

Die Formgebungen im Schiffbau unter Berücksichtigung verschiedener Arbeitsverfahren und ihrer Einwirkung auf den Werkstoff.

Von Dipl.-Ing. Freudenthal, Vegesack.

Die Formgebungen im Schiffbau erstrecken sich nicht nur auf den Schiffskörper an sich mit seinen Bauteilen als Außenhaut, Spanten, Schotten, Decks, Decksbalken, Raumstützen, Deckshäuser, Luken usw., sondern auch auf das große Gebiet der Ausrüstungs- und Einrichtungsgegenstände wie Masten, Ladebäume, Ladegeschirr, Ruder, Anker, Ketten, Poller, Klampen, Klüsen, Boote, Türen, Treppen, Lüfter usw. Unter dem Gesichtspunkt wirtschaftlicher Fertigung hat man die Formen und Größen der Ausrüstungs- und Einrichtungsgegenstände schon weitgehend festgelegt. Der Schiffskörper selbst wird jedoch von so vielen Faktoren bestimmt, daß weder eine Normung seiner äußeren Form noch seiner einzelnen Bauteile möglich ist. Wohl hat man im Großschiffbau Erleichterungen der Fertigung geschaffen durch den zylindrischen Verlauf des Schiffskörpers über eine gewisse Mittschiffslänge, das Knicken der Spanten zur Erzielung angenähert geometrisch abwickelbarer Beplattung, die Aufteilung der Doppelboden-Randkurve in einzelne gerade Abschnitte, durch Verwendung zylindrischer und kegelförmiger Mantelflächen usw. Eine Normung der Formen und Größen bleibt jedoch nur den kleineren Fahrzeugen und Schwimmkörpern vorbehalten, wie Rettungsbooten, Pontons, Bojen.

Bei der Gestaltung des Werkstoffes in die beabsichtigte Form spielen die Pressen und die nach demselben Grundsatz arbeitenden Maschinen und Vorrichtungen die Hauptrolle. Nach der allgemeinen Auffassung des Schiffbauers versteht man unter „Pressen“ eine Maschine bzw. einen Arbeitsvorgang, um mittels eines Stößels einen Druck auf den Werkstoff auszuüben. Es ist hierbei gleichgültig, ob der Stößel durch Preßwasser, Exzenter, Kurbel, Spindel oder Hebel betätigt wird. Er verbindet aber hiermit noch den Gedanken, daß der Stößel nicht schlagartig vorgetrieben wird. Damit steht er in gewissem Gegensatz zu der Anschauung¹, daß auch der Dampfhammer und die Schmiedemaschine zu den Pressen zu rechnen sind. Kurrein zieht in seinem unten angeführten Buch auch das ganze Gebiet der Arbeiten mit Materialabtrennung durch Schnitt mit und ohne Gegenschnitt — was der Schiffbauer allgemein als Stanzen oder Schneiden bezeichnet — in die Betrachtung der Formänderungsarbeiten hinein. Da der Schnitt meist eine Vorstufe zu weiteren Formänderungsarbeiten ist und diese Arbeiten häufig auf derselben Maschine und mit einem und demselben Werkzeug vorgenommen werden, läßt er sich nicht von dem eigentlichen Pressen trennen. Auch E. Göhre verfährt in seinem Buche „Werkzeuge und Pressen der Stanzerei“² ebenso, indem er außerdem das ganze Arbeitsgebiet als „Stanzerei“ bezeichnet. Entsprechend der bewußten Trennung der verschiedenen Arbeitsgänge und deren Bezeichnung, unterscheidet der Schiffbauer auch die hierfür bestimmten Maschinen als Presse, Schere, Stanze, Lochwerk. Dabei besteht, wie oben gesagt, die Möglichkeit, unter Ausnutzung der Stößelbewegung die Arbeiten auf ein- und derselben Maschine auszuführen, teils durch die Anordnung verschiedener Stößel in einer Maschine oder durch Einsetzen verschiedener Werkzeuge in den einen vorhandenen Stößel. Alle diese Maschinen haben die Eigenart, daß nach jedem Stößeldruck das Werkstück bzw. der Stößel zu neuer Arbeitsleistung verschoben werden muß. Eine fortschreitende Druckwirkung üben die nach dem Walzprinzip gebauten Maschinen aus, wie die Spanten-Schmiegmachine, die Abkröpf- oder Joggelmaschine, die Blechbiege- und Richtmaschinen, die Rundmesserschere.

Während den bisher erwähnten Arbeitsverfahren und Maschinen zumeist eine Kaltbearbeitung des Werkstoffes zugrunde liegt, setzt die Formgebung durch Schmieden eine Warmbehandlung voraus. Hier haben der Dampfhammer, die Schmiedepresse, die Schmiedemaschine ihr großes Arbeitsgebiet. Die neueren Arbeitsverfahren des Autogen- und Elektroschweißens und des Autogenschneidens haben aber auch hier große Umwälzungen hervorgerufen: Das Ausbrennen fertiger

Bauteile aus Platten und Blöcken, das Schweißen von Einzelteilen zu einem Werkstück, das Wölben von Platten und Profilen durch das Einziehen des Materials in der Autogenflamme. Die formgebende Wirkung der Autogenflamme — auch als Schrumpfung in unangenehmem Sinne empfunden — beruht auf der durch sie hervorgerufenen Kürzung des Werkstoffes. Dieser erfährt im Bereich der Flamme wegen der durch das umgebende kalte und feste Material behinderten Längendehnung eine Querdehnung, so daß bei der nun folgenden Abkühlung eine Zugspannung auf das umgebende Material auftritt.

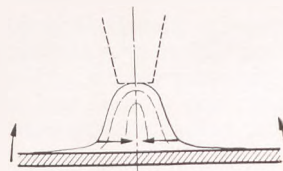


Abb. 1.

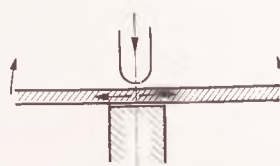


Abb. 2.

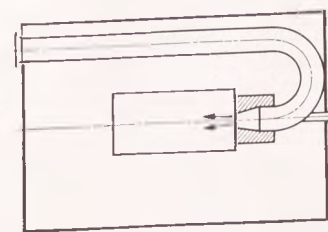
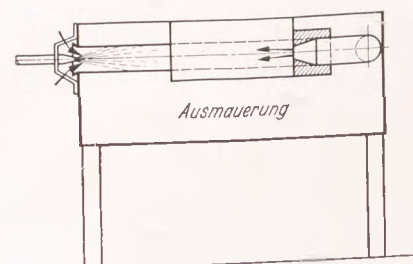


Abb. 3.

Da die von der Flamme berührte Fläche aber mehr erhitzt wird als die abliegende, zieht sie sich auch bei der Abkühlung mehr zusammen, so

daß eine Biegung des Werkstoffes im Sinne der Abb. 1 eintritt. Dagegen beruht das vor der Einführung der Autogenflamme und auch jetzt noch zur Formgebung betriebene Verfahren des Drückens und Hämmerns des Werkstoffes im Sinne der Abb. 2 auf einer Streckung des Materials. Die Warmbehandlung des Werkstoffes erleichtert die Formänderungen durch Stauchen und Strecken. Wegen der Größe der Werkstücke und der Kosten wird sie im Schiffbau möglichst beschränkt. Die großen Anlagen der Spanten- und Schmiedeöfen sind mehr das Arbeitsgebiet von Spezialfirmen, die in der Ausnützung des Heizstoffes und der Abgase verschiedene Konstruktionen entwickelt haben. Einfachere Vorrichtungen, die sich die Werft selber baut und bauen

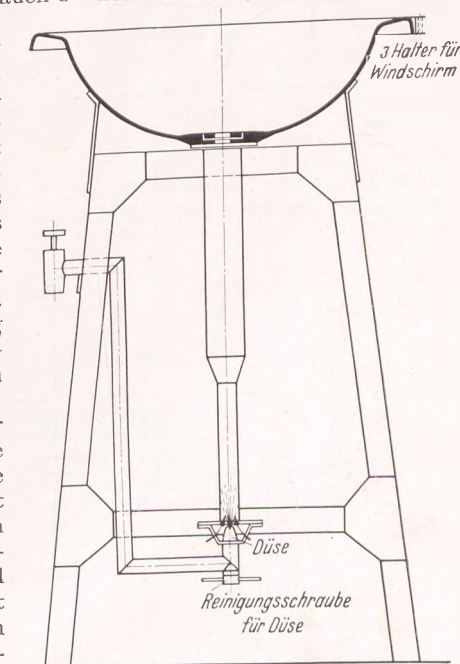


Abb. 4.

kann, sind die Schmiedefeuer nach Abb. 3, die Nietensen nach Abb. 4 und die Koksherde nach Abb. 5, welche letztere das Erwärmen

¹ Kurrein, K.: Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen. Verlag Julius Springer.

² VDI-Verlag.

größerer Bleche zum Pressen gestatten. In allen Fällen wird mit Vorteil die Preßluft in indirekter Wirkung mit Saugdüse verwendet. Eine Luftkammer in Art der Abb. 5 gestattet dabei eine gute Vorwärmung der Gemischtluft und eine gleichmäßige Verteilung der Verbrennungsluft über die Rostfläche.

Wir haben im vorhergehenden den Begriff der Presse als Werkzeugmaschine auf alle Fälle erweitert, wo ein Druck auf den Werkstoff aus-

chen auf Maß, beim Lochen für die Nietung, beim Stanzen von Mannlöchern, beim Ausklinken von Profilen, beim Abrunden von Geländer-Radreifeneisen. In beschränkterem Maße dienen die aus einem Blech gestanzten Schnittteile als Fertigprodukt, wie z. B. Scheiben und Flanschen, oder sie bilden die erste Stufe zu weiterer Formgebung wie bei den Steinholzklammern, Rohrschellen, Geländerfüßen, Geländerschuh, Schalkklampen, Zurringplatten, Kammerlüftern, Wegerungshaltern usw. Letzterer Gegenstand, in Abb. 10 dargestellt, zeigt schon im Zuschnitt eine besondere Art und soll deshalb und wegen seiner besonderen Formgebung als anschauliches Beispiel weiter verfolgt werden. Für nicht ausgesprochene Massenartikel oder solche, bei denen die Anfertigung von

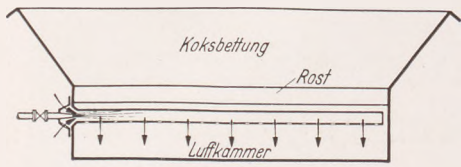


Abb. 5.

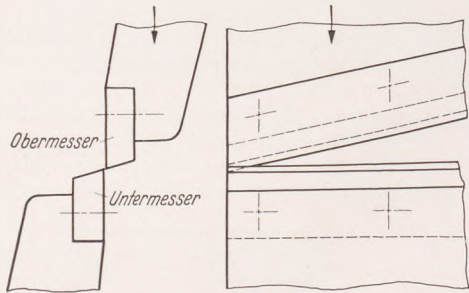


Abb. 6.

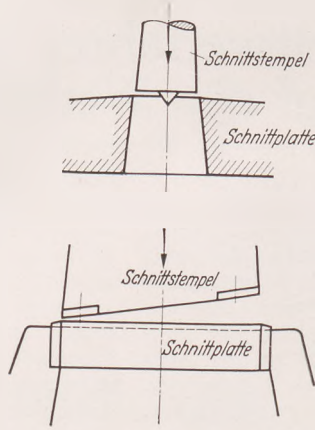


Abb. 7.

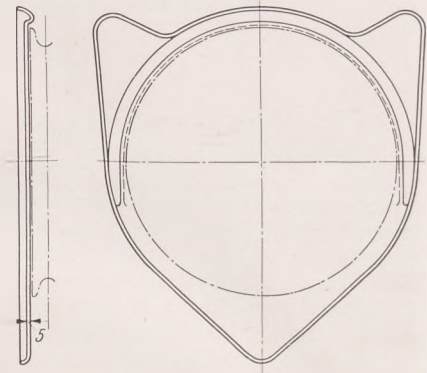


Abb. 11.

geübt wird, sei es durch einen hin- und hergehenden Stößel oder durch einen fortschreitenden Druck von umlaufenden Walzen oder Messern. In ihrer Einwirkung auf das Material lösen sie unterschiedliche Vorgänge aus, die im Anhalt an die Darlegungen von Kurrein und an Hand von Beispielen aus dem Schiffbau einer weiteren Betrachtung unterzogen werden sollen.

Im Vordergrund der Materialbearbeitung steht die Materialabtrennung im Schnitt und Gegenschnitt. Die ohne Gegenschnitt spanabhebende Formgebung soll in diese Betrachtung nicht hineingezogen werden. Sie soll aber nicht unerwähnt bleiben, weil sie im Schiffbau ebenfalls eine große Anwendung hat wie beim Schärfen, Hobeln, Bohren, Versenken, Fräsen, Sägen, Schleifen, Drehen.

Alle vorkommenden Arten der Materialabtrennung im Schnitt und Gegenschnitt zeigen die Abb. 6—9, und zwar Abb. 6 den Scheren-

Schnittstempel und Schnittplatte schwierig oder der Kraftaufwand der Presse zu groß werden würden, verwendet man auch zweckmäßig das Autogenschneiden nach Schablone, wofür mit einem Backenblech für Ladeblöcke nach Abb. 11 und einem Mastenband nach Abb. 12 Beispiele angeführt seien.

Ein weiteres großes Gebiet der Formgebungsarbeiten im Schiffbau

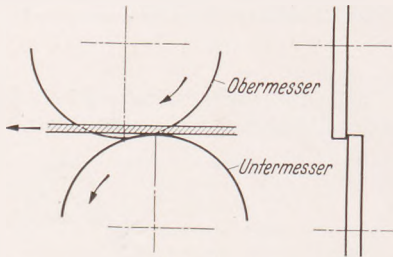


Abb. 8.

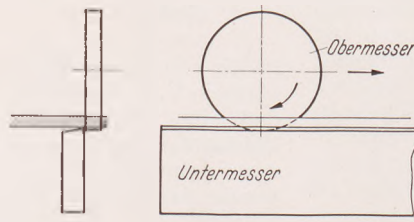


Abb. 9.

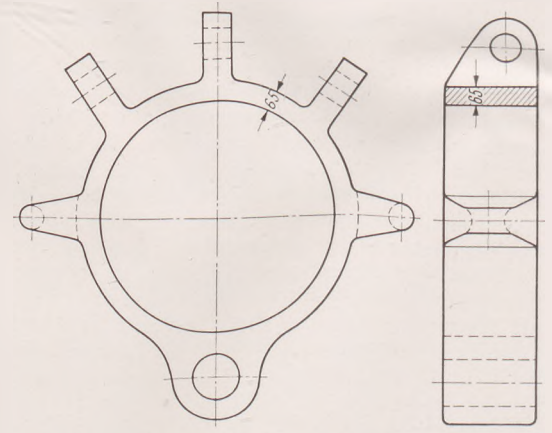


Abb. 12.

schnitt, Abb. 7 den Stanzschnitt, Abb. 8 den Scherenschnitt mit zwei umlaufenden Rundmessern und Abb. 9 den Scherenschnitt mit einem

umfassen die Materialabbiegungen, auch als Bördeln, Flanschen, Abkanten, Knicken bezeichnet. Das Kennzeichen einer winkligen Biegung ist die Formänderung ohne Materialverschiebung und ohne Längenänderung der neutralen Faser des Werkstückes. Diese Bedingung tritt nur bei geraden Abbiegungen ein, wenn ein gewisser Krümmungshalbmesser in der Biegung vorhanden ist. Mit Rücksicht auf das Einreißen des Materials bei Kaltbiegungen wird der Krümmungshalbmesser je nach dem Verlauf der Blechwalzfaser mit dem 1,5—3fachen Betrag der abzubiegenden Blechdicke angesetzt. Je 2 Abbiegungen zeigen an dem gewählten Beispiel eines Wegerungshalters nach Abb. 10 die Linienstrecken A und B. Als winklige Abbiegungen im Sinne unserer Erklärung sind außerdem alle Blechabbiegungen zu betrachten, die den Zweck einer Randversteifung oder Eckverbindung haben.

Wenn man für das Winkligbiegen als Grenze den Krümmungsradius von 1,5—3 Blechdicke betrachtet, so sind die darüberliegenden Abbiegungen als Rundbiegungen anzusprechen, wie beispielsweise bei „C“ in Abb. 10. Als ausgesprochene kreisförmige Rundbiegungen im Schiffbau sind noch zu nennen: Die Spanten und Außenhaut in der Kimm, die Kanten von Tanks und Deckshäusern, die zylindrischen Tanks, die Pfosten, Masten, Lüfterrohre usw. Meist haben die gekrümmten Flächen am Schiffkörper, wie bei der Außenhaut, wechselnde Leitkurven in den Spanten, die sich mehr oder weniger Kreisbögen anschließen, während z. B. die Decks zylindrische Flächen darstellen mit gleichbleibender Leitkurve durch die Decksbalken.

Für die Ausführung von Biegearbeiten kommt eine ganze Reihe

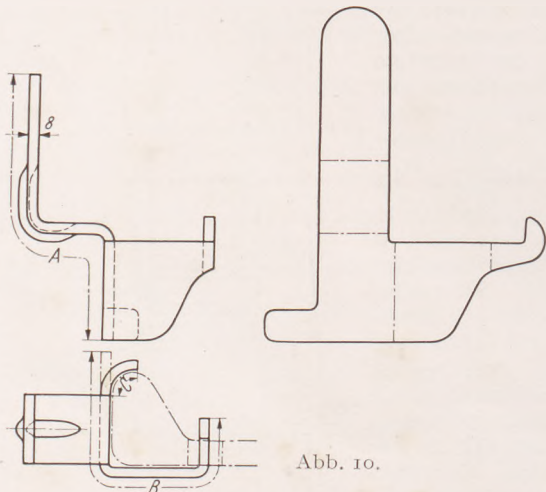


Abb. 10.

umlaufenden und fortschreitenden Rundmesser und einem festen geraden Untermesser. Bei all diesen Arbeiten ist der ab- oder ausfallende Teil das Abfallprodukt, wie beispielsweise beim Beschneiden von Ble-

von Maschinen in Betracht: die elektrisch betriebene Schmiedemaschine, mit der die aus dem Spantenofen kommenden Spanten in Art der Abb. 13 die der Schiffform entsprechende Auswinklung erhalten, um dann mittels der ortsbeweglichen hydraulischen Pressen auf dem Richtplan in die richtige Form gebogen zu werden; die Dreiwälzen-Blechbiegemaschine, die zum zylindrischen und konischen

durch Eindrücken oder Einwalzen von Verzierungs- oder Verstärkungsrippen nach Abb. 21 bahnbrechend gewesen. Auch im Schiffbau hat man verschiedentlich letzteres Verfahren bei leichten Einbautenwänden angewendet, um die aufgenieteten oder aufgeschweißten

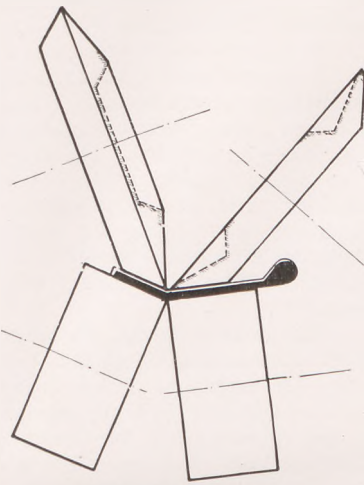


Abb. 13¹.

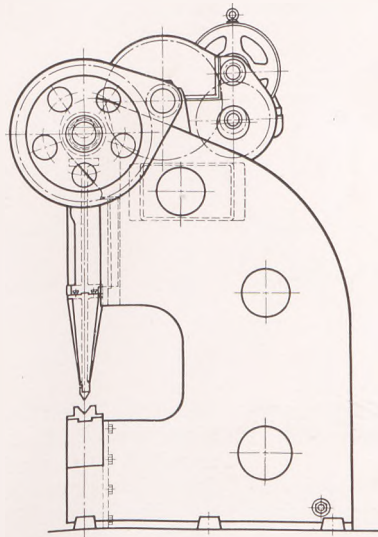


Abb. 16.

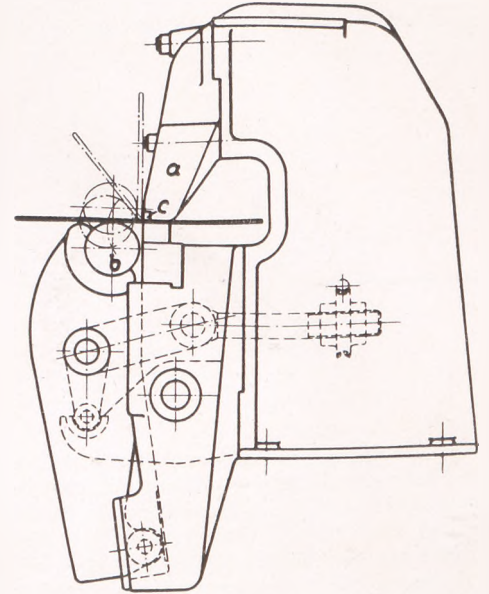


Abb. 17.

Runden von Blechen verwendet wird und, wie Abb. 14 zeigt, auch zum Abbiegen herangezogen werden kann. Meist sind für diesen Zweck besondere Maschinen vorhanden in der Biege- und Abkantpresse nach Abb. 15 und 16, oder es übernehmen die Abkantmaschinen nach Abb. 17 und 18 diese Arbeiten. Entsprechend ihrer Ent-

wicklungen zu sparen. Wenn es im Schiffbau noch nicht allgemeine Anwendung gefunden hat, so liegt es wohl an dem Mangel geeigneter Maschinen und Vorrichtungen und der nicht zu vermeidenden Verbeulung der so behandelten Bleche, die in einem darauffolgenden Arbeitsprozeß gerichtet werden müssen.

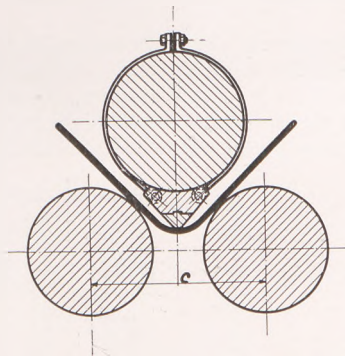
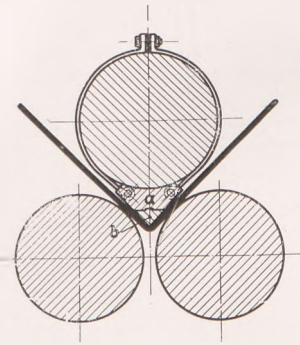
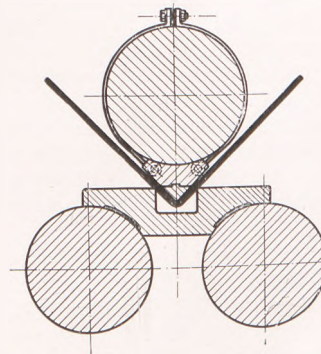


Abb. 14.



Diese Erwägungen leiten über zu den mit Materialverschiebung verbundenen Formänderungen, wie sie das erwähnte Beispiel einer Rippenverstärkung in einem tafelförmigen Blech darstellt. Die Länge des Materials im Bereich der Rippe, s. Abb. 22, durch das umgebende steife Material behindert, erzeugt Zugkräfte, die das Blech zu verkrümmen suchen. Die Streckungen des Werkstoffes können durch dessen Erhitzung gefördert werden, wie sie auch mit Rücksicht auf die scharfe Ausprägung der Rippe am Wege-

wicklung in der Feinblechindustrie hat gerade die letztere Maschine ein erweitertes Anwendungsgebiet gefunden, indem auf ihr zur Ersparnis von Niet- und Schweißnähten kastenförmige Gebilde und, wie in Abb. 19 ersichtlich, auch Rohre gebogen werden können.

rungshalter erforderlich ist. Die trotzdem eintretende Verbeulung wird durch den Preßdruck wieder ausgeglichen.

Die Feinblechindustrie ist auch bezüglich der Verbindung von Blechteilen mittels des Falzes nach Abb. 20 und deren Versteifung

Streckungen und Stauchungen des Materials mit den daraus sich

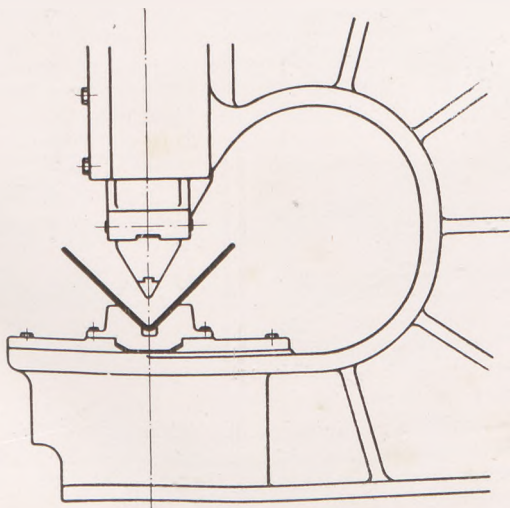


Abb. 15.

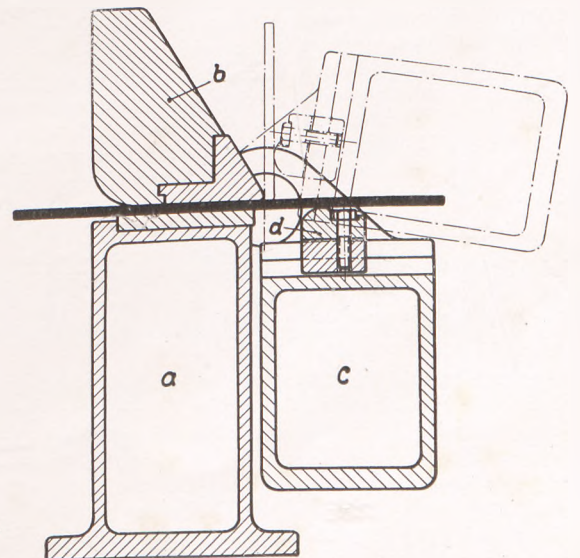


Abb. 18.

¹ Die Bildstöcke der Abb. 13—15, 17—19 sowie 24—26 sind von der Schieß-Defries A.-G. zur Verfügung gestellt worden.

ergebenden Spannungen und Verwerfungen sind die Merkmale der zweiten Gruppe der Formänderungsarbeiten. Es ist nicht immer leicht, zu entscheiden, ob die vorliegende Arbeit zur ersten oder zweiten Gruppe gehört. Oft treten beide Arten bei ein- und demselben Werkstück auf, wie wir bereits an dem Beispiel des Wegerungshalters festgestellt haben. Zur zweiten Gruppe gehört auch eine einfache scharf-

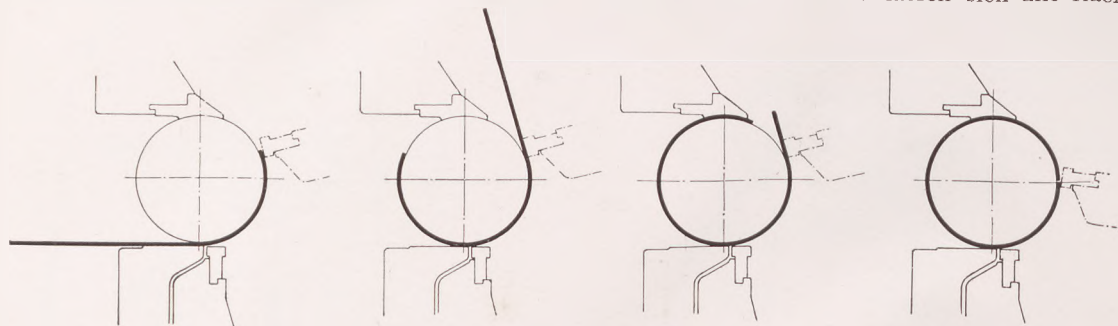


Abb. 19.

kantige Abbiegung in Art der Abb. 23, weil in diesem Falle die neutrale Faser eine Längung erfährt, die sich in einer Quersammziehung des Materials im Bereich der Krümmung äußert.

Man kann durch Kürzungen mittels der Autogenflamme beabsichtigte und unbeabsichtigte Spannungen und Verbeulungen in einer sonst ebenen Blechtafel herbeiführen. Man kann aber auch die durch Warmbehandlung im Walzprozeß in die Blechtafel hineingebrachten Spannungen und Verbeulungen durch Streckungen wieder entfernen. Dieses ist das Gebiet der Richtwalzen, die nach Abb. 24 eine Biegung und Streckung der nebeneinanderliegenden Blechfasern herbeiführen und durch Zwischenlagen von Holz- oder Eisenstreifen eine erhöhte

Streckung in einem beliebigen Bereich der Blechtafel bewirken. Diesem Verfahren liegt der Gedanke zugrunde, bei der Schweißung ebener Gebilde die gerichteten Bleche im Bereich der Schweißnähte wieder zu strecken und damit eine Verbeulung herbeizuführen, die dann nach Ausführung der Schweißung infolge der Verkürzung wieder verschwindet. Das vollkommene Ausrichten der Bleche vor der Schweißung genügt also nicht, um das Verbeulen des Werkstückes zu beheben.

Wenn man von den eigentlichen Formänderungen mit Materialverschiebung absieht, wie sie die Schmiedearbeiten darstellen, so bleibt für den Schiffbau und die anderen beteiligten Gewerke in dieser Hinsicht noch ein großes Arbeitsgebiet. Hierzu gehören die Kröpfungen und Bördelungen, die Preßarbeiten mit form-

gebendem Stempel und Gesenk und die Zieharbeiten, gekennzeichnet durch Ziehring und Ziehstempel.

Kröpfungen in den abliegenden Außenhaut- und Decksgängen bezwecken die Vermeidung von Füllstreifen und die Ersparnis an Gewicht und Arbeit. Sie werden nach Abb. 25 meist auf der sog. Joggelmaschine ausgeführt und ergeben immer eine gewisse Streckung im Bereich der Kröpfung.

Die denselben Zweck verfolgenden Kröpfungen der Spanten unter der Presse, s. Abb. 26, wirken sich aber in den Folgen des Pressendruckes viel unvorteilhafter aus, indem sie starke Verwerfungen des Steges herbeiführen mit gelegentlichem Einreißen der Kröpfungen, ein Zeichen dafür, daß die Fließgrenze des Materials an dieser Stelle überschritten ist. Je kürzer die Länge der Kröpfung ausgeführt wird, desto mehr nähert sich der Vorgang dem des Abscherens. Scharfkantige rechtwinklige Kröpfungen können deshalb ohne Gefährdung des Materials nur im Feuer hergestellt werden.

Scharfkantige gerade Bördelungen verursachen bereits, wie wir gesehen haben, eine Materialverschiebung im Bereich der Krümmung. Bei Bördelungen runder Bleche treten diese auch auf, wenn der Krümmungsradius genügt, um eine Längung der neutralen Faser zu verhüten. Denn in diesem Falle muß sich das Material einstauchen, und zwar sich steigernd nach dem Rand der Bördelung zu, der sich einem kleineren Radius als ursprünglich anpassen muß. Gelingt dieses nicht wegen zu hoher Bördelung, zu geringer Blechdicke und Bildsamkeit des Werkstoffes und aus Mangel an sachgemäßer Behandlung, so faltet das Blech, und das Arbeitsstück ist nicht zu gebrauchen.

Für die Ausführung von runden Bördelungen in Art der Abb. 27 bestehen Sondermaschinen, die in einem Walzprozeß das Blech anbiegen und stauchen. Bördelungen lassen sich auch auf der Drehbank herstellen, indem die Blechscheibe in die auf der umlaufenden Drehscheibe befestigte formgebende Matrize gedrückt wird. Auf diese Weise lassen sich alle flachgewölbten Rotationsflächen an Dünnblechen erzeugen mit dem Ausgangsstoff einer Blechscheibe.

Für tiefere Wölbungen, wie z. B. die Kugelform nach Abb. 28, ist eine angenäherte Ausgangsform erforderlich, um eine glatte und faltenlose Oberfläche zu erzielen. Die Begrenzung dieser Arbeitsausführung sind die Dicke und die Dehnbarkeit des Materials, weil wegen der größeren Dauer des Arbeitsvorganges die Arbeit am kalten Blech ausgeführt werden muß.

Für dickere Bleche, die erwärmt werden müssen und möglichst in einer Hitze die verlangte Form erhalten

sollen, sind die Pressen wegen ihrer schnelleren Arbeit die gegebenen Maschinen. Die jeweilige Form des Werkstückes bestimmt das Arbeiten im Gesenk oder durch Ziehring. Ein einfacheres Werkzeug ergibt immer das Ziehen, wobei nur der Stempel formgebend ist.

Eine Arbeit, die beispielsweise nur mit Stempel und Gesenk auszuführen ist, zeigt die Herstellung der Blechformteile für die Zusam-

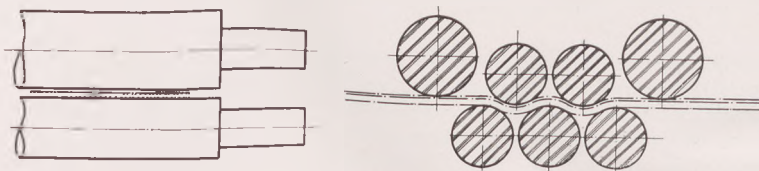


Abb. 24.

menetzung der ovalen Lüfterköpfe. Die Einzelteile — etwa 4—5 je nach Größe des Kopfes — können bei der stets wechselnden Form nur im Gesenk gepreßt werden, wobei die Wölbungen nicht zu tief und das zu verarbeitende Blech nicht zu hart sein dürfen, damit es sich dem Stempel und dem Gesenk anschmiegt. Häufiges Nachdrücken mit

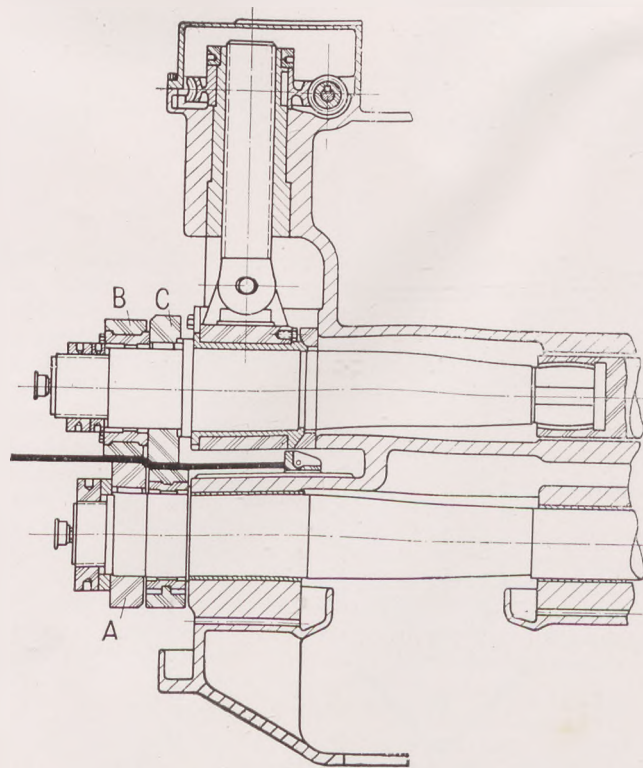


Abb. 25.

Zwischenlagen ergibt eine einigermaßen faltenfreie Form. Die geometrischen Formen dagegen ergeben infolge der gleichmäßigeren Streckungen und Stauchungen eine gleichmäßigere und faltenfreie Fläche.

Mit Bezug auf eine einfache flache Bördelung eines Rundbleches lassen sich nach Abb. 29 und 30 die Grenzformen für das Pressen im

Gesenk und durch Ziehen bestimmen. Form A läßt sich sowohl im Gesenk als auch durch Ziehen herstellen. Alle im Sinne der Druckrichtung des Stempels zurückspringenden und nur teilweise in der Bodenfläche vorspringenden Formänderungen wie im Falle B, C, D können nur im Gesenk ihre Ausprägung erhalten. Dagegen kann eine sich über die ganze Bodenfläche erstreckende vorspringende Ausbeulung nach E schon durch den allein formgebenden Stempel erzielt werden.

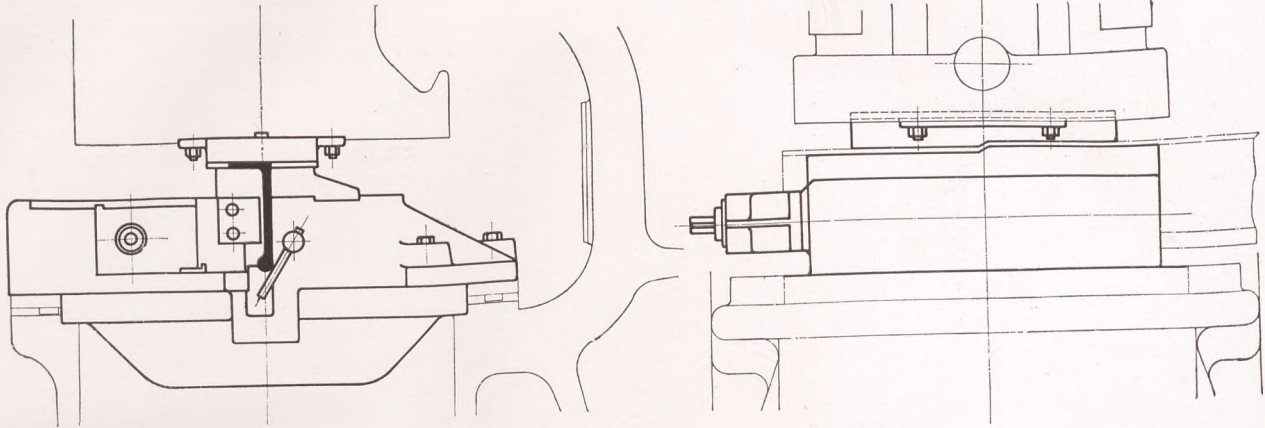


Abb. 26.

Ein sehr anschauliches Beispiel für diese Art der Formgebung ist in Abb. 31 dargestellt. Den Ausgang für diesen Topf bildet eine runde Scheibe, die nach dem ersten Arbeitsgang unter Verwendung des Niederhalters gezogen wird. Die noch vorhandenen Falten im Flansch werden in einem zweiten Preßdruck geglättet. Die für derartig tiefe Zieharbeiten erforderliche Erhitzung des Ausgangsmaterials beschränkt sich im ersten Arbeitsgang, nach der Mitte abnehmend, auf den Rand der Scheibe, im zweiten Arbeitsgang ausschließlich auf den vorgeprägten Flansch des Topfes. An schiffbaulichen Preßarbeiten im

Gesenk sind zu nennen: Die Wegerungshalter, die nach Abb. 10 in drei Arbeitsgängen A, B, C und in einer Hitze im Folgewerkzeug hergestellt werden, Schalkklampen, Abflußsiebe, Zurringplatten, Rie-

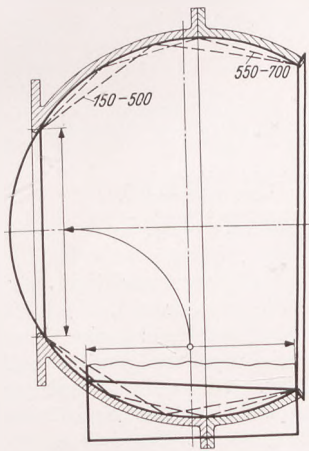


Abb. 28.

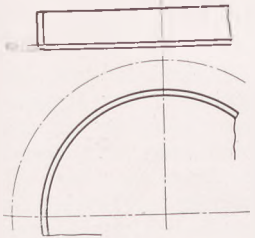


Abb. 27.

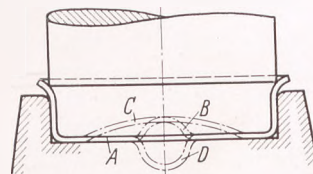


Abb. 29.

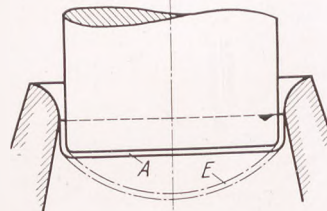


Abb. 30.

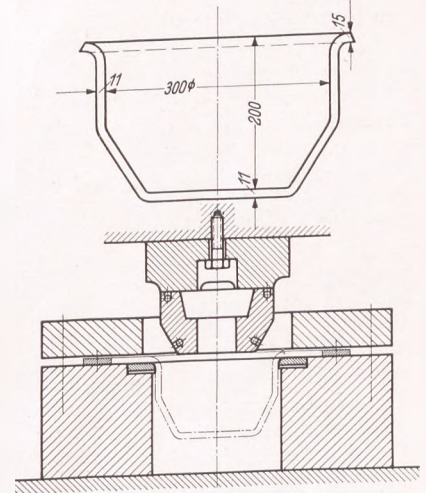


Abb. 31.

sein, alle in Betracht kommenden Maschinen auf ihre Geeignetheit für diesen oder jenen Zweck zu prüfen. Was aber zum Schluß noch eine Erörterung verdient, ist die Frage des Antriebs der Maschinen durch Druckwasser. Dieser Antrieb hat mit Bezug auf den im vorhergehenden erwähnten Spantenbieger seine Berechtigung, weil sich anders wohl kaum eine so leichte und bewegliche Maschine bauen läßt.

gel für Lukenschiebebalken, Sonnensegelhalter, Türen, Schwanenhäse, Fensterrahmen, Fensterdeckel, Lüfterköpfe, Treppenstufen, Tisch- und Stuhlfüße mit einer kegelstumpfförmigen Ausgangsform, Sturmdeckel, Backenbleche für Ladeblöcke usw. Außer den im vorigen beschriebenen Zieharbeiten sind zu erwähnen: die Böden für runde Tanks, Kugelhauben für Hochdruckflaschen, Winkelringe, Rohrschellen usw.

Die Herstellung von Ausrüstungs- und Einrichtungsgegenständen nach den beiden letzten Arbeitsverfahren hat im Schiffbau noch nicht

Eine Einschränkung des hydraulischen Betriebs zugunsten des elektrischen ist aber sonst nach der jetzigen Entwicklung des Pressenbaues durchaus möglich und auch empfehlenswert, erstens wegen seiner hohen Betriebsunkosten von etwa 600%³ und zweitens wegen der Schwierigkeiten, die meist in ungeheizten Hallen aufgestellten Pressen vor dem Einfrieren zu schützen.

³ Hütte, Taschenbuch des Betriebsingenieurs.

Schiffsmaschinentechnische Ergänzungen zu dem in Heft 22, 1936 veröffentlichten Vortragsbericht „Kraft, Geschwindigkeit, Wirtschaftlichkeit und Seetüchtigkeit mittelgroßer schneller Fahrgastschiffe“.

Bearbeitet von den am Studienprojekt durch Mitarbeit beteiligten Industriefirmen.
(Schluß.)

4. Dieselelektrische Anlage.

(Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim.)

Im Rahmen des Gesamtprojektes hat BBC in Gemeinschaft mit der M.A.N., Augsburg, die Aufgabe übernommen, die dieselelektrische Antriebsanlage zu bearbeiten.

1. Raumeinteilung.

(Grundriß entspricht der Veröffentlichung in Heft 22, 1936, S. 376.)

Um eine möglichst übersichtliche Anlage zu bekommen, mußte angestrebt werden, die Zahl der Krafterzeugereinheiten so klein als möglich zu halten. Insgesamt sind für den Antrieb der Seitenschrauben

sechs und für den Antrieb des VS-Steuerpropellers zwei Dieselgruppen vorgesehen. Um eine möglichst hohe Betriebssicherheit gegen Feuer und Wassereintrich zu bekommen, sind die Räume, in denen die Dieselgruppen untergebracht sind, wasserdicht gegeneinander abgeschottet. Die Hauptverteilungs-Schaltanlage wird auf dem F-Deck aufgestellt und liegt somit über der CWL. Für den VS-Steuerpropeller ist außerdem noch ein sog. Notsteuerstand beim VS-Propellermotor selbst vorhanden. Die dieselektrische Antriebsanlage läßt sich ohne Schwierigkeiten in den Räumen unterbringen. Der elektrische Antrieb hat den direkten Antrieben gegenüber den Vorteil, daß man unabhängig in der Raumgestaltung ist.

2. Krafterzeugeranlage.

a) Für die Seitenschrauben.

Als Antriebsmotoren der Generatoren zur Krafterzeugung für die beiden Seitenschrauben sind insgesamt sechs doppeltwirkende Zweitakt-7-Zyl.-M.A.N.-Dieselmotoren vorhanden mit einer Einzelleistung von 9500 PSe bei 250 Umdr./min. Es sind typengleiche Maschinen, wie sie die M.A.N. für den dieselmechanischen Antrieb in Aussicht genommen hat, jedoch mit dem Unterschied, daß sie nur sieben statt acht Zylinder haben und die Hilfsmaschinen angehängt sind. Um die periodischen Drehmomentenschwankungen der Dieselmotoren auszugleichen, werden die Dieselmotoren mit elastischen Hülsenfederkupplungen mit den Generatoren gekuppelt. Die Generatoren sind zweilagrig. Ihre Bauart ist vollkommen geschlossen. Die Belüftung erfolgt im Kreislauf. Um eine möglichst raumsparende Anordnung von Lüfter und Kühler zu erreichen, hat BBC Axialventilatoren in Vorschlag gebracht. Die warme Luft tritt aus dem Generator durch den Kühler und wird von dem Axiallüfter wieder in den Generator zurückgedrückt. Die Leistung, die jeder Generator abgeben kann, beträgt 6300 kW bei 250 Umdr./min. Die Schleifringe des Läufers sind außerhalb des Lagers angebracht, um auf diese Weise sehr leicht überwacht werden zu können.

b) Für den VS-Steuerpropeller.

Die für den VS-Propeller benötigte Antriebsleistung wurde auf zwei Dieselgruppen unterteilt, da hierdurch die Betriebssicherheit erhöht werden konnte. Dieses ist mit Rücksicht darauf, daß der Steuerpropeller die Funktion des Ruders übernehmen muß, besonders wichtig. Die erforderliche Erregerleistung für den Antrieb des VS-Propellers kann einschließlich der Seitenschrauben von diesen Dieselgruppen mit gedeckt werden. Zur Aufstellung kamen doppeltwirkende Zweitakt-9-Zylinder-M.A.N.-Dieselmotoren, die bei 390 Umdr./min je 5100 PS Kupplungsleistung haben. Die hier vorgeschlagene Motorentype ist eine erprobte und bewährte Konstruktion. Jeder Motor hat sein angebautes Spülluftgebläse und angebaute Pumpen. Die Motoren können also für sich allein betrieben werden. Der Anlaßluftbedarf wird gedeckt aus den Luftflaschen, die für die Motoren der Seitenschrauben benötigt werden.

Die Leistung jedes dieser VSP-Generatoren beträgt 3700 kW bei 390 Umdr./min. Sie werden einlagerig ausgeführt und mit den Dieselmotoren direkt gekuppelt. Die Bauart ist vollkommen geschlossen und für Kreislaufkühlung vorgesehen. Da die Drehzahl dieser Generatoren konstant ist, können auch die Erregerumformer und die Motoren für den Eigenbedarf der gesamten Antriebsanlage (Lüfter, Ölpumpen, Kompressoren) von diesen Generatoren gespeist werden. Diese Tatsache bedeutet einen großen Vorteil, den die Anwendung des VS-Propellers mit sich bringt. Die Energie für das Bordnetz kann mit hohem Wirkungsgrad mit den Hauptmaschinen erzeugt werden. Die Erregung für die Generatoren und für den VS-Propellermotor liefern zwei Erregermaschinen, die direkt auf der verlängerten Welle der Hauptgeneratoren angebaut sind.

3. Propellermotoren.

a) Für die Seitenschrauben.

Mit jeder Seitenwelle ist ein Propellermotor mit einer Gesamtleistung von je 26 400 WPS bei $n = 236$ Umdr./min gekuppelt. Die Motoren sind aus Sicherheitsgründen in zwei durch ein Längsschott abgedichteten Räumen untergebracht. Im Falle einer Kollision wäre das Maß der Schlagseite noch tragbar, wenn in einen Propellermotorenraum Wasser einbrechen würde. Durch Gegenfluten könnte außerdem die Schlagseite wieder ausgeglichen werden. Die Motoren werden in Rollenlagern gelagert, da die Stevenrohrlagerung und die gesamte Wellenleitung ebenfalls mit Rollenlagern ausgerüstet werden. Die Lager selbst werden mit Drucköl geschmiert. Die in der Zwischenzeit mit dem Rollenlager des Propellermotors vom Schiff „Wuppertal“ gewonnenen Erfahrungen erbrachten den Beweis, daß der Bau derartiger Lager heute keine Schwierigkeiten bereitet. Die Kühlung der Motoren erfolgt wieder im geschlossenen Kreislauf durch Axialventilatoren.

b) Für den VS-Steuerpropeller.

Für den Antrieb des VS-Steuerpropellers ist in erster Linie der

vertikal raschlaufende Drehstromsynchronmotor geeignet, der über eine elastische Fast-Kupplung mit dem VS-Propeller verbunden wird. Um den Ausbau von Einzelteilen am VS-Propeller leichter zu gestalten, wird der Propellermotor zwei Decks über dem VS-Propeller eingebaut. Die Drehzahl des Propellermotors beträgt 750 Umdr./min und seine maximale Leistung 7200 PS. Im Motor eingebaut ist ein kräftiges Segmentspurlager zur Aufnahme des Eigengewichts des Motors. Der Motor wird im geschlossenen Kreislauf gekühlt.

Die Möglichkeit eines direkt in den VS-Propeller eingebauten langsamlaufenden Motors wurde ebenfalls untersucht. Es bestehen keine grundsätzlichen Schwierigkeiten. Es müßte lediglich die Frage der Dichtung gegen eindringendes Seewasser noch eingehend studiert werden. Insgesamt würde der Antrieb mit langsamlaufendem Motor ein Mehrgewicht von rd. 25 t erfordern. Schwierigkeiten für die räumliche Unterbringungsmöglichkeit des langsamlaufenden Motors bestehen nicht.

4. Schaltanlage und Grundschatplan.

Die grundsätzliche Schaltung zeigt Abb. 1. Demzufolge sind alle Hauptgeneratoren für die Seitenwellen wahlweise auf den Backbord- oder den Steuerbordpropellermotor zu schalten. Zum Antrieb des VS-Steuerpropellers sind zwei Generatoren vorhanden. Die

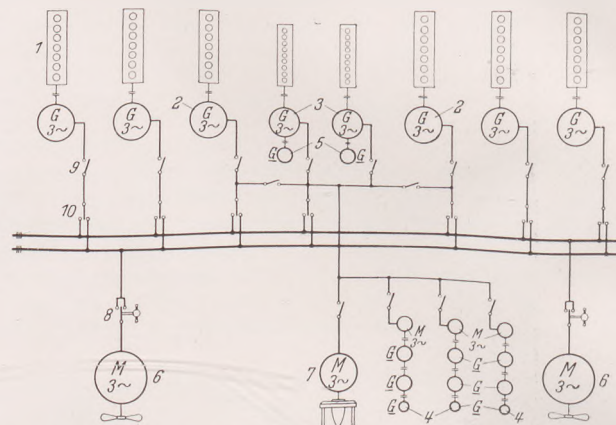


Abb. 1 Grundschatplan Diesel-Elektrischer-Schiffsantrieb mit VS-Steuerpropeller.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 Dieselmotoren | 6 Propellermotoren f. d. Seitenwellen, |
| 2 Generatoren für die Seitenwellen, | 7 Motor für VS-Propeller, |
| 3 Generatoren für den VS-Propeller, | 8 Fahrtrichtungsschalter, |
| 4 Erregerumformer für 2 und 6, | 9 Trennschalter, |
| 5 Erregermaschinen für 3 und 7, | 10 Wahlschalter. |

erforderlichen Erregermaschinen für diesen Antrieb sind auf der gleichen Welle angeordnet. Dabei ist die Leistung der Erregermaschinen so gewählt, daß eine Erregermaschine allein für den Betrieb des VS-Propellers genügt und damit eine 100-proz. Reserve geschaffen ist. Von dem Hauptnetz für die Versorgung des VS-Propellers werden auch die drei Erregerumformer für den Betrieb der Seitenschrauben gespeist. Da für B.B. und St.B. nur je ein Umformersatz erforderlich ist, ist eine 50-proz. Reserve vorhanden. — Um die Betriebsbereitschaft des VS-Propellers unter allen Umständen zu gewährleisten, ist die Schaltung so getroffen, daß beim Ausfall der Generatoren für den VS-Propeller zwei Hauptgeneratoren für die Seitenschrauben auf das Netz für den VS-Propellerantrieb geschaltet werden können. Die Leistung eines Hauptgenerators ist dabei so groß, daß er für die Vollleistung des VS-Propellers ausreicht.

Die Steuerung des gesamten Schiffes erfolgt von dem Steuerpult aus mit Hilfe eines einzigen Handrades für jede Schiffseite mittels direkter, mechanischer Betätigung der Schalter. Dadurch wird die Anlage übersichtlich und einfach, und Bedienungsfehler sind ausgeschlossen. Für die Bedienung des VS-Propellers sind auf diesem Steuerpult die erforderlichen Geräte in Parallelschaltung zur Brücke untergebracht. Nach dem BBC-Patent 623 369 werden alle Schaltungen im strom- und spannungslosen Zustand durchgeführt. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß das normale Synchronisieren in den Notfall kommt. Vor jedem Schaltmanöver wird die Erregung der Generatoren abgeschaltet, die gewünschte Schaltung durchgeführt und dann die Erregung wieder eingeschaltet. Die Hauptschalter können demzufolge als einfache Trennschalter ausgebildet werden. Die Fahrtstufenregelung im Bereich größerer Schiffsgeschwindigkeiten erfolgt durch Frequenzänderung und damit durch Zu- und Abschalten einzelner Generatorgruppen.

5. Gewicht.

Das Gewicht für den elektrischen Hauptantrieb des vorliegenden Schiffes, jedoch ohne Dieselmotoren, ohne Öl- und Wasserfüllung, ohne Propeller, ohne Wellenleitungen und ohne Rohrleitungen außer-

halb der Dieselmotoren, beträgt 1770 t. Bezogen auf die gesamte Wellenleistung von 60 000 WPS, ergibt dieses ein Gewicht von 29,6 kg pro WPS. Durch Verwendung raschlaufender Generatoren, die über ein Getriebe mit einer Drehzahl von 960 Umdr./min angetrieben würden, ergäbe sich im vorliegenden Falle ein Mindergewicht von rd. 150 t bzw. 2,5 kg pro WPS.

6. Brennstoffverbrauch.

Den Brennstoffverbrauch in g/WPS/h zeigt Abb. 2. Daraus geht hervor, daß von 60 000 bis herab zu 10 000 WPS der spezifische Brennstoffverbrauch praktisch konstant ist und nur etwa 200 g pro WPS/h beträgt. Er liegt nur wenig höher als beim dieselmechanischen

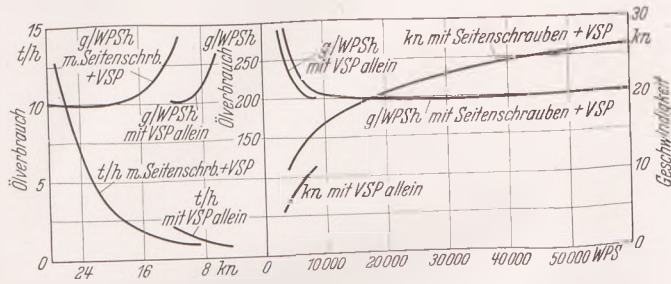


Abb. 2. Brennstoffkurven.
Dieselelektrischer Schiffsantrieb mit VS-Steuerpropeller.

Antrieb. Diese günstigen Verhältnisse ergeben sich daraus, daß bei kleineren Geschwindigkeiten ganze Dieselgruppen stillgesetzt werden können. Bei Belastungen über 7200 PS wird mit den Seitenschrauben und dem VS-Propeller gemeinsam gefahren. Dabei wurde angenommen, daß die Leistung, die der VS-Propeller aufnimmt, mit der Geschwindigkeit proportional geändert wird. Der Geschwindigkeitsbereich von 0—11 kn wird mit VS-Propeller allein gefahren und hierdurch die Wirtschaftlichkeit erhöht. Dieses geht hauptsächlich aus der Darstellung in Abb. 2 hervor, wobei in Funktion der Schiffsgeschwindigkeit der spezifische Brennstoffverbrauch für den VS-

Propeller allein aufgetragen ist. Bei 11 kn und Antrieb durch den VS-Propeller beträgt der Brennstoffverbrauch 202 g/WPS/h.

7. Schlußfolgerungen.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß sich der Antrieb derartig großer Schiffe auf dieselektrischem Wege ohne Schwierigkeiten lösen läßt, und daß all die Vorteile, die der elektrische Antrieb mit sich bringt, ausgenutzt werden können, ohne daß Nachteile in Kauf genommen werden müssen. Durch die Unterteilung und ihre Gliederung ist eine so weitgehende Betriebssicherheit gegeben, wie sie sich mit keiner anderen Antriebsart verwirklichen läßt. Wenn bisher die Ansicht bestand, daß derart große Antriebsleistungen dem turboelektrischen oder Getriebeturbinen-Antrieb vorbehalten bleiben müßten, so hat gerade diese Untersuchung bewiesen, daß auch der dieselektrische Antrieb für derartige Leistungen wettbewerbsfähig sein kann. Die Gewichte für die Gesamtanlage sind wohl etwas höher wie die der übrigen Antriebsarten, sie liegen aber durchaus in Grenzen, die der Unterbringungsmöglichkeit keine Schwierigkeiten entgegenstellen.

Der dieselektrische Antrieb des vorliegenden Schiffes ohne VS-Propeller läßt sich ohne weiteres durchführen und aus den vorstehenden Untersuchungen ableiten. Es wurde deshalb darauf verzichtet, hier nähere Angaben zu machen.

Die auf dem Schiff „Wuppertal“ von BBC gelieferte und eingebaute dieselektrische Antriebsanlage hat den Beweis erbracht, daß durch die übersichtliche Schaltung die Bedienung einer derartigen Anlage äußerst einfach ist und die Anlage in bezug auf ihre Steuerfähigkeit dem direkten Antrieb weit überlegen ist. Das Anfahren und Umsteuern der Propellermotoren bei diesem Antrieb hat keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Das Schiff ist ohne irgendeine Störung in Betrieb gekommen und hat auch ohne jede Betriebsstörung die Reise nach Australien überstanden.

Der Schiffsahrt sind durch diesen Antrieb neue Wege gewiesen, wie die Wirtschaftlichkeit ihrer Schiffsantriebsanlagen zu verbessern und die Betriebssicherheit zu erhöhen ist. Die in der letzten Zeit im Auftrag gegebenen Schiffe mit dieselektrischem Antrieb beweisen, daß die Reedereien die großen Vorteile der elektrischen Übertragung erkannt haben und bereit sind, sie bei künftigen Neubauten auszunutzen.

Der Ausbau des Togokais am Südwesthafen in Hamburg.

Von Baurat Dr.-Ing. Bolle und Dipl.-Ing. Schütte, Hamburg.

Lage und Verwendungszweck der neuen Kaimauern.

Im Südosten des Hamburger Freihafens liegt ein „Südwesthafen“ benanntes Hafenbecken, das früher als Petroleumhafen gedient hat. Nachdem der Umschlag mit flüssigen Brennstoffen an den Westrand des Hafengebietes nach Waltershof verlegt worden war, blieb das Hafenbecken zunächst ungenutzt, bis im Jahre 1925 der Afrikakai (vgl. Abb. 1) und 1930 der Windhukkai Kaimauern erhielten und hinter diesen Kaischuppen und Krananlagen für den Stückgutumschlag errichtet wurden. Zusammen mit der Kaimauer am Windhukkai, die als Winkelstützmauer auf Eisenbetonpfahlrost mit vorderer Eisenbetonspundwand ausgeführt ist, waren eine Wassertreppe und ein Anschlußstück von 72 m Kaimauer am Togokai in der gleichen Bauart hergestellt worden. Die in Aussicht genommene Fortführung des Baues mußte derzeit als Folge des rückläufigen Verkehrs unterbleiben. Sie konnte erst in neuerer Zeit (1935) im Rahmen eines Arbeitsbeschaffungsprogramms der Reichsregierung wieder in Angriff genommen werden.

Die inzwischen eingetretenen Verkehrsverhältnisse ergaben die Notwendigkeit, im Anschluß an die vorhandene Strecke eine seeschiffiefe Kaimauer „Togokai-Süd“ und eine flußschiffiefe Kaimauer „Togokai-Nord“ zu erstellen. Togokai-Süd soll dem Freiladeverkehr, d. h. dem unmittelbaren Umschlag zwischen Seeschiff und Landfahrzeug dienen, während am Togokai-Nord im Rahmen des sog. Verteilungsverkehrs, worunter man die Verteilung der in geschlossenen Sammelwaggons eintreffenden Stückgüter auf die Seeschiffe versteht, nur Hafenfahrzeuge abgefertigt werden sollen.

Leitgedanken der Entwürfe.

Aus Gründen, die im Schrifttum¹ mehrfach ausführlich behandelt worden sind, so daß sich ein nochmaliges Eingehen hier erübrigt, ist schon bei den Kaibauten am Afrika- und Windhukkai die sog. Hamburger Bauweise (Holzpfahlrost mit hinten angeordneter Spundwand) verlassen worden. In beiden Fällen sind Eisenbetonkaimauern auf

¹ Vgl. Bericht über die XXXIII. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins, Baritsch: Neuere Hamburger Seeschiffskaimauern unter konstruktiven und wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Eisenbetonpfählen mit vorn angeordneten Eisenbetonspundwänden zur Ausführung gekommen.

Bei den beiden neuen Kaimauern schied ein Holzpfahlrost von vornherein aus dem Grunde aus, weil die für Kaibauten nötigen starken und langen Rammkienen zu den in Deutschland knappen Rohstoffen gehören, die nach Möglichkeit durch andere Stoffe ersetzt werden sollen. Immerhin wird nach wie vor auf Grund der bisher in Hamburg gemachten Erfahrungen ein geramtes Grundbauwerk gegenüber anderen Gründungsarten für vorteilhaft gehalten. Das Grundbauwerk mußte daher wieder eine Spundwand erhalten, für die nach Ausschluß des Holzes zwischen Stahl und Eisenbeton zu wählen war. Die Wahl wurde unabhängig von etwaigen Kostenunterschieden, die im übrigen nur unbedeutend sind, zugunsten der Stahlspundwand entschieden, weil dieser die größere Gewähr für Bodendichtigkeit zugeschrieben wurde. Bemessung und Wahl des Baustoffes der Pfähle waren den Auftragnehmern freigestellt; doch wurden für die Entwurfsbearbeitung Eisenbetonpfähle angenommen. Die Angebote zeigten nicht einen neuartigen Vorschlag für die Pfahlführung; überall wurden erwartungsgemäß Eisen-

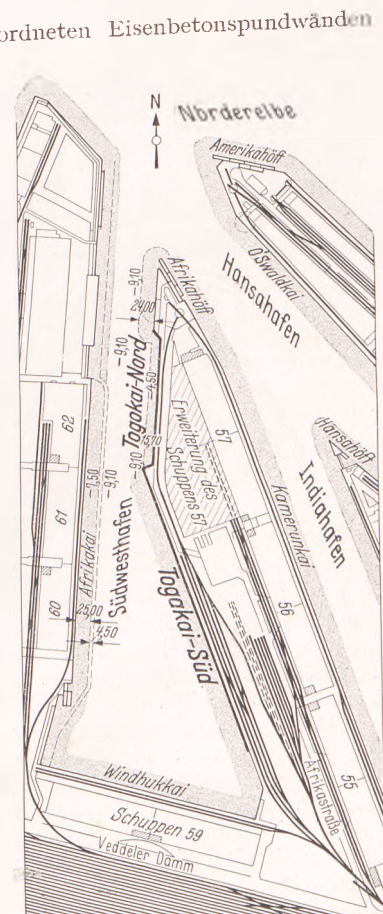


Abb. 1. Lageplan.

betonrammpfähle angeboten. Da diese einer Gefährdung durch Schiffsstöße nicht ausgesetzt werden dürfen, war die Stahlspundwand vor dem Pfahlrost anzuordnen. Endgültig handelte es sich also um die Aufgabe, Eisenbetonkaimauern mit vorderer Stahlspundwand zu entwerfen. Diese Aufgaben sind in verschiedener Weise für den Togokai-Süd (Abb. 2) von der Bauverwaltung,

ungleichmäßigen Tragens der Pfähle wünschenswert ist. Schließlich verleiht der Kragarm der Bockpfehlreihe eine genügend große lotrechte Lastkomponente, so daß die Resultierende mit der aus dem Erddruck entstehenden waagerechten Beanspruchung in die Richtung der vorderen Bockpfehle fällt. Die hinteren Bockpfehle erhalten daher nur in dem Fall Zug, wenn der Erddruck größer sein sollte, als in der statischen Rechnung ermittelt; sonst wirken sie ebenso wie die vorderen Bockpfehle als Druckpfehle. Für die vordere Druckpfehlreihe wurde ein Vergleich der (aktiven) Erddrucke durchgeführt, die von vorn und von hinten auf diese Pfehle wirken mit dem Ergebnis, daß beide Drucke annähernd gleich groß ermittelt wurden, so daß sich eine Berechnung und Bewehrung der Pfehle auf Biegung erübrigte. Für die Spundwand brauchte entsprechend nur der Erddruck des zwischen Spundwand und vorderer Bockpfehlreihe liegenden Erdkeils angesetzt zu werden, wobei die Erhöhung des Erddruckes in den unteren Bodenschichten durch die Belastung der von der vorderen Bockpfehlreihe an den Boden abzugebenden Pfahllasten berücksichtigt wurde. Die Berechnung wurde nach dem Verfahren von Blum-Lohmeyer² bei oben freier Auflagerung für den ungünstigsten Fall eines äußeren Wasserstandes von NNW = - 3,00 NN und Annahme eines hydraulischen Überdruckes von 0,80 m durchgeführt.

Zur Ermittlung der Bodenwerte, wie Gewicht und Reibung, wurden ungestörte Bodenproben entnommen. Da deren Auswertung wegen der notwendigen langen Belastungsdauer für jeden einzelnen Scheerversuch bekanntlich sehr zeitraubend ist, lagen die Ergebnisse jedoch bei der Entwurfsbearbeitung noch nicht vor und konnten aus Mangel an Zeit auch nicht abgewartet werden. Es wurden daher zunächst ältere Erfahrungswerte (in Abb. 2 in Klammern angegeben) angesetzt. Die von der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau ermittelten genaueren Werte sind für eine Nachprüfung des Entwurfs benutzt worden.

Beim Togokai-Süd ruhen Platte und Mauerkörper an der Wasserseite nur auf der Spundwand, so daß also diese auf Biegung und Achsdruck beansprucht wird. Die Anordnung einer Pfehlreihe unmittelbar hinter der Spundwand, womit man bei einer großen Zahl von ausgeführten Kaimauern eine Verteilung der in der Front der Uferwand auftretenden Kräfte derart zu erreichen sucht, daß der Spundwand die Biegekräfte, der Pfehlreihe die lotrechten Lasten zugewiesen werden, wurde bewußt vermieden. Es leuchtet ein, daß eine derart theoretische Verteilung der

Kräfte nur eine Annahme sein kann. Nach den vorläufigen Ergebnissen neuerer Versuche der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau erhalten in solchen Fällen die Pfehle Biegespannungen durch einseitigen Erddruck, der infolge Druckbogenbildung im Boden sogar größer sein kann als der anteilig auf die Pfehlbreite entfallende Erddruck.

Außer den genannten statischen Überlegungen haben noch folgende Gesichtspunkte die Gestaltung des Querschnittes des Togokai-Süd beeinflußt: Die Unterkante der Eisenbetonplatte wurde in solche Höhe gelegt, daß eine Beschädigung frisch eingebrachten Betons durch eindringendes Hafenwasser ausgeschlossen war. Die Ansichtsfläche

² Vgl. Brennecke-Lohmeyer: Der Grundbau, 4. Aufl. Bd. II, Abschnitt I 5.

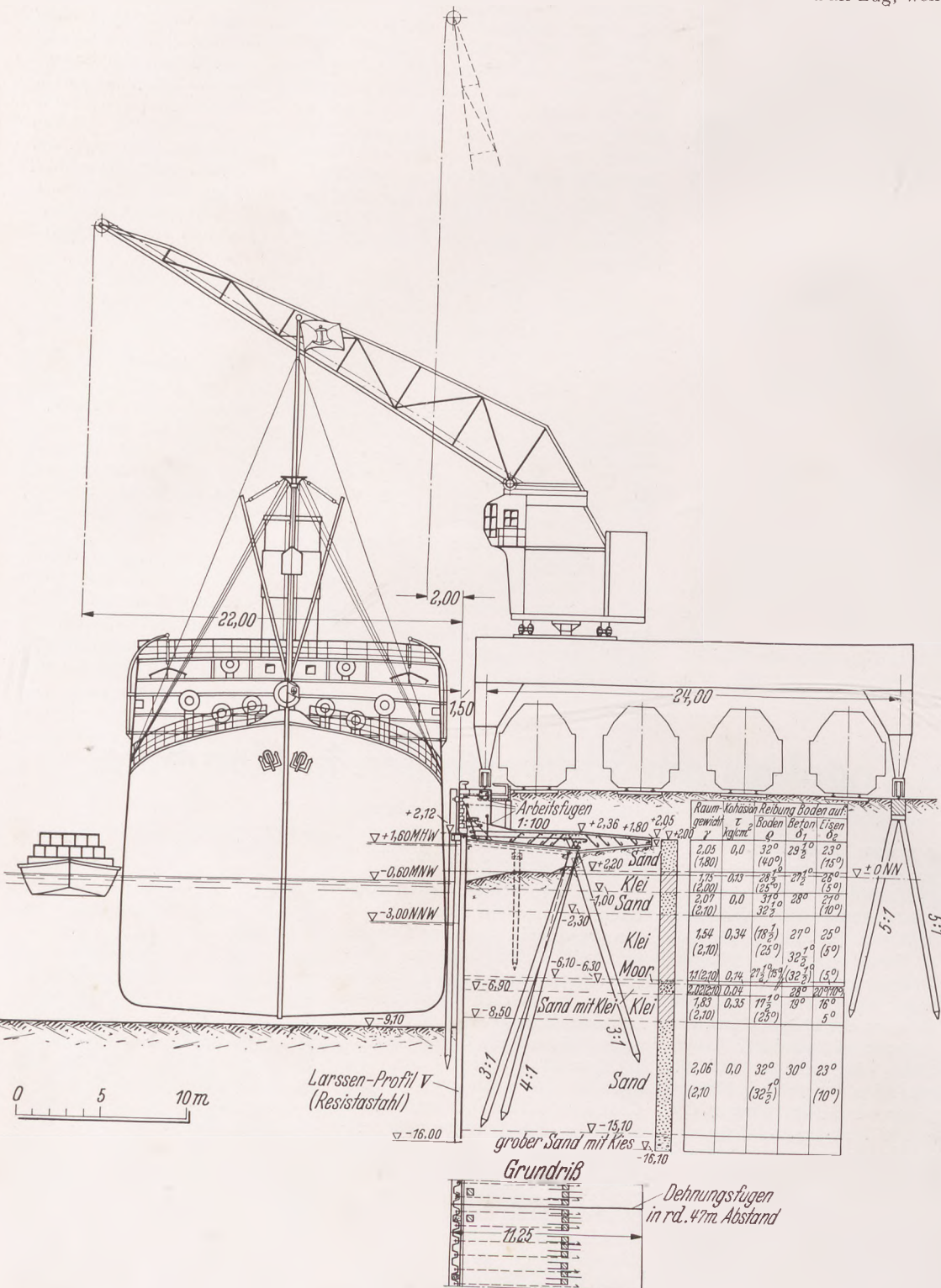


Abb. 2. Querschnitt des Togokai-Süd.

für den Togokai-Nord (Abb. 3) von der Ingenieurbaugesellschaft Christiani & Nielsen m. b. H. als Gegenvorschlag zu dem zunächst ausgeschriebenen Behördenentwurf einer verankerten Stahlspundwand gelöst worden.

Der Entwurf des Togokai-Süd weist zwei verschiedene gerammte Hauptbauteile auf: Die Stahlspundwand und die Eisenbeton-Bockpfehlreihe. Auf diesen ruht, als Balken auf zwei Stützen statisch klar gelagert, eine Eisenbetonplatte mit nach hinten ausladendem Kragarm.

Diesem Kragarm fallen wesentliche Aufgaben zu. Einmal bewirkt er eine Verminderung der lotrechten Belastung der Spundwand und zweitens eine Abschirmung des Erddruckes gegen die vorderen Pfehle. Ferner läßt er die größten Momente als negative Momente über der Bockpfehlreihe entstehen, so daß die Platte hier ihre größte Stärke erhalten muß, was wegen der Längsversteifung für den Fall

des aufgehenden Mauerwerkes sollte möglichst keine unbedeckten Betonteile aufweisen, sondern zur größeren Sicherheit gegen Verwitterung und gegen Verletzungen durch Schiffsstöße überall in der in Hamburg bewährten Weise mit Basalt und Granit verblendet sein.

ist, die sich den an sie gestellten Forderungen in jeder Weise gewachsen gezeigt haben.

Der Entwurf des Togokai-Nord weist drei verschiedene gerammte Bauteile auf: Die Stahlspundwand, die vordere Pfahlreihe und die Bockpfahlreihe. Die Platte und das aufgehende Mauerwerk ruhen annahm gemäß auf den Pfählen und auf der Spundwand. Erddruck auf die Pfähle ist unberücksichtigt geblieben; doch hat die Bockpfahlreihe den von der Spundwand an die Platte abgegebenen Erd-Auflagerdruck aufzunehmen. Es kommt dabei so aus, daß die vorderen Bockpfähle in jedem Belastungsfall Druckkräfte, die hinteren nur Zugkräfte aufzunehmen haben. Der unter Berücksichtigung der Schirmwirkung der Platte und für einen als ungünstigsten angenommenen Wasserstand von MNW — 0,60 NN und 0,65 m hydraulischen Überdruckes angesetzte Erddruck ist allein der Spundwand zugewiesen; diese ist unter Annahme voller Einspannung im Mauerkörper und halber Einspannung im Boden auf reine Biegung berechnet. Eine Einspannung der Spundwand im Mauerkörper wurde dadurch ermöglicht, daß beim Togokai-Nord der Grundsatz der vollständigen Bekleidung der Mauer mit Basalt und Granit fallen gelassen und nur Vorsatzbeton hergestellt wurde.

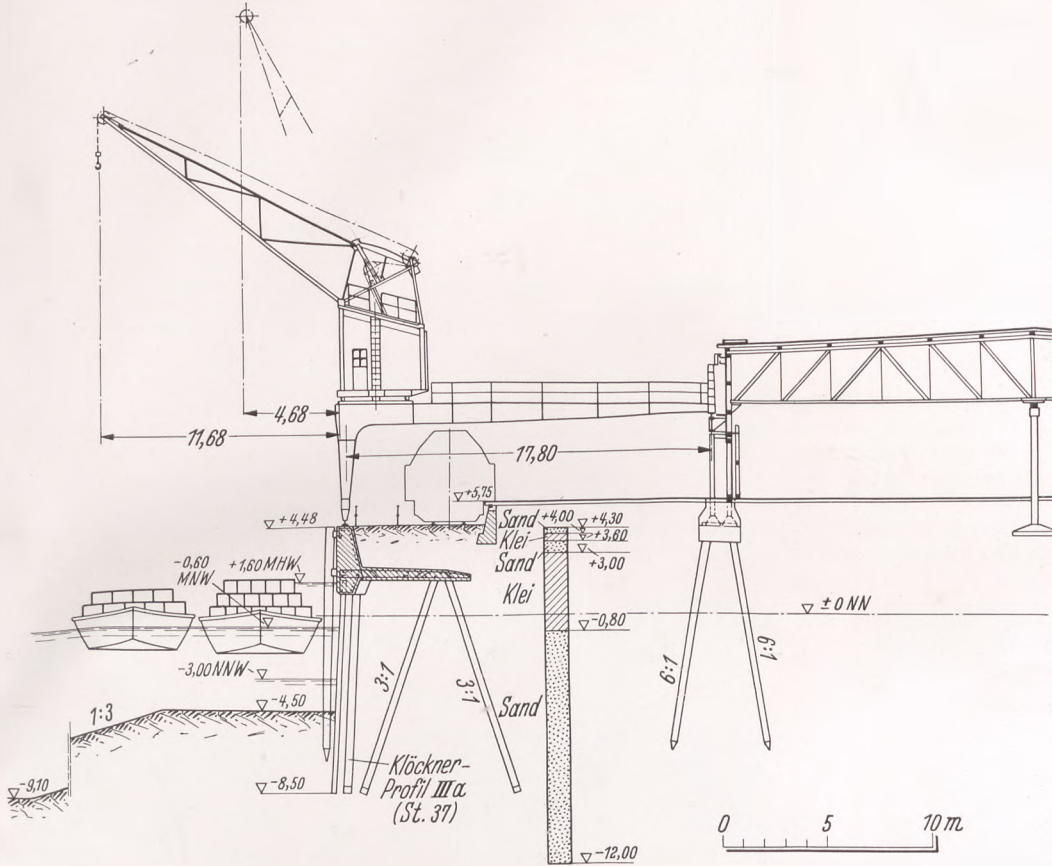


Abb. 3. Querschnitt des Togokai-Nord.

Gestaltung und Ausführung der einzelnen Bauteile.

Die Ausführung der Kaibauten wurde in beiden Fällen im Wege der öffentlichen Ausschreibung vergeben. Dabei wurde die Ausführung des behördlichen Entwurfes für Togokai-Süd einer Arbeitsgemeinschaft der Firmen

Philipp Holzmann A.-G., Frankfurt (Main), Zweigniederlassung Hamburg, und Fr. Holst, Hamburg, übertragen. Togokai-Nord wurde von der Ingenieurbaugesellschaft Christiani & Nielsen m. b. H., Hamburg, nach dem eigenen Entwurf dieser Firma ausgeführt.

Die Abb. 4 und 5 geben eine Übersicht über die Baustelleneinrichtungen der Firmen. Die Bedeutung der dargestellten Einrichtungsteile ist in die Abbildungen eingetragen.

Wegen der Parallelen zwischen beiden Entwürfen und wegen des gegenseitigen Einflusses in Gestaltung und Ausführung soll die Beschreibung des Baues beider Kaistrecken im folgenden nach einzelnen Bauteilen gegliedert werden.

Eisenbetonrammpfähle. Es waren zur Hauptsache die in der Tabelle 1 zusammengestellten Pfähle herzustellen und zu rammen.

Für die Betonierung der Pfähle der Südstrecke stellte sich die Arbeitsgemeinschaft ein besonders solides Planum her, und zwar wurde auf Kanthölzern 10/10 cm, die in 60 cm Abstand verlegt und deren Zwischenräume sorgfältig mit Sand ausge-

Dies führte zu einem stumpfen Stoß zwischen Spundwand und Granitstein und mittelbar zur freien Auflagerung des oberen Spundwandrandes in bezug auf die Erddruckkräfte.

Zusammenfassend sei zu den soeben angedeuteten statischen Leitgedanken bemerkt, daß die daraus abgeleitete Entwurfsgestaltung

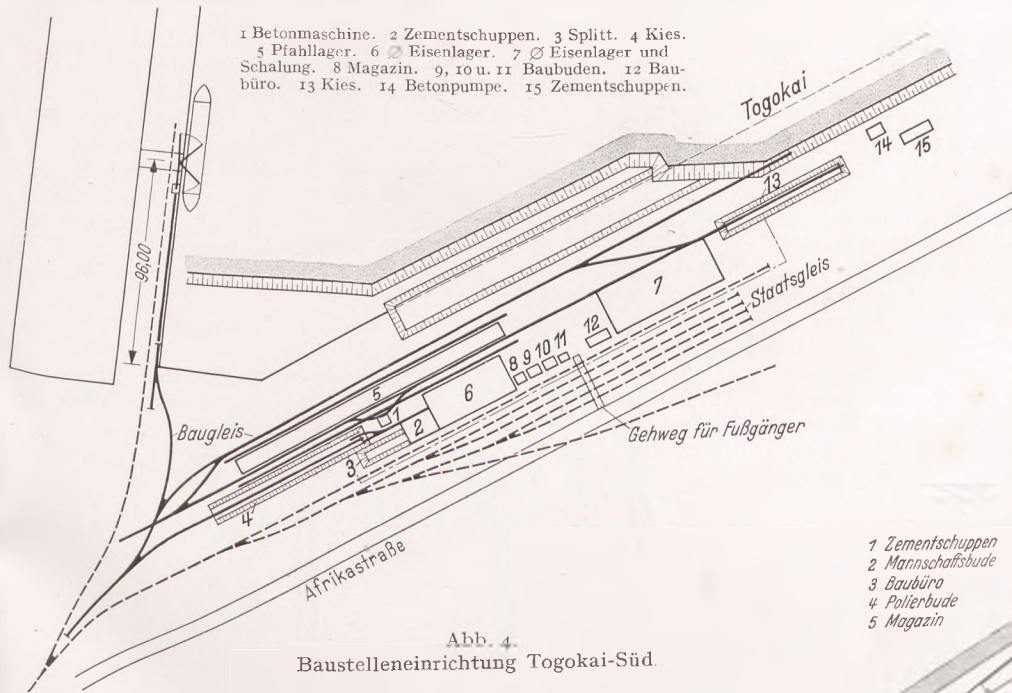


Abb. 4. Baustelleneinrichtung Togokai-Süd.

- 1 Zementschuppen
- 2 Mannschaftsbude
- 3 Baubüro
- 4 Polierbude
- 5 Magazin

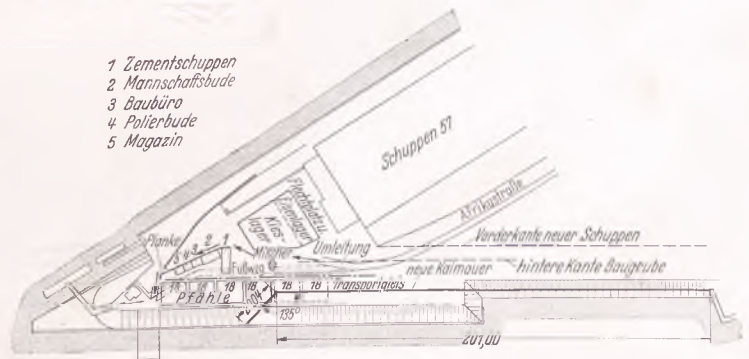


Abb. 5. Baustelleneinrichtung Togokai-Nord.

zum erstenmal angewandt wurde, und noch nicht etwa schon grundsätzliche Bedeutung erlangt hat. Das erklärt, daß man für die gleichzeitig auszuführende Ufermauer Togokai-Nord keine Bedenken getragen hat, einen Entwurf zu wählen, der die für die besondere Gestaltung der Südmauer angeführten Gesichtspunkte nicht berücksichtigt. Es war dies um so leichter zu vertreten, als eine große Anzahl von Kaibauten mit Pfählen unmittelbar hinter der Spundwand bekannt

Tabelle 1. Übersicht der Eisenbeton-Rammpfähle.

Bezeichnung der Pfähle	Togokai-Süd			Togokai-Nord		
	Vordere Bockpfähle		Hintere Bockpfähle	Vordere Pfähle	Bockpfähle	
	Druck	Zug				
Neigung	3:1	4:1	3:1	20:1	3:1	3:1
Stückzahl	393	394	393	79	136	68
Länge	17,80 m	16,85 m	14,40 m	9,90 m	11,40 m	12,00 m
Beton-Querschnitt	34/40 cm	34/40 cm	34/40 cm	31,5/37 cm	31,5/37 cm	31,5/37 cm
Längs-Bewehrung	4 Ø 25 + 2 Ø 20	4 Ø 26	4 Ø 24	4 Ø 20	4 Ø 20	6 Ø 20
F_i cm ²	1750	1680	1630	1360	1360	18,84
$\sigma = \frac{P}{F_i}$ kg/cm ²	34	35,5	37	39,9	39,2	1195
Querbewehrung	Spiralbewehrung Ø 5 mm; Ganghöhe 7 1/2 cm			Spanndrahtbewehrung Ø 3 mm nach Patent der Ingenieurbaugesellschaft Christiani & Nielsen		

schlemmt waren, ein 5 cm starker Bohlenbelag genagelt. Auf diesem 1350 m² großen Planum wurden mit einfachen Papier-Zwischenlagen übereinander 6 Lagen Pfähle in einzelnen Mindest-Zeitabständen von 5 Tagen betoniert. Risse oder andere Nachteile haben sich nicht gezeigt. Die gehobelte und mit Simplizit-Schalungsöl gestrichene Schalung ließ sich leicht ablösen; auch beim Abheben der Pfähle traten keine Schwierigkeiten auf. Wegen der Höhe der oberen

schen neigenden Erdkeil berücksichtigen, können derartige im voraus angestellte Erwägungen nur einen bedingten Anhalt für die Beurteilung der späteren Standfestigkeit der Pfähle bieten.

Beim Rammen der vorderen Bockpfehlreihe des Togokai-Süd zeigte sich dann in der Tat ein wesentlicher Unterschied gegenüber den in großen Abständen geschlagenen Probepfählen. Während sich nämlich die Probepfähle sehr einfach rammen lassen, war es schwie-

keit der vorderen Bockpfähle 67 t. Ferner konnte ein Belastungsversuch zur Beurteilung der Tragfähigkeit herangezogen werden, der schon 1931 im Gelände der Baustelle, also unter völlig gleichen Bodenverhältnissen durchgeführt war. Bei diesem Versuch war ein lotrechter Pfahl vom Querschnitt 34/34 cm und 14 m Länge und Spitzenlage auf -9 NN erst unter einer Last von 170 t derartig eingesunken, daß man die Grenze seiner Tragfähigkeit als erreicht bezeichnen konnte.

Da sowohl die Rechnung als auch der Versuch sich auf einzelne lotrechte Pfähle beziehen, nicht aber die Neigung, die enge Stellung zwischen gleich stark belasteten Nachbarpfählen und die Lage hinter einem zum Abrut-



Abb. 6. Pfahlbetonierung Togokai-Süd.



Abb. 7. Pfahlbetonierung Togokai-Nord.

Pfahllagen über dem Erdboden waren Hebeeinrichtungen zum Einbringen der Pfahlgerippe in die Schalung und zum Anheben der Betonkübel erforderlich (Abb. 6). Diese bestanden aus 2 Portalkränen mit Demag-Elektrowinden von 3 und 5 t Tragkraft, von denen die stärkere Winde auch das Abheben der fertigen Pfähle besorgte.

Bei der Nordstrecke konnte trotz des sehr geringen zur Verfügung stehenden Raumes — vier der sechs Pfahlstapel (Abb. 7) lagen im Bereich der noch auszuhebenden Baugrube — die Ingenieurbaugesellschaft nicht das gleiche Verfahren wie die Arbeitsgemeinschaft anwenden. Die Bauzeit war hier so kurz bemessen, daß der Aufbau eines sechs Pfähle hohen Stapels bis zur Verwendung der ersten Pfähle nicht abgewartet werden konnte. Die Pfähle dieser Strecke wurden auf einem einfachen nicht eingeschlemmten Planum in 2 Lagen, davon die obere mit hochwertigem Zement, von über die Schalung gelegten Gleisen aus betoniert. Nach der notwendigen Erhärtung wurden sie teils sofort unter die Ramme genommen, teils zur Freigabe des Platzes an anderer Stelle gestapelt.

Von den Festigkeiten, die bei den zur Hauptsache im Winter betonierten Pfählen des Togokai-Süd erzielt wurden, und von der Abhängigkeit des Erhärtungsverlaufs von den Temperaturen gibt Abb. 8 eine Übersicht.

Zum Rammen der Eisenbetonpfähle verwandten beide Auftragnehmer Menck & Hambrocksche Universaldampframmen mit 4 t Bärgewicht. Mit diesen wurden zu Beginn der Rammarbeiten am Togokai-Süd 3:1 geneigte Probepfähle geschlagen. Es zeigte sich, daß sämtliche Pfähle mindestens ab -9 NN bis zur Endspitzenlage -13 NN ziemlich gleichmäßig 6—4 mm je Schlag eindringen. Zur Beurteilung der Tragfähigkeit können solche Rammergebnisse bei dem zweifelhaften Wert aller Rammformeln nur insofern herangezogen werden, als sie einen allgemeinen Eindruck über die Widerstandsfähigkeit des Untergrundes vermitteln.

Nach dem Verfahren von Dörr berechnet, beträgt die Tragfähig-

rig, die in der Reihe geschlagenen Pfähle in der richtigen Lage zu halten. Sehr bald ging daher die Arbeitsgemeinschaft dazu über, die Pfähle in der in Abb. 9 bezeichneten Reihenfolge zu schlagen, womit eine größere Gleichmäßigkeit der Bodenverdichtung zu beiden Seiten des jeweils gerammten Pfahles erzielt wurde. Daß beim Rammen der Pfähle eine Bodenverdichtung eintrat, war daraus zu erkennen, daß

1. keine Auframmung des umliegenden Bodens zu bemerken war, sondern der Pfahl im Boden verschwand und sogar noch einen kleinen Trichter verursachte,
2. der Eindringungswiderstand im Vergleich mit den Probepfählen erheblich zunahm.

Der Eindringungswiderstand in den unteren Sandschichten wurde zu groß, als daß man es hätte wagen können, den Pfahl auf die vorge-

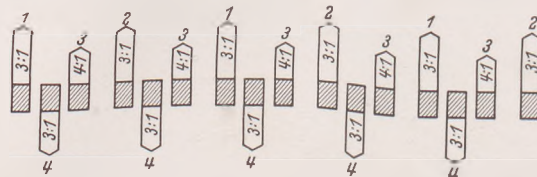
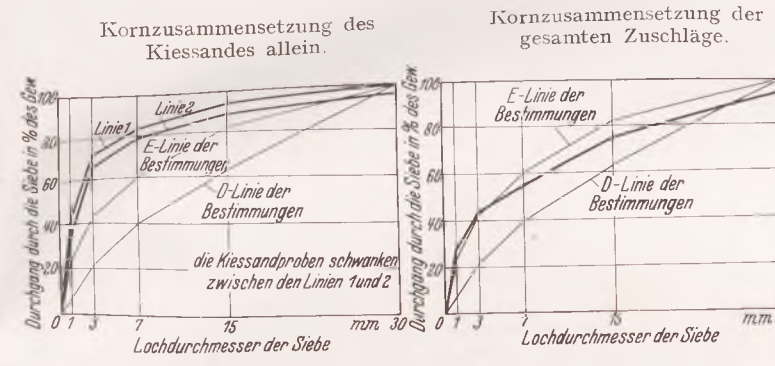
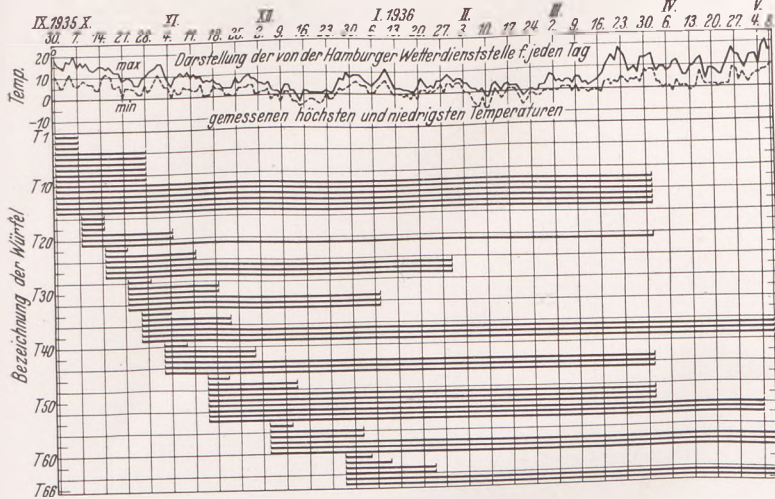


Abb. 9. Rammfolge der Pfähle Togokai-Süd.

schriebene Tiefe zu rammen, ohne ihn zu zertrümmern. Wie jedem Praktiker bekannt, ist es oft schwer, einwandfrei festzustellen, ob ein Rammpfahl unbeschädigt die vorgeschriebene Lage erreicht hat.

Auch bei den hier geschilderten Bauwerken waren Stauchungen und Ausweichungen zu verzeichnen. Beim Stauchen bilden sich ähnlich wie bei Druckprobewürfeln symmetrische Scherflächen im Pfahl aus, entlang deren der Beton zerstört wird, so daß die Eisen an dieser Stelle bloßgelegt werden und ausbiegen. Es konnte wieder die Beobachtung gemacht werden, daß ein Pfahl, der gestaucht ist, u. U.

Ergebnisse von Erhärtungsprüfungen an Betonwürfeln 20/20/20 cm, gelagert unter den gleichen Bedingungen wie die mit diesem Beton hergestellten Pfähle der Kaimauer am Togokai.



Betonzusammensetzung.

Würfel	Zement kg	Zuschlag I				Wasserl	Wasserzementfaktor
		insgesamt	Kies-sand	Kiesel	Granit-splitt		
T1-T6, T13-T21	435	1000	665	290	145	~125	~0,45
T7-T12	520	1000	665	290	145	~145	~0,37
T22-T66	435	1000	665	435	—	~125	~0,45
Herkunft und Eigenschaften	EPZ Georgsmarienhütte Klöckner-Werke A.G. Festigkeit d. Normenpr. 7Tg.=254 bis 325kg/cm ² 28Tg.=423 bis 507kg/cm ²	Körn-ung vgl. Abb. 2	Güster i. Holst-Hanseat. Kieswerke	Körn-ung vgl. Abb. 1	Lei-tungs-wasser der Hamb. Was-ser-werke	Aus-breit-maß ~53cm	

Abb. 8. Übersicht der Pfahlfestigkeiten Togokai-Süd.
(Behörde für Technik und Arbeit, Strom- und Hafenbau.)

Bezeichnung der Würfel	Erhärtungs-dauer Tage	Festigkeit kg/cm ²
T 1	7	207
T 2	7	207
T 3	7	199
T 4	28	342
T 5	28	314
T 6	28	303
T 7	28	350
T 8	28	388
T 9	28	339
T 10	185	431
T 11	185	444
T 12	185	431
T 13	185	380
T 14	185	350
T 15	185	401
T 16	7	205
T 17	7	190
T 18	7	203
T 19	28	320
T 20	28	310
T 21	176	435
T 22	7	165
T 23	28	314
T 24	28	286
T 25	107	337
T 26	107	412
T 27	107	384
T 28	7	128
T 29	28	263
T 30	28	260
T 31	78	386
T 32	78	390
T 33	78	361
T 34	9	152
T 35	28	235
T 36	28	239
T 37	195	371
T 38	195	359
T 39	195	344
T 40	7	143
T 41	28	277
T 42	28	295
T 43	151	367
T 44	151	371
T 45	151	386
T 46	7	128
T 47	28	301
T 48	28	309
T 49	138	488
T 50	138	416
T 51	138	427
T 52	171	489
T 53	171	506
T 54	171	529
T 55	7	92
T 56	29	243
T 57	29	271
T 58	156	408
T 59	156	425
T 60	156	431
T 61	8	131
T 62	14	179
T 63	28	261
T 64	28	237
T 65	141	395
T 66	141	350

Um die Pfähle sicher in die vorgeschriebene Lage bringen zu können, wurden die vorderen Bockpfähle vom 6. Pfahl ab unter Zuhilfenahme von Spülung eingebracht. Die Spülung bringt zu-meist eine Erleichterung beim Herunterbringen des Pfahles; außerdem bildet sie die Möglich-keit, den Pfahl in Zwei-felsfällen mit der Spül-lanze abzutasten und da-durch einigermaßen zu-verlässlich festzustellen, ob er unbeschädigt geblieben ist. Auf Grund früherer Erfahrungen³ begann die Arbeitsgemeinschaft zu-nächst mit einer Spül-leistung von 700 l/min und ca. 20 Atm. Druck bei zwei Spüllanzen. Die Rechnung ergibt näm-lich, daß bei hohem Druck und nicht allzu großer Was-sermenge die Energie des Druckwassers bis an die Lanzenspitzen ohne allzu große Verluste erhalten bleibt. Dies war auch der Fall, aber es zeigte sich trotzdem bei den vorliegenden Bodenver-hältnissen, daß die Spül-wirkung nicht befriedigte. Das lag daran, daß der mit Energie geladene, verhältnismäßig dünne Strahl in zu großer Ent-fernung unter der Pfahl-spitze wirkte, wobei noch hinzukam, daß die vor-handenen Kleischichten das Aufsteigen des Was-sers in der Nähe des Pfahles verhindert. Aus diesem Grunde wurde die Spülung geändert und eine Pumpe ver-wandt, welche 1200 l/min bei einem Druck von 12 Atm. ergab. Hierfür mußten 100 PS aufge-wandt werden, wovon an den Lanzenspitzen nur noch ein kleiner Bruch-teil wirksam war. Trotz-dem war die Spülwirkung besser. Eine Möglich-keit, die großen Verluste her-abzumindern, und mit

nur bei einem Rammschlag einen kleinen „Sprung“ macht, d. h. plötzlich mehr zieht, sich aber nach dem Sprung, während die verletzte Stelle weitergestaut wird und die Spitze nicht weiter ein-dringt, am Pfahlkopf wieder ganz wie ein unversehrt Pfahl verhält. Laufende sorgfältige Beobachtung ist daher oberste Pflicht der Ram-maufsicht. Bei den Ausweichungen wird die Spitze seitlich aus der Rich-tung gedrängt, und der neue Pfahl wird zunächst durch zahlreiche kleine Biegungrisse zerstört. Bei weiteren Schlägen wird er abscheren. Dies macht sich meist durch starkes seitliches Drängen des Pfahl-kopfes bemerkbar. Ein beim Spülen ausgewichener Pfahl, der gleich nach Beginn der Zerstörungerscheinungen wieder ausgezogen wurde, ist in Abb. 10 dargestellt. Es ist übrigens denkbar, daß das Auswei-chen der Pfahlspitze dann nicht bemerkt wird, wenn es erst in tieferer Lage eintritt und der Pfahl in den oberen durchrammten Boden-schichten schon so fest eingespannt ist, daß kein ungewöhnliches Drän-gen des Kopfes mehr erfolgen kann. Am Togokai-Nord wurden 6 Stau-ungen und ein Ausweichen bemerkt. Für diese Pfähle wurden Ersatz-pfähle geschlagen.

einer geringeren Maschinenleistung auszukommen, besteht ohne weiteres nicht, da der Querschnitt der Lanze und des Zuführungs-schlauches nicht beliebig gesteigert werden kann, da diese Teile sonst zu unhandlich werden. Auch ihre Länge ist durch die große Pfahl-länge gegeben, zumal der Schlauch so lang sein muß, daß die Ramme jede Dreh- und Fahrbewegung ohne Behinderung ausführen kann.

Die Zahl der auf diese Weise in einer Achtstundenschicht einge-brachten vorderen Bockpfähle betrug im Höchstfall 7, im Mindestfall 1 1/2, im Durchschnitt 4,43 Stück Pfähle.

Die hinteren Bockpfähle des Togokai-Süd und sämtliche Pfähle des Togokai-Nord wurden ohne Spülung gerammt.

Tragfähigkeitsberechnungen und auch Proberammungen ver-lieren naturgemäß bei Anwendung der Spülung ihre Gültigkeit. Der naheliegende Gedanke, die Pfähle nicht ganz zu spülen, sondern ihnen zum Schluß noch einige Rammschläge zu geben, und daraus wieder

³ Der Absatz über die Spüleinrichtung wurde von der Firma Philipp Holzmann A. G. mitgeteilt.

Schlüsse auf die Tragfähigkeit zu ziehen, stößt in der Praxis doch auf Schwierigkeiten. Ein Nachrammen unmittelbar nach der Spülung ist meist nicht möglich, weil der Boden um den Pfahl herum zu ungleichmäßig aufgewühlt sein kann und die Rammung dann Stauchungen herbeiführen könnte. Die Ramme aber nach einigen Tagen etwa wieder zurücklaufen zu lassen, ist zu unwirtschaftlich. Eine derartige Prüfung ist daher nur in einem Falle aus Versuchsgründen vorgenommen. Dabei drang der Pfahl unter dem 4-t-Bär bei 80 cm Fallhöhe nur 2 mm je Schlag ein. Das Schwanen des Pfahlkopfes mit dem Schlag ließ zudem vermuten, daß die Last zur Hauptsache von der Pfahlspitze auf den Boden übertragen wurde; dies würde eine günstigere Lastabgabe bedeuten gegenüber der Annahme der statischen Berechnung, daß der Pfahl seine ganze Last damit den Erddruck auf

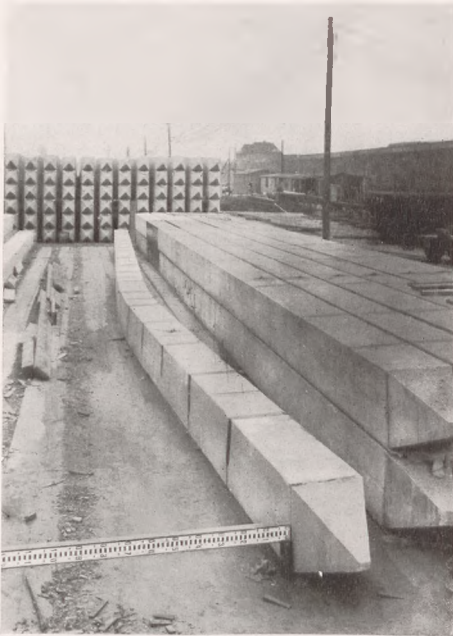


Abb. 10. Gezogener Pfahl, der beim Spülen ausgewichen war.

durch Reibung an den Boden abgibt und die Spundwand erhöht.

damit den Erddruck auf (Schluß folgt.)

Generatorgas-Antrieb für Frachtschiffe.

Nach den sehr günstigen Betriebsergebnissen des ersten Koks-Gas-schleppers „Harpen I“ auf dem Rhein wurde noch eine Reihe Schlepper für Generatorgasbetrieb auf Binnenschiffstraßen in Auftrag gegeben. Darüber hinaus haben sich die Westfälische Transport-A.-G., Dortmund, und die Raab Karcher G.m.b.H., Duisburg, entschlossen, auch Frachtschiffe mit Generatorgas-Antrieb auszurüsten. Die ersten beiden Fahrzeuge dieser Art haben vor kurzem ihre Jungfernfahrt mit Erfolg abgelegt. Die Schiffe wurden auf der Arminius-Werft in Bodenwerder gebaut und wieder mit Gasmotoren und Gaserzeugungsanlagen sowie Hilfsmotoren der Humboldt-Deutzmotoren A.-G., Köln, ausgerüstet. Leistung 250 PS. Als Brennstoff wird Anthrazit und Koks verwandt.

Seeschiffsverkehr der wichtigsten deutschen Seehäfen im IV. Vierteljahr 1936.

Häfen	Ankommend		Ausgehend	
	Schiffe	Netto-Reg.-T.	Schiffe	Netto-Reg.-T.
Emden	1074	761 588	984	775 864
Unterweser-Häfen ¹	2154	2 178 194	2177	2 167 675
Hamburg ²	4289	4 619 927	4617	4 563 443
Kiel	1305	304 590	1268	302 012
Flensburg	412	40 489	416	45 889
Lübeck	1064	247 348	1061	255 267
Stettin	1506	834 380	1523	846 660
Danzig	1425	927 567	1435	928 778
Königsberg	691	285 031	717	291 868

Stapelläufe.

Motorfrachtschiff „Helene“ (3. 3. 37) auf der Krupp-Germaniawerft, Kiel, für Reederei Sartori & Berger, Kiel. Gebaut nach den Vorschriften des Germ. Lloyd für Kl. + 100 A₄ K (E), darüber hinaus noch besondere Verstärkungen des Schiffskörpers. Hauptabmessungen: L ü. a. = 50,925 m, L zw. d. L. = 47,50 m, Br. a. Sp. = 8,10 m, Seitenhöhe bis Hauptdeck = 3,40 m Tiefgang auf Sommerfreibord = 3,25 m, Geschwindigkeit = 10 kn, Tragfähigkeit etwa 600 t auf Sommerfreibord. Hauptantrieb: 1 einfachwirkender Sechszylinder-Viertakt-Krupp-Dieselmotor von 500 PSe bei 260 Umdr./min. Eindeckschiff mit Back und Poop. Maschinenanlage und Besatzungsräume im Hinterschiff. Für Lösch- und Ladezwecke der 3 großen Luken sind an den beiden Masten je 2 Ladebäume von je 2 t Nutzlast vorgesehen.

Lotsendampfer „Emden“ (3. 3. 37) auf der Werft von Jos. L. Meyer, Papenburg/Ems, für die Ems-Lots-Gesellschaft. L. ü. a. = 54,37 m, L zw. d. L. = 50,10 m, Br. a. Sp. = 9,0 m, Höhe an der Seite = 5,0 m. Antrieb: eine Doppelverbund-Dampfmaschine, Bauart Christiansen & Meyer, von 1200 PS. Zwei Zylinderkessel von je 160 m² Heizfläche und 15 at Druck. Einrichtungen: 2 Motor- und 2 Ruderboote, sämtlich mit Dampfbootswinden zu heißen, besonders schweres Anker- und Rudergeschirr mit Oertzruder, 26 m hohe Masten, elektrische Anlage. Geschwindigkeit 11 kn.

Fruchtmotorschiff „Australian Reefer“ (6. 2. 37) auf der Nakskov Schiffswerft, Nakskov (Dänemark), für Reederei J. Lauritzen, Kopenhagen. L zw. d. L. = 330', Br. a. Sp. = 47'6", Tiefe bis zum oberen Deck = 27'6", Ladefähigkeit etwa 2600 t dw. Höchste Kl. Germ. Lloyd. Alle Laderäume werden isoliert. 5 Luken, 2 Masten, 4 Samsoposten und 10 Ladebäume zu je 3 t. 10 elektr. Ladewinden sowie elektr. Verhol- und Ankerwinde und Steuermaschine. Antrieb: 1 zehnzylinder. Dieselmotor B. & W. (einfachwirkend, Zweitakt, Druckzerstäubung).

¹ Einschließlich Bremische Häfen.

² Großhamburgisches Gebiet.

Ministerialrat Kurt Burkowitz†.

Ein um die deutsche Binnenschifffahrt und die technische Entwicklung des Seedienstes Ostpreußen hochverdienter Mann ist unerwartet von uns geschieden.

Am 19. Februar 1937 verstarb Ministerialrat Kurt Burkowitz, der Leiter des Ausschusses für Schiffbau und Maschinenbau beim Zentral-Verein für deutsche Binnenschifffahrt.

Die Laufbahn dieses ebenso befähigten wie unermüdetlich schaffenden Mannes kennzeichnete ihn schon früh als eine Persönlichkeit, die sich den ihr anvertrauten Aufgaben voll und ganz hingab. Ministerialrat Burkowitz war Maschinenbau-Ingenieur. Er legte seine Diplom-Hauptprüfung und die zweite Staatsprüfung um die Jahrhundertwende beide mit Auszeichnung ab, war dann einige Jahre an der Technischen Hochschule Hannover als Assistent tätig und wurde 1904 von der Bauverwaltung der Regierung in Schleswig angestellt, wo er den Bau von Leuchtfeuern und Nebelsignal-Stationen leitete. Später war er Maschinenbau-Inspektor in Pillau, dann Vorstand des Maschinenbauamtes in Königsberg, in welcher Stellung er 1917 zum Baurat ernannt wurde. Vier Jahre später berief das Reichsverkehrsministerium ihn als Regierungs- und Baurat in seine Wasserstraßenabteilung und ernannte ihn bereits drei Jahre später zum Ministerialrat.

In dieser Stellung konnte Ministerialrat Burkowitz seine großen Fähigkeiten nicht nur auf maschinenbaulichem Gebiete, sondern in allen technischen Richtungen erweisen. Zu seinen besonderen Aufgaben gehörte lange Zeit die Unterhaltung und Weiterentwicklung des gesamten Geräteparks der Reichswasserstraßen, der maschinellen Anlagen von Schleusen, Schöpfwerken, Kraftwerken usw. Bei seiner großen Schaffenskraft und Vielseitigkeit und seinem zielsicheren und klaren Verstand war es selbstverständlich, daß er in vielen technischen Ausschüssen eine führende Stellung einnahm. So war er Mitglied des

Deutschen Dampfkesselausschusses, der Kommission des Verkehrs- und Baumuseums, des Reichsprüfungsamtes, ordentliches Mitglied der Akademie des Bauwesens, Mitglied des Verwaltungsrates der Fa. F. Schichau G. m. b. H., Vorsitzender des Ausschusses für Schiff- und Maschinenbau des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschifffahrt und im Ausschuß für Flußschiffbau und Yachtbau der Schiffbautechnischen Gesellschaft. Hervorragend war seine Beteiligung am Bau des Schiffshebewerks Niederfinow, dessen maschinentechnischer Teil zum großen Teil sein Werk ist. Beim Bau der Schiffe für den Seedienst Ostpreußen übernahm er, besonders bei der „Tannenbergt“ mit ihrer Hochdruck-Turbinen- und Kesselanlage, eine starke Mitverantwortung für die Wahl einer neuartigen Anlage.

In der deutschen Binnenschifffahrt werden seine Verdienste ebenfalls unvergessen bleiben. Als Vorsitzender des Ausschusses für Schiff- und Maschinenbau des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschifffahrt hat er entscheidend dazu beigetragen, daß in mancher technischen Hinsicht mit Vorurteilen und alten Zöpfen aufgeräumt wurde, und daß moderne Methoden zur Verbesserung der Schiffstypen und -Konstruktionen vorurteilsfrei zur Prüfung und nach erwiesener Güte zur Durchführung kamen. Um die Verwirklichung des wirtschaftlichen einheitlichen Schleppkahn vom Groß-Plauer-Maß hat er sich besonders verdient gemacht.

Auch fachliterarisch betätigte sich Burkowitz in wertvoller Weise, besonders für die Binnenschifffahrt. Das Reichsverkehrsministerium und die Kreise der See- und Binnenschifffahrt, in denen Ministerialrat Burkowitz ein maßgebendes Wort zu sprechen hatte, verlieren in ihm einen Mitarbeiter und Förderer in vielfachem Sinne — eine Persönlichkeit, die in vorbildlicher Weise deutsche Beamtentreue und Stetigkeit mit einer warmherzigen Menschlichkeit und sachlich großzügigen Einstellung zu jeder der gestellten Aufgaben und zu den dabei mitschaffenden Arbeitsgruppen verband.