Abb. 7. Die Heber in Montage, von der Aufnahmeseite (Redler und Saugrohre)

An *Hebewinden* sind pro Heber zwei Elektro-Flaschenzüge von 10 t Tragkraft für die beiden Schiffsredler, ferner weitere acht kleinere Elektrozüge für die Teleskoprohre und die pneumatischen Förderrohre angeordnet. Diese Elektro-Flaschenzüge beanspruchen wenig Raum und sind infolge ihrer geschlossenen Ausführung für den Betrieb am Meer geeignet.

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit des Betriebes und den Wert des Objektes wurde auf Betriebsicherheit im Allgemeinen und besonders auf die Sicherheit der Aufhängevorrichtungen der grösste Wert gelegt. Sämtliche tragenden Teile bestehen aus Stahl, beziehungsweise aus Elektro-Stahlguss. Die Zähne sind aus dem Vollen gefräst, das Getriebe läuft im Oelbad, die schnellaufenden Wellen beziehungsweise Räder besitzen Kugellager, während die langsam laufenden Wellen in Phosphor-Bronze-Büchsen gelagert sind. Die Drahtseile sind in Spezialkonstruktion mit rund zehnfacher Sicherheit hergestellt. Sie sind überdies getrennt an Waagenbalken befestigt, sodass selbst wenn ein Strang reissen sollte, die Last nicht abstürzen kann, sondern noch mit genügender Sicherheit am andern Seilstrang hängen bliebe. Auch bei einem Stromausfall würde die Last durch das Einfallen der Bremse sofort gehalten. Im einen Seilstrang ist ferner eine auf den normalerweise maximalen Seilzug vorgespannte Druckfeder eingebaut, die bei Ueberbelastung eine Verlängerung des Seiles bewirkt und damit durch Betätigung eines elektrischen Schalters den Elektrozug abstellt.

Die grossen Teleskoprohre besitzen eine ähnliche Vorrichtung. Hier kann die Ueberbelastung auch vom zunehmenden Tiefgang des zu beladenden Schiffes durch ständige Füllung mit Material herrühren. Es wird daher in diesem Fall nicht nur der Elektrozug, sondern auch der Motor des stationären Vertikalredlers abgestellt. Eine Seilspannvorrichtung und besondere Schlappseilsicherungen verhindern ein schräges Aufrollen oder Losewerden der Seile. Die 10 t-Elektrozüge sind ferner mit Feingang ausgebildet. Dieser arbeitet mit $^1/_{10}$ der normalen Arbeitsgeschwindigkeit, das heisst ungefähr so rasch, wie sich der Redler in das Fördergut einarbeitet.

Die *Steuerung der Elektrozüge* erfolgt durch Druckknopfschalter, die die Wendeschützen betätigen, die getrennt in der Nähe der Elektrozüge aufgestellt sind. Die Schützen sind mechanisch verriegelt, was Fehlbedienungen ausschliesst. Bei der Konstruktion dieser Elektrozüge wurde auf eine gute und betriebsichere Arbeitsweise, auch bei Schrägstellungen, geachtet. Der Steuerstrom wird normalerweise direkt dem Hauptnetz entnommen. Dabei wird die Spannung von 400 V durch einen Transformator von 3 kVA auf 72 V reduziert. Die Mitte der sekundären Wicklung ist geerdet, sodass gegen die Erde eine für das Bedienungspersonal harmlose Spannung von nur 36 V auftritt. Mit der gleichen Vorrichtung werden auch die Beleuchtungsanlagen gespeist. Ebenso sind auch die Motoren und Apparate, sowie das Schaltbrett vorschriftsgemäss an die Schiffshaut geerdet. Für die höchste und tiefste Lage der Rohre sind Endschalter vorgesehen. Diese liegen im Hauptstromkreis, sodass, wenn ein Schütz kleben bleiben sollte, der Strom beim Erreichen der Endstellung trotzdem abgeschaltet wird. Die Redler-Aufnahmefüsse sind ausserdem noch mit besonderen Tiefentastern ausgerüstet; durch diese wird beim Aufsetzen des Redlers auf den Schiffsboden der Strom automatisch ausgeschaltet.

Auf dem *Deck* des Schiffes (Abb. 9), das heisst auf der Fläche von 32 × 12 m, ist nach Möglichkeit nach grosser Freiheit getrachtet worden. Verglichen mit den früheren Anordnungen befinden sich nur wenige Apparate auf Deck, damit bei den Manipulationen zwischen Seeschiffen und Leichtern grösste Bewegungsmöglichkeit für die Mannschaft besteht. Ausser den normalen Oberlichtern für die Maschinen- und Bodenräume befinden sich auf Deck nur die Entlüftungsrohre, Materialkästen, Anker- und Doppel-Verholwinden.

Die *Ankerwinden und Verholwinden* besitzen eine Kettenscheibe für 24 mm Stegkette, die die 500 kg schweren Anker

Schwimmende Getreideheber im Hafen von Rotterdam. — Konstruktion von Gebrüder Bühler, Uzwil (Schweiz)

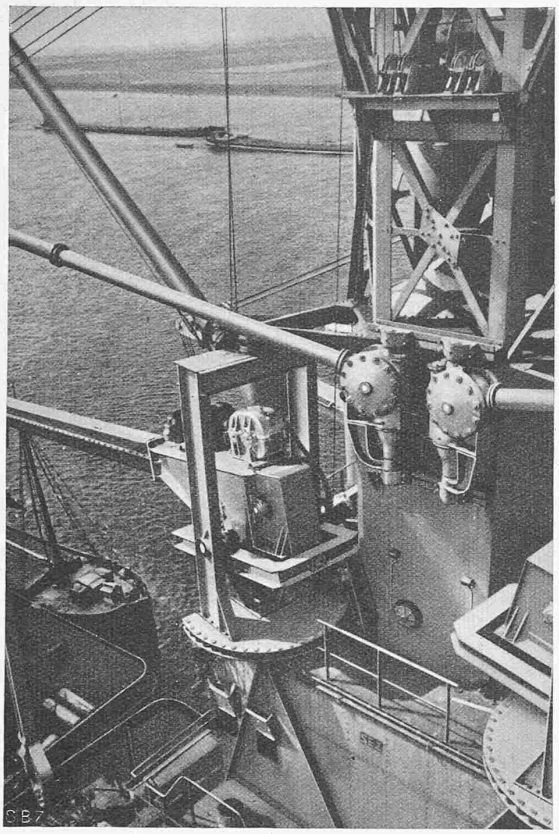

Abb. 10. Allseitig gelenkiger Anbau des Redlers am Schiff (7. Boden) Links unten der Redlerfuss, auf dem Redlerkopf der 65 PS-Motor. Der obere Zapfen des Drehwerks ist verdeckt durch eines der Pneumatik-Saugrohre, deren Gelenkanschlüsse deutlich sichtbar sind

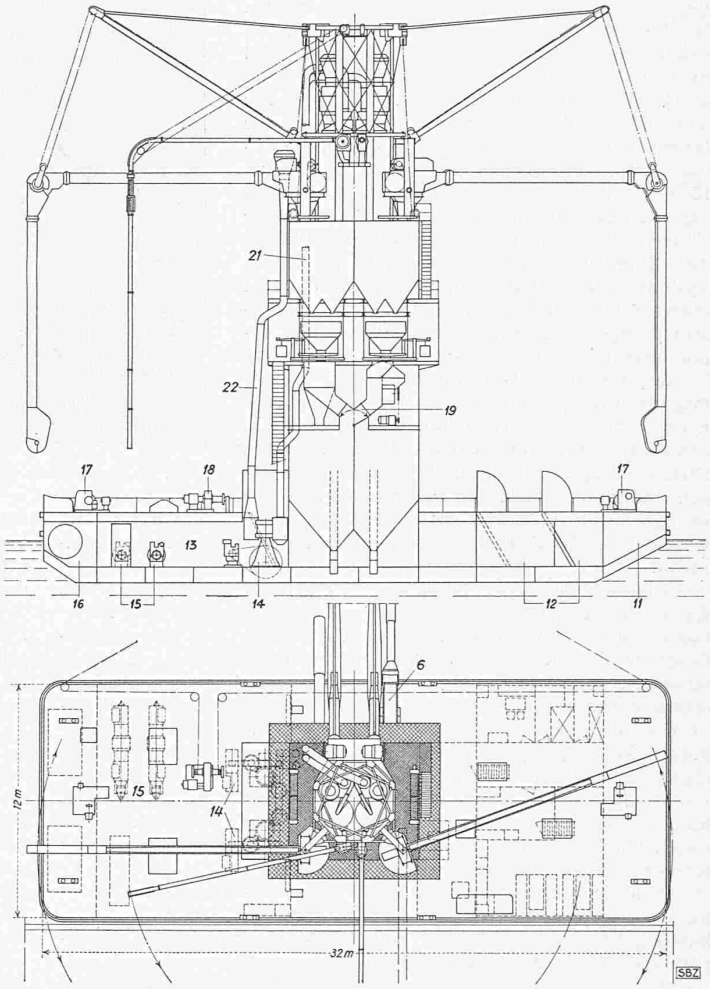

Abb. 9. Grundriss und Längsschnitt eines Hebers, 1 : 350

Legende: 1 Schiffsredler Aufnahmefuss, 2 Schiffsredler Antriebstation, 3 Pneumatik Saugrüssel, 4 Vorbunker, 5 Waagen, 6 Horizontal-Redler, 7 Hauptbunker, 8 Ueberhebe-Redler, 9 Teleskoprohre, 10 Trimmtank, 11 Vorderpiek, 12 Mannschaftsraum, 13 Maschinenraum, 14 Luftpumpe mit Dieselantrieb, 15 Diesel-Generator-Gruppe, 16 Achterpiek, 17 Ankerwinde, 18 Verholwinde, 19 Klappen-Kasten, 20 Pneumatik-Rezipient, 21 id. Saugrohr, 22 id. Auspuff, 23 Fallrohr für Fremdkörper

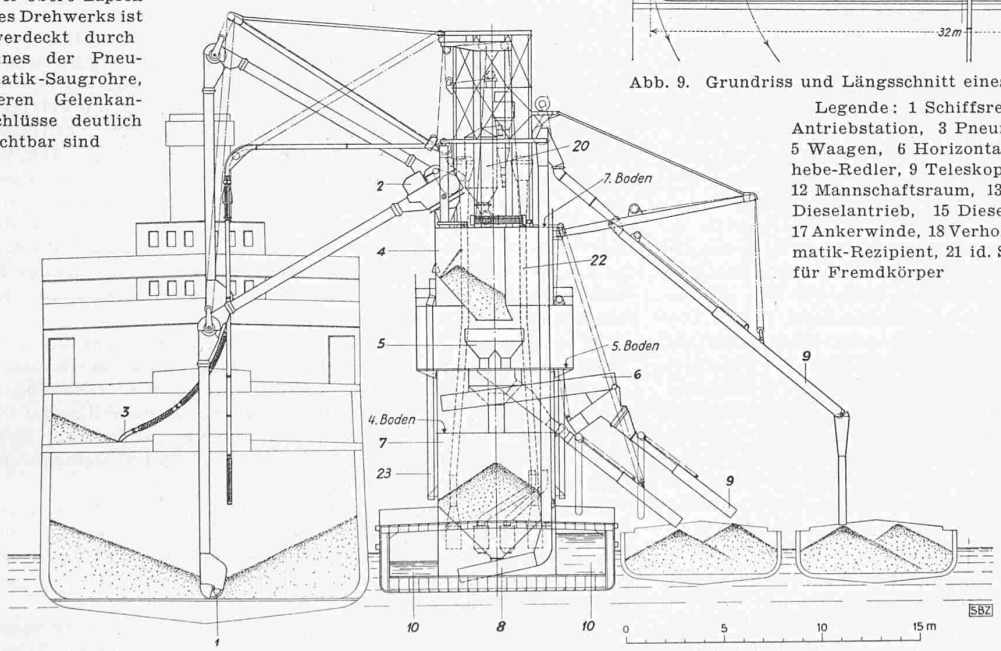

Abb. 8. Querschnitt 1 : 350 durch Seeschiff, Entladeheber und zwei Leichter

trägt. Diese Scheibe ist mit einer Schraubenbremse versehen und ausschaltbar, damit die Verholköpfe auch bei stillstehender Kettenscheibe verwendet werden können. Die Zugkraft an der Ankerkettenscheibe beträgt 4 t bei einer Ankergeschwindigkeit von 11 m/min. An der Motorseite jeder Winde befindet sich ein schnellaufender und auf der anderen Seite ein langsam laufender Verholkopf. Die Bedienung geschieht mittels einer Reibungskupplung, die bei Ueberbelastung (z. B. wenn der Anker zu weit in die Klüse eingeholt würde) als Rutschkupplung arbeitet. Ein Wendegetriebe ermöglicht es, die Drehrichtung der Kettenscheibe zu wechseln. Der Antriebmotor ist ein Drehstrommotor mit Kurzschlussläufer 16 PS, 1000 U/min, 400 V. Er wird mittels eines elektromagnet. Schalters mit Thermorelais betätigt. Dieser Schalter unterbricht den Stromkreis bei dauernder Ueberbelastung, kann aber 5 Minuten auf Vollast bleiben, ohne unzulässig hohe Temperaturen des Widerstandes zu erreichen.

Kraftzentrale. Für die Speisung der beiden 65 PS-Schiffsredler-Motoren, der zwei 65 PS stationären Redlermotoren und der im ganzen System vorhandenen weiteren 32 Antriebmotoren wird Drehstrom von 400 V verwendet. Vier Dieselmotoren sind zu zwei Generator-Aggregaten vereint (Abb. 11). Diese Unterteilung gestattet es, mit einem solchen Zwillings-Aggregat eine komplette Redler- und Pneumatik-Anlage unter Vollast mit Strom zu versorgen; anderseits kann aber auch nur ein Dieselmotor der Zwillingsgruppe mit Vollast in Betrieb gehen bei allfälliger Revision des zweiten Dieselmotors.

Für alle sechs *Dieselmotoren* (zwei für Luftpumpen, vier für Generatoren) wurden im Hinblick auf die leichte Auswechselbarkeit der Ersatzteile genau die gleichen Typen und Grössen

gewählt: Vierzylindrige Sulzer-Zweitakt-Dieselmotoren von 90 PS bei 1050 U/min mit gegenläufigen Kolben [1]). Diese Motoren zeigen im Betrieb fast keine Erschütterungen, sie brauchen nur ein leichtes Fundament, sind niedrig, kompakt und benötigen im Verhältnis zur Leistung wenig Platz. Ein weiterer Vorteil des Systems liegt darin, dass der lange, eine gute Ausnützung der Verbrennungsgase gewährleistende Hub auf zwei Kolben aufgeteilt wird, dass also die Geschwindigkeit des einzelnen Kolbens auch bei hoher Tourenzahl klein und somit die Abnützung der Zylinderlaufbahn gering ist. Zu jedem Zylinder gehört eine Spülluftpumpe, die von einem Schwinghebel angetrieben wird. Brennstoffpumpen und Regulator sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Durch ein kurzes, spielfreies Gestänge wird eine präzise Regulierung gewährleistet. Als interessante Einzelheit der Diesel-Lufteinsaugöffnung sei erwähnt, dass der Lufteintritt durch enge Düsen erfolgt. Dadurch, dass eine hohe Geschwindigkeit erzielt und das pulsierende Ansauggeräusch gedämpft wird, bewirkt diese Anordnung eine wesentliche Herabsetzung der Schallentwicklung im Maschinenraum.

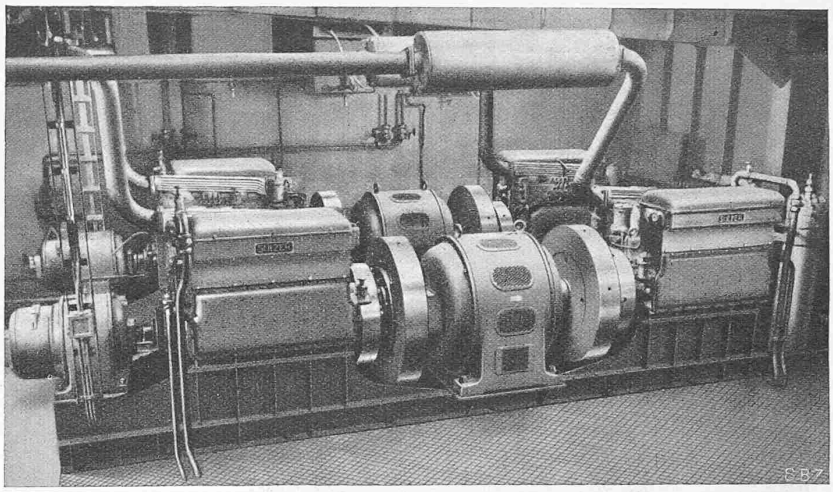

Abb. 11. Die beiden Zwillingsdiesel-Generatorgruppen mit Erreger

Das Anlassen der Dieselmotoren erfolgt durch Druckluft. Zu diesem Zwecke sind drei von den sechs Motoren mit Hilfskompressoren ausgerüstet, die zum Aufladen der drei Anlassflaschen dienen. Die Flaschen sind unter sich und mit jedem einzelnen Motor verbunden. Alle sechs Dieselmotoren sind an einem gemeinsamen Kühlwassersystem angeschlossen. Es zirkuliert immer das selbe Wasser, das in einem Röhrenrückkühler mittels Seewasser gekühlt wird und sehr geringe Ausscheidungen ergibt. Eine elektrisch angetriebene Zahnradpumpe fördert das nötige Seewasser, während eine Zentrifugalpumpe für die Zirkulation in den Motoren und im Sekundärkreis des Rückkühlers sorgt. Um Betriebstörungen vorzubeugen, ist noch ein komplettes Reservepumpen-Aggregat eingebaut.

Jede Doppelgruppe entwickelt eine Leistung von 180 PS an der Generatorwelle. Die Generatoren von 165 kVA Nennleistung bei $\cos\varphi = 0{,}7$ sind mit den Motoren elastisch gekuppelt und mit je zwei Schwungrädern ausgerüstet, die bei auftretenden grossen Stromstössen die Dieselmotoren unterstützen und Frequenz und Spannung der Kraftzentrale beim Einschalten und Anlaufen der 65 PS Kurzschlussanker-Redlermotoren ausgleichen. Die Generatoren sind mit einer automatischen Spannungsregulierung ausgerüstet, die beim Auftreten grosser Lastspitzen kurzzeitig die maximal verfügbare Erregerspannung des überdimensionierten Erregers auf das Generatorpolrad schaltet und damit den vorübergehenden Generatorspannungsabfall in Grösse und Zeitdauer gegenüber den sonst üblichen Spannungsregulierungen auf ein Minimum bringt, das für den sicheren Weiterlauf der bereits belasteten Motoren ausreicht. Die gleichmässige Blindlastverteilung auf die zwei Generatoren wird durch die statischen Spannungsregler mit Stromwandlerkompensation und die Synchronisierung der Stosserregungsschütze für Parallelbetrieb der Generatoren sichergestellt. Um das Parallelschalten der beiden Generatoren zu erleichtern, sind die Drehzahlregler der Dieselmotoren mit Steuermotoren ausgerüstet, die von der Schalttafel aus zwecks Fernsynchronisierung betätigt werden können.

Zwei *Luftpumpen* erzeugen das zum Ansaugen des Getreides nötige Vakuum. Es sind vertikalachsige, beidseitig wirkende Kolbenpumpen mit 78 m³/min Luftförderung bei 4000 mm Wassersäule und 210 U/min. Bei der Konstruktion musste besonders auf die staubige und sandhaltige Luft Rücksicht genommen werden. Ein Schmieren der Zylinderflächen ist nicht möglich, weshalb die Dichtung der Kolben- und Zylinderflächen lediglich durch Labyrinthkanäle geschieht. Der Kolben wurde aus einem Stahlblechgerippe hergestellt, um ein geringeres Gewicht und grösste Festigkeit zu erreichen. Der Kreuzkopf besteht aus Stahlguss und die Kreuzkopfgleitbacken aus Simdural. Je ein Dieselmotor betätigt eine Vakuum-Luftpumpe durch direkten Antrieb mit Keilriemen auf das Schwungrad (Abb. 12).

Die *Schiffskörper* der Heber (Abb. 9 und 13) sind unterteilt in vier wasserdicht voneinander getrennte Abteilungen: Vorderpiek, Mannschaftsraum, Maschinenraum und Achterpiek. Der Mannschaftsraum besteht aus vier möblierten Zimmern und einer Küche; er enthält auch die Zentralheizung sowohl für die Wohnung der Familie des Schiffswartes als auch für den Maschinen- und Waagenraum. An Steuerbord und Backbord sind die Trimmtanks angeordnet, Vorder- und Achterpiek enthalten Trinkwasserbehälter von 4 m³ und Brennstoffbehälter von 16 m³. Die Boden- und Seitenspanten, sowie die Aussenhaut sind geschweisst, während die hohen Längs- und Querspanten vernietet sind. Besonders starke Fundamente sind für die Dynamogruppen und Pumpen vorgesehen.

Der *Turm* weist eine Höhe von 28,50 m auf und ist unterteilt in acht Stockwerke. Er ist statisch berechnet unter Annahme einer Windstärke von 100 kg/m². Seine Profileisenkonstruktion wird verstärkt durch die Blechseitenwände, die statisch mittragen helfen. Der Turm ist bis zu unterst in die Spanten des Schiffsraumes selbst verankert.

Auf der einen Seite des Turmes sind die beiden Teleskoprohre, auf der andern Seite die zwei Schiffsredler angeordnet. Die letztgenannten besitzen ein Gewicht von je 12 t, und ihr Schwerpunkt bewegt sich je nach ihrer Stellung in Abständen von 3 bis 10 m seitlich der Schiffsaxe. Die Abmessungen der Pontons sind jedoch so gehalten, dass auch im ungünstigsten Fall stets eine positive metazentrische Höhe vorhanden ist; sie beträgt im normalen Betriebszustand etwa 1 m. Um die Vertikallage des Turmes auch bei ausgeschwenkter Stellung der Redler zu gewährleisten, ist unter dem Turm eine *Trimmanlage* (Abb. 13) mit einer Leistung von 10 000 l/min eingebaut. Die Wasserballasträume beidseitig der Schiffe haben zusammen ein Volumen von 165 m³. Die jeweilige Neigung des Turmes wird im Maschinenraum durch ein Klinometer angezeigt. Die vertikale Stellung des Turmes muss eingehalten werden, weil die dort eingebauten Verwiege-Vorrichtungen während des Arbeitszustandes nur Neigungen bis zu wenigen Graden zulassen.

Akkumulatoren. In einem gegen den Maschinenraum gasdicht abgeschlossenen Raum sind die Akkumulatoren-Batterien von 36 Akkumulatorenzellen (420 Ah) angeordnet. Diese Batterien unterhalten die Elektrizitätsversorgung bei Stillstand des Schiffes. Für ihre Aufladung ist ein Trockengleichrichter montiert, der mit Drehstrom 400 V von der Sammelschiene der Schalttafel aus gespeist wird.

Lenzanlagen. Um das sich langsam sammelnde Leckwasser abzuleiten, sind nach Vorschriften des Schiffsbaues zwei voneinander unabhängig arbeitende Lenz-Vorrichtungen angebracht worden: Eine Vertikalpumpe mit Motorantrieb und für den Notfall eine Handpumpe.

Die Bauausführung und ihre Ueberwachung. Eine internationale Kontrollgesellschaft, die Ingenieure verschiedenster Branchen in allen Ländern der Welt unterhält, hat die Arbeiten ständig überprüft. Ein Fachmann des Schiffsbaues wurde wöchentlich auf die Schiffswerft beordert, wo er regelmässig aus dem Rohmaterial Proben entnahm, Festigkeitsmessungen machte und die fachmännische Montage des Schiffskörpers überwachte. Dieses Kontrollorgan führte auch einen Krängungsversuch durch, wobei das Metazentrum durch Messen des Winkels der Schrägstellung und unter Berücksichtigung des einseitig aufgelegten Gewichtes empirisch bestimmt wurde, um die bei der Konstruktion rechnerisch ermittelten Stabilitätswerte zu prüfen. Auch die Hauptteile der Diesel- und Generatorenanlagen wurden während der Fabrikation kontrolliert; so tragen heute

[1]) Siehe SBZ Bd. 110, S. 178* (1937); Bd. 114, S. 119* (1939); Bd. 119, S. 149* (1942), sowie STZ vom 14. März 1940.

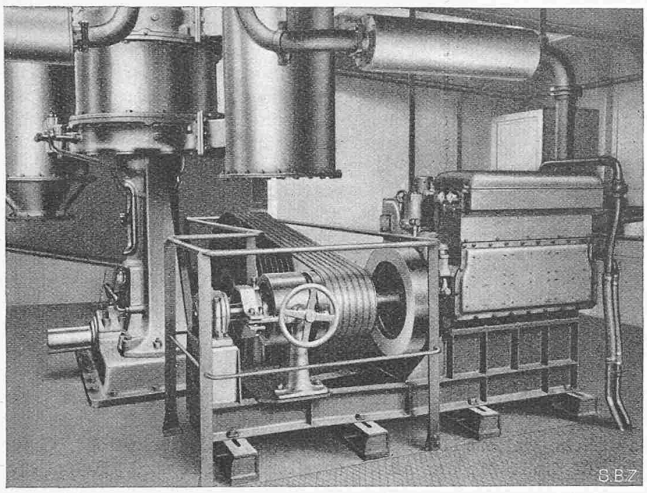

Abb. 12. Luftpumpe (1 in Abb. 13) mit Sulzer-Dieselantrieb (2)

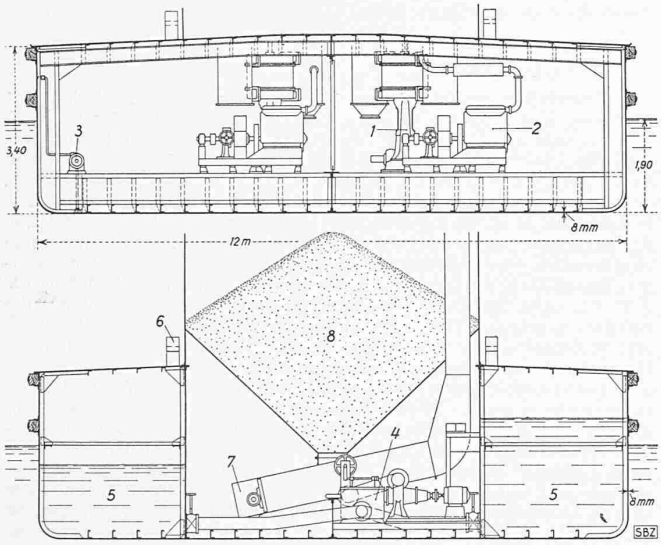

Abb. 13. Querschnitt 1 : 140 durch einen Schiffskörper
1 Kolbenluftpumpe, 2 Antriebmotor 90 PS, 3 Lenzpumpe, 4 Trimmpumpe, 5 Trimmtank, 6 Entlüftung, 7 Aufnahmefuss des Ueberheberedlers, 8 Hauptbunker

Kurbelwellen und Kolbenstangen eingeschlagene Kontrollmarken. Ferner wurden diese Ingenieure mit der Prüfung der Dieselmotoren, Generatoren und Elektromotoren in Bezug auf Leistung, minimalen Oelkonsum, Wirkungsgrade und Wärmeverluste beauftragt. Die Gutachten dieser Fachingenieure leisten beim Abschluss von Betriebs-Versicherungen gute Dienste.

Zusammenfassung. Wie aus obigen Ausführungen hervorgeht, wurden ausser der grundsätzlichen Neuerung, bestehend in der Hauptentladung mit Redlern statt mit Pneumatik, auch die moderne Technik im Bau der Kraftzentrale, der Entstaubungsanlage, der Verholwinden und der Steuerungen berücksichtigt. Die wichtigsten *Vorteile* der Anlage lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Stündliche Entladeleistung von 500 t pro Heber, also beinahe die doppelte Leistung der grössten bisher in der Welt arbeitenden Heber.
2. 60 t Zwischenbunkerung, die auch während der Verholzeit der Leichter ein ununterbrochenes Arbeiten in den Seeschiffen ermöglicht, wodurch eine momentane Beschickung der Leichter mit 1000 t/h erreicht wird.
3. Möglichkeit, auch brüchigere Massengüter zu entladen.
4. Rd. fünfmal kleinerer Kraftbedarf bei Redlerförderung als bei pneumatischer Entladung, gerechnet pro t Entladegut.
5. Kleinere Kraftzentrale, da weniger Kraftbedarf.
6. Dieselelektrogruppen statt Dampfkessel mit Kohlenfeuerung.
7. Grosse Reservemöglichkeit zufolge Unterteilung der Diesel-Generator-Gruppen in kleine Aggregate.
8. Leichtere Bedienung, da die Aufnahmeredler durch Fernsteuerung elektrisch betätigt werden und der grösste Teil der Manipulationen mit schweren Pneumatikschläuchen entfällt.
9. Staublose Aufnahme und Abgabe des Materials.
10. Kein Materialverlust bei der Redlerentladung, da nicht das hundertfache Luftvolumen mitgefördert, entstaubt und ausgeblasen wird.
11. Gleichzeitige Entladung zweier verschiedener Getreidesorten, da pro Heber zwei ganz getrennte Entladevorrichtungen, Bunkerungen und Verwiege-Vorrichtungen symmetrisch in Zwillingsanordnung vorgesehen sind.
12. Geringere Anschaffungskosten pro umgeschlagene Tonne gegenüber den früheren Konstruktionen.

Die Bedeutung der Technik in der Baukunst

Von Arch. H. PLATZ, Dozent E.T.H. Zürich

I. Die Bautechnik an der Schweizer Mustermesse

Während die verschiedenen anderen Abteilungen der Messeveranstaltung im allgemeinen das rege Interesse der breiten Masse der Messebesucher erwecken, vermögen die Darbietungen der Baumesse meistens nur die Baufachleute und allenfalls einige Bauherren anzulocken. Eine gute, schön präsentierte Armbanduhr, ein hübsches Kostüm in geeigneter Umgebung, eine gemütvolle Zimmereinrichtung bannen ganze Schwärme von Schaulustigen, wogegen die neueste und nützlichste technische Einzelheit höchstens den Spezialisten zum Studium reizt. Weshalb herrscht die geringe Teilnahme an den technischen Dingen der Bauentwicklung, die doch nicht minder unser Wohlergehen und unsere Finanzen beeinflussen, als Kleider und Hausrat?

Die Baumesse oder Baumusterschau ist bei uns — wie auch anderswo — stets ungefähr gleich aufgezogen: Es sind fast ausschliesslich technische Einzelheiten geboten, die öfters namhafte Vorteile aufweisen wie Fensterverschlüsse, Fussboden- und Wandbeläge, Mauer- und Wandkonstruktionen, Deckenbildungen, Dacharten, Kamine usw. Die Musterstücke sind manchmal thematisch, manchmal zufällig aufgereiht z. T. in der Halle VIII, z. T. im Freiraum, aber zunächst nur auf ihre besondere technische Eigenschaft hin gekennzeichnet. Neben erfinderisch guten Neuheiten, die Eingang ins praktische Bauen finden, fallen andere Vorschläge auf, die in ihrer Anwendung nicht das halten, was der Erfinder verspricht. Auch ist bei den meisten Darbietungen deren Verhältnis zur baulichen Umwelt in technischem und schönheitlichem Sinne oft wenig abgeklärt.

Es drängt sich die Frage auf, ob die aufgewendete Energie und Forscherarbeit, die viele Vorschläge in sich tragen, nicht viel mehr als bisher, baulich nutzbar gemacht werden könnten und ob vor allem das Interesse der Fachleute und Laien nicht noch mehr angeregt werden könnte. Weiterhin stellt sich die Frage, ob das Bauhandwerk und das Bauen durch die technischen Neuvorschläge gleichzeitig auch Bereicherungen und Veredlungen im technisch-ästhetischen Sinne erfahren dürften.

So lange die dargebotenen altbewährten oder neuartigen technischen Errungenschaften jede für sich allein, ohne Zusammenhang mit dem Bauwesen, dessen Glieder sie sein müssen, nebeneinander gezeigt werden, ist ihre Eignung zum technischen und ästhetischen Bauen ebensowenig einwandfrei feststellbar, wie die Eignung eines einzelnen Möbelstückes ohne die zugehörige Zimmereinrichtung, oder ein Kleidungsstück ohne dessen Träger.

So z. B. ist die Eignung einer Hohlsteinkonstruktion nur prüfbar, wenn gleichzeitig die Ueberdeckung einer Maueröffnung, die Bildung von Mauerpfeilern und Kanten, die Gestaltung des Deckenauflagers, der Fensterbrüstung, und die Isolierwirkung abgeklärt wird. Allenfalls kommt die Möglichkeit der Sichtkonstruktion dazu. (Ein Normalstein erfüllt bekanntermassen alle diese Bedingungen.) Eine Deckenkonstruktion (beispielsweise holzbewehrter Beton) hat nicht nur technische Funktionen, sondern es spielt deren Auflagerung, Dauerhaftigkeit, gute Verhältnisse bei Sichtkonstruktion im Raum, Auswechslungsmöglichkeit eine Rolle. Die gute Funktion eines Kaminkopfes kann am besten am Kamin eines beheizten Raumes festgestellt werden. Die Fussboden- oder Wand- oder Deckenbekleidung ist im fertigen Raum leichter auf praktische und schönheitliche Wirkung abschätzbar, ebenso die Eigenart neuer Fenster- und Türformen.

Kurz gesagt: erst durch den *Zusammenbau der einzelnen Glieder* zum Gesamtbauwerk kann der Bauwert jedes Baugliedes treffend und endgültig ermessen werden.

Zur Erreichung dieses Zieles wäre die Erstellung von Musterhäusern unumgänglich, Musterbauten als Mustermesseobjekte anschliessend an die Mustermesse, wo möglicherweise alle Neuvorschläge am Bauobjekt eingebaut werden sollen, sei es als Rohbaumuster oder als Fertigbaumuster je nach deren Art, die alle Jahre ergänzt bzw. neu eingebaut werden könnten. Besondere Unterscheidung wäre zu treffen, ob ein Neuvorschlag in die Art