DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 237 143 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) B 63 B 1/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 63 B / 276 142 5 (22) 10.05.85 (44) 02.07.86

(71) VEB Mathias-Thesen-Werft, 2400 Wismar, Karl-Marx-Straße 9, DD
(72) Bartels, Jens, Dr.-Ing.; Dudszus, Alfred, Prof. Dr. sc. techn.; Nering, Klaus, Dipl.-Ing.; Sassenburg, Siegfried, DD

(54) Hinterschiffsform für Ein- und Mehrschraubenschiffe

(57) Hinterschiffsform für Ein- und Mehrschraubenschiffe. Die Erfindung betrifft die Gestaltung der Hinterschiffsform von Verdrängungsschiffen im üblichen Bereich der Formparameter und Froudezahlen. Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Hinterschiffsform zu gestalten, die eine Reduzierung der erforderlichen Antriebsleistung ermöglicht und damit den Treibstoffverbrauch reduziert. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Hinterschiffsform zu gestalten, die bei allen Beladungszuständen und im gesamten Geschwindigkeitsbereich des Schiffes zu einer Erhöhung des Propulsionsgütegrades bei unwesentlicher Beeinflussung des Schiffswiderstandes führt und die Kavitation am Propeller, sowie die propellerinduzierten Druckschwankungen reduziert. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Bereich der Stevenkontur des Hinterschiffes oberhalb der Propellerwellenmitte bis zur Konstruktionswasserlinie partiell in Richtung des Quadranten der oberen Propellerhalbkreisebene, in dem die Propellerflügel nach oben schlagen verwunden ist und der Bereich unterhalb der Propellerwellenmitte als symmetrischer Heckwulst in Tropfenform, dessen Stevenauslauf zur Basis in prabolischer Form erfolgt, ausgebildet ist und im Bereich des Quadranten der oberen Propellerhalbkreisebene, in dem die Propellerflügel nach unten schlagen ein Knick angeordnet ist, der sich über 15–20 % der Schiffslänge ausdehnt und in der Stevenkontur oberhalb der Propellerkreisebene ausläuft. Die Erfindung kann im Schiffbau und zwar insbesondere beim Bau von Fracht- und Containerschiffen angewendet werden.

ISSN 0433-6461

7 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Hinterschiffsform für ein- und Mehrschraubenschiffe, **dadurch gekennzeichnet,** daß ein Bereich der Stevenkontur (I) des Hinterschiffes oberhalb einer Propellerwellenmitte (II) bis zu einer Konstruktionswasserlinie (III) partiell in Richtung eines oberen Quadranten der Propellerkreisebene, in dem die Propellerflügel nach oben schlagen (IV) auf vorzugsweise 15–20% der Schiffslänge verwunden ist, wobei eine maximale Verwindung (VIII) aus einer Mittschiffsebene (IX) auf vorzugsweise $^2/_3$ des Abstandes zwischen Propellerwellenmitte (II) und Konstruktionswasserlinie (III) vorgesehen ist und der Bereich unterhalb der Propellerwellenmitte (II) als an sich bekannter symmetrischer Heckwulst (XIII) in Tropfenform, dessen Stevenauslauf zur Basis (XI) in parabolischer Form erfolgt, ausgebildet ist und im Bereich eines oberen Quadranten der Propellerkreisebene, in dem die Propellerflügel nach unten schlagen (V) ein Knick (XII) angeordnet ist, der sich über 15–20% der Schiffslänge ausdehnt und in der Stevenkontur (I) oberhalb der Propellerkreisebene ausläuft.
2. Hinterschiffsform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Spantkontur auf der Seite der nach oben schlagenden Propellerflügel eine betonte V-Form hat und auf der Seite der nach unten schlagenden Propellerflügel unterhalb des Knicks (XII) sich vom Beginn des Knicks an aufrichtet und eine nahezu senkrechte Stellung im Bereich des Heckwulstes (XIII) aufweist.
3. Hinterschiffsform nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß sich ein Winkel zwischen den Spantkonturen ober- und unterhalb des Knicks (α) ständig verkleinert.
4. Hinterschiffsform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß sowohl eine vertikale Neigung des Knicks (β) als auch eine horizontale Neigung des Knicks (γ) gegenüber den Wasserlinien dem Strömungsverlauf der vom Schiffsboden her aufwärts gerichteten Grenzschichtstörung angepaßt sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Gestaltung von Hinterschiffsformen im Unterwasserbereich für sämtliche Verdrängungsschiffe im üblichen Bereich der Formparameter und Froudezahlen zur Reduzierung der erforderlichen Antriebsleistung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Mit der Herausbildung neuer Schiffstypen und deren Anpassung an den Transport vorwiegend unifizierter volumenintensiver Ladungseinheiten ergaben sich aus den damit verbundenen Kriterien der inneren Unterteilung des Schiffskörpers in seine Substrukturen in der Schiffsentwurfspraxis neue Anforderungen an die Gestaltung der äußeren Schiffskörpergeometrie. Moderne Schiffsformen sind gekennzeichnet durch nahezu kubische und einen über die gesamte Schiffsbreite auslaufenden Hinterschiffsbereich der Überwasserschiffe und den damit verbundenen flachen und einen großen Spantausfall aufweisenden Unterwasserschiffsformen. Der Bereich des Unterwasserhinterschiffes wird dabei zur Minimierung der Gesamtschiffslänge unter Berücksichtigung der Raumanforderungen der Substruktur des Maschinenraumes zunehmend völliger gestaltet. Daraus resultierende widerstands- und propulsionsmäßige Verschlechterungen des Schiffes werden durch strömungsleitende und propulsionsverbessernde Schiffsformen und Zusatzeinrichtungen mehr als kompensiert. Darüber hinaus werden durch den Einsatz von über die gesamten Ladungstiefgangs- und Schiffsgeschwindigkeitsbereiche optimierten Bugwulst- und Heckwulstformen sowie den Einsatz besonders langsamlaufender Langhubdieselmotoren Minimalwerte des täglichen Brennstoffverbrauches des Schiffes angestrebt. Ursächlich in der Propulsion des Schiffes begründet lassen verbesserte Konstruktionen des Hinterschiffes die günstigsten Einsparungen im spezifischen Leistungsbedarf eines Schiffes erwarten.
Der Propeller hinter dem Schiff arbeitet in einem in homogenen und ungleichförmigen Nachstromfeld, wobei die obere Propellerhalbkreisebene besonders großen Schwankungen der Geschwindigkeitsgradienten des Nachstromfeldes und Strömungsturbulenzen ausgesetzt ist. Der obere Stevendurchgang bei Einschraubern weist eine ausgesprochene Nachstromspitze auf, d. h. die Zuströmgeschwindigkeit geht hier gegen null. Die Ungleichförmigkeit des Nachstromfeldes ist die Ursache für Verluste im Propulsionsgütegrad, für die Kavitationsausbildung am Propellerflügel und die Schwingungserregung infolge propellerinduzierter Druckschwankungen.
Durch die Anwendung von Heckw[illegible]lstkonstruktionen (DE 2441556) ist es möglich, den Propellerwirkungsgrad zu verbessern und die Gefahr der Propellerkavitation sowie der propellerinduzierten Schwingungserregung zu mindern. Die Verbesserungen basieren auf der Erreichung nahezu rotationssymmetrischer Isotachenverläufe in der unteren Propellerhalbkreisebene. Die Ungleichförmigkeit der Nachstromverteilung in der oberen Propellerhalbkreisebene bleibt durch den Heckwuls[illegible] weitestgehend unbeeinflußt, d. h. sie ist nach wie vor rotationsunsymmetrisch. Durch die Verwendung eines stärker ausgeprägten Heckwulstes kann die Nachstromziffer auf Kosten des Schiffswiderstandes verbessert werden.
Bei schlanken Heckwulsten (DD 123172) für Schiffe mit schlanken Wasserlinien im Heckbereich wird die mittlere Nachstromziffer nur geringfügig vergrößert, wobei der Schiffswiderstand nahezu konstant bleibt und sich die Neigung des Propellers zur Schwingungserregung und Kavitation verringert.

Die größten Energieverluste treten bei einem hinter dem Schiff arbeitendem Propeller, jedoch in der oberen Propellerhalbkreisebene auf. Bei der Umströmung des Unterwasserschiffes bildet sich unmittelbar an der Schiffsoberfläche eine energiebehaftete Grenzschichtströmung aus, wobei bereits im Vorschiff durch die vertikale Verdrängungs- und Flächenverteilung der Spantkonturen ein Großteil der Grenzschicht unter den Schiffsboden gelenkt wird. Die sich unter dem Schiffsboden anreichernde Grenzschichtströmung fließt nach dem Erreichen einer kritischen Grenzschichtdicke im Bereich des hinteren Drittels der Schiffslänge über die Kimmradien nach außen und steigt an den Schiffsseiten auf. Dabei strömt bei konventionellen Schiffsformen ein beträchtlicher Anteil dieses energiebehafteten Reibungsnachstroms ohne Energierückgewinn in der Propellerkreisebene über oder seitlich der oberen Propellerhalbkreisebene hinweg und geht der Propulsion verloren.
Zur Beschleunigung der Strömung im oberen Propellerhalbkreis werden Tunnelheckkonstruktionen DE 878001, DE 2740568, DD 209781, GB 1277984 und IP 57–2558 angewandt. Anliegen dieser Konstruktionen ist es, vorwiegend bei Schiffen mit einem großen B/T-Verhältnis und großen Propellerdurchmesser für den Propeller ausreichende Tauchungsverhältnisse zu schaffen, die ein kavitationsfreies Arbeiten des Propellers ohne Lufteinbruch von der Wasseroberfläche her gewährleisten. Zusätzlich wird durch die tunnelartige Gestaltung der Außenwand eine Art Düse gestaltet, die eine Beschleunigung der Strömung in den oberen Propellerquadranten bewirkt. Der Nachteil dieser Konstruktionen besteht in der relativ starken Erhöhung des Reibungswiderstandes des Unterwasserschiffes, der Erhöhung der propellerinduzierten Druckschwankungen auf Grund der erheblich reduzierten Propellerfreischläge zur Schiffsaußenhaut und den damit verbundenen Schwingungsproblemen sowie der nur bedingten Beeinflussung der Sogziffer.
Des weiteren wird die Wirkungsweise der Konstruktion wesentlich vom Tiefgang und der Trimmlage des Schiffes beeinflußt. Durch die inhomogene und ungleichförmige Nachstromverteilung in den oberen Quadranten der Propellerkreisebene wandert der Schubangriffspunkt des Propellers in den Quadranten aus, in dem die Propellerflügel nach unten schlagen. Die Schubexzentrizität bewirkt eine Reduzierung des Propellerwirkungsgrades und eine Widerstandserhöhung durch die Vergrößerung des für die Geradeausfahrt erforderlichen Ruderwinkels. Des weiteren kommt es in dem Quadranten, in dem die Propellerflügel nach oben schlagen zu Verwirbelungen und Strömungsablösungen.
Nach der Patentschrift DE 31 16727 A1 wird das Hinterschiff unsymmetrisch ausgebildet und mit einem unsymmetrischen Heckwulst kombiniert. Die Unsymmetrie bewirkt einen Vordrall des Propellerzustromes entgegen der Propellerdrehrichtung, eine Verbesserung der Propulsion durch die Senkung der Propellerdrallverluste, eine Minderung der Schubexzentrizität und eine Vergrößerung des Bereiches des nahezu rotationssymmetrischen Verlaufes der Isotachen über die Propellerkreisebene. Die Verringerung der Wasserlinieneinlaufwinkel in dem stark belasteten Propellerquadranten, der nach oben schlagenden Propellerflügel wird nur durch eine Vergrößerung der Wasserlinieneinlaufwinkel im gegenüberliegenden Quadranten erzielt. Dadurch ist eine Beeinflussung der Sogziffer nur bedingt möglich und eine direkte Leitwirkung der energiereichen Grenzschichtströmung in die obere Propellerhalbkreisebene nicht gegeben. Strömungsleitwirkungen werden bei dieser Konstruktion nur über die Kombination mit zusätzlichen Leiteinrichtungen wie Flossen und Düsen erzielt.
Durch die Anordnung von Zustromausgleichsdüsen vor bzw. hinter dem Propeller (DE 2540596, DE 3216578, GB 2073689, US 4309172) oder die Anordnung von Strömungsleitflächen (DE 858213, SU 388958, GB 1409346, GB 2111007) versucht man, einen dem Propellerdrehsinn entgegengesetzten gerichteten Vordrall der Strömung, eine Leitwirkung und eine Beschleunigung der Strömung in die obere Propellerhalbkreisebene zu erreichen.
Diese Einrichtungen sind jedoch der unmittelbaren Sogwirkung des Propellers ausgesetzt, verschlechtern die Sogziffer und können auf Grund der flächenmäßig begrenzten Ausdehnung der Einrichtungen nur einen kurzzeitigen strömungsrichtungskorrigierenden Impuls nur auf eine ausgeprägte Strömung ausüben. Neben der Erhöhung des Reibungswiderstandes kommt es zu Umlenkungs- und Beschleunigungsverlusten in der Strömung.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Hinterschiffsform zu gestalten, die eine Reduzierung der erforderlichen Antriebsleistung ermöglicht und damit den Treibstoffverbrauch reduziert.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Hinterschiffsform zu gestalten, die bei allen Beladungszuständen und im gesamten Geschwindigkeitsbereich zu einer Erhöhung des Propulsionsgütegrades bei unwesentlicher Beeinflussung des Schiffswiderstandes führt und die Kavitation am Propeller sowie die propellerinduzierten Druckschwankungen reduziert.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Wasserlinien im Bereich von der Basis des Schiffes bis zur Propellerwellenmitte sowie oberhalb der Konstruktionswasserlinie symmetrisch zur Mittschiffsebene ausgebildet sind und der Bereich zwischen der Propellerwellenmitte und der Konstruktionswasserlinie einseitig verwunden ist und zwar in Richtung des Quadranten der oberen Propellerhalbkreisebene, in dem die Propellerflügel nach oben schlagen.
Die maximale Verwindung befindet sich dabei auf vorzugsweise 2/3 des Abstandes zwischen Propellerwellenmitte und Konstruktionswasserlinie. Die Länge des einseitig verwundenen Bereiches des Hinterschiffes beträgt 15–20% der Schiffslänge.
Der Bereich unterhalb der Propellerwellenmitte ist als an sich bekannter symmetrischer Heckwulst in Tropfenform ausgebildet, dessen Stevenauslauf zur Basis in parabolischer Form erfolgt. Erfindungsgemäß ist weiterhin ein im Bereich des oberen Quadranten der Propellerhalbkreisebene, in dem die Propellerflügel nach unten schlagen angeordneter Knick, der sich über 15–20% der Schiffslänge erstreckt und in der Stevenkontur oberhalb der Propellerkreisebene ausläuft. Die Spantkontur auf der Seite der nach oben schlagenden Propellerflügel hat eine betonte V-Form. Auf der Seite der nach unten schlagenden Propellerflügel unterhalb des Knicks richtet sich die Spantform vom Beginn des Knicks an auf und erreicht eine nahezu senkrechte Stellung im Bereich des Heckwulstes. Hierbei verkleinert sich der Winkel zwischen den Spantkonturen ober- und unterhalb des Knicks ständig. Die vertikale und horizontale Neigung des Knicks gegenüber den Wasserlinien ist dem Strömungsverlauf der vom Schiffsboden her aufwärts gerichteten Grenzschichtströmung angepaßt.

Die einseitige Verwindung der Mittschiffsebene bewirkt einen dem Propellerdrehsinn entgegengesetzt gerichteten Vordrall des Zustromes zur oberen Propellerhalbkreisebene und eine Verbesserung der Propulsion durch die Senkung der Propellerdrallverluste. Der V-förmige Charakter der Spantform in der Propellerhalbkreisebene, in der die Propellerflügel nach oben schlagen, erhöht die Vertikalkomponente der Strömung und verstärkt den Dralleffekt der Strömung, wobei gleichzeitig durch die Reduzierung der Wasserlinieneinlaufwinkel die Grenze kritischer Ablösungsgebiete unterschritten wird. Durch die Vergrößerung des Propellerfreischlages auf der Mittschiffsebene verringern sich die propellerinduzierten Druckschwankungen und die Schwingungserregung des Schiffskörpers, sowie die Kavitationsneigung des Propellers.
Der erfindungsgemäße Knick bewirkt die Leitwirkung der energiebehafteten Grenzschichtströmung in die obere Propellerkreisebene, wobei der Auslauf des Knicks in der Stevenkontur oberhalb der Propellerflügelspitzen liegt. Zusätzlich bewirkt der Knick eine Verstärkung des durch die Verwindung bewirkten Vordralleffektes der Propellerzuströmung. Die Neigung des Knicks ist dem Strömungsverlauf angepaßt, um Turbulenz- und Ablösungserscheinungen am Knick zu vermeiden.
Durch die verbesserten Zustrombedingungen in der oberen Propellerrhalbkreisebene wird die Schubexzentizität gemindert und der für die Geradeausfahrt erforderliche Ruderwinkel reduziert, was eine Reduzierung des Widerstandes der Anhänge bewirkt.
Neben der Reduzierung der Wasserlinieneinlaufwinkel auf der Seite der nach oben schlagenden Propellerflügel werden durch den Knick und nahezu senkrechter Spantabschnitte im Bereich von der Basis bis in Höhe des Knicks die Wasserlinieneinlaufwinkel auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls reduziert und damit die Sogziffer bedeutend gesenkt. Gleichzeitig wird durch die kontinuierliche Reduzierung des Winkels zwischen der Spantkontur oberhalb und unterhalb des Knicks zum Propeller hin eine Düsenwirkung erzielt, die eine Beschleunigung der Strömung bewirkt.
Unterhalb der Propellerwellenmitte ist das Hinterschiff mit einem symmetrischen Heckwulst in Tropfenform ausgebildet, wobei der Stevenauslauf zur Basis parabolisch verläuft. Durch den Heckwulst wird eine nahezu rotationssymmetrische Nachstromverteilung über die untere Propellerkreisebene erzielt, wobei durch die Gestaltung des Stevenauslaufes und der Wasserlinien im Bereich der Kimm die Ausbildung von Kimmwirbeln weitestgehend ausgeschlossen wird. Durch die Kombination des oberhalb der Propellerwellenmitte bis zur Konstruktionswasserlinie partiell verwundenen Hinterschiffes mit dem strömungsleitenden Knick und dem symmetrisch gestalteten Heckwulst unterhalb der Propellerwellenmitte wird ein nahezu rotationssymmetrischer Isotachenverlauf über 3/4 des Propellerumfanges erreicht. Durch die Verwindung der Stevenkontur aus der Mittschiffsebene werden die Propellerflügelfreischlagmaße vergrößert und damit die propellerinduzierten Druckschwankungen sowie die Kavitationsneigung des Propellers gemindert. Durch die Erhöhung der mittleren Nachstromziffer und die Senkung der Sogziffer wird der Propulsionsgütegrad verbessert. Darüber hinaus wird durch diese Konstruktion der technologische Mehraufwand für die Fertigung des Hinterschiffes gering gehalten.

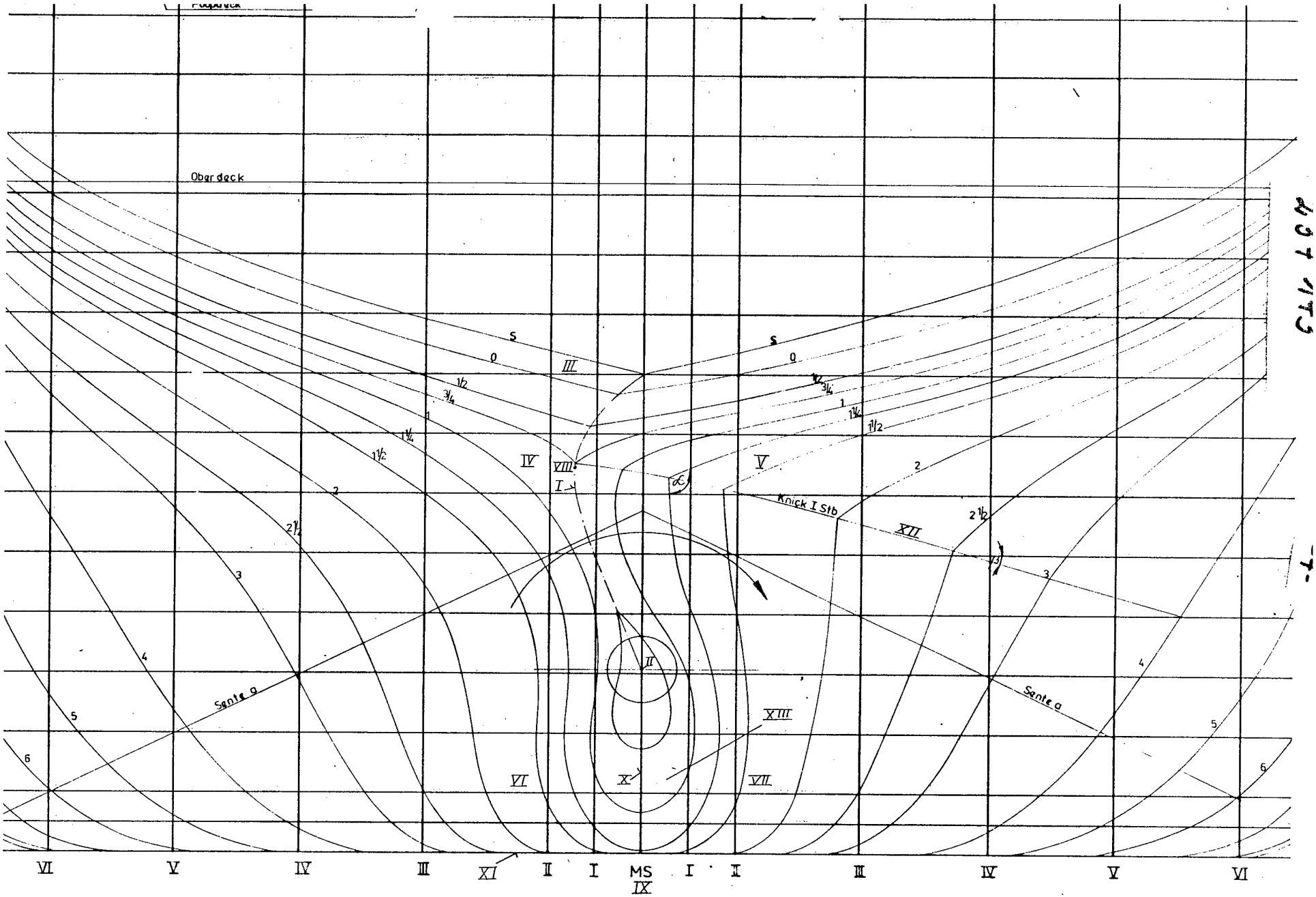
Ausführungsbeispiel

Anhand von Zeichnungen soll die Erfindung erläutert werden.

Fig. 1: Zeigt den Spantquerschnitt des erfindungsgemäßen Hinterschiffes. Die Stevenkontur I ist oberhalb der Propellerwellenmitte II bis zur Konstruktionswasserlinie III partiell einseitig verwunden, wobei sich das Maximum der Verwindung VIII auf 2/3 des Abstandes zwischen Propellerwellenmitte II und Konstruktionswasserlinie III befindet. Unterhalb der Propellerwellenmitte II ist die Stevenkontur I identisch mit der Mittschiffsebene IX und der Bereich der Wasserlinie als symmetrischer tropfenförmiger Heckwulst XIII ausgebildet, der einen nahezu rotationssymmetrischen Isotachenverlauf in der unteren Propellerhalbkreisebene VI, VII bewirkt. Der Knick XII ist im Quadranten der nach unten schlagenden Propellerflügel V der oberen Propellerhalbkreisebene angeordnet. Er beginnt etwa bei einer Schiffslänge von 15–20% und endet in der Stevenkontur I oberhalb der Propellerflügelspitzen. Die vertikale Neigung des Knicks zu den Wasserlinien β ist der vom Schiffsboden her aufsteigenden Grenzschichtströmung angepaßt. Unterhalb des Knicks richtet sich die Spantkontur auf und ist im Bereich des Heckwulstes XIII nahezu senkrecht. Dabei nimmt der Winkel zwischen den Spantkonturen unterhalb und oberhalb des Knicks α kontinuierlich ab. Die Spantform im Bereich der Propellerflügel VI, IV besitzt eine betonte V-Form.

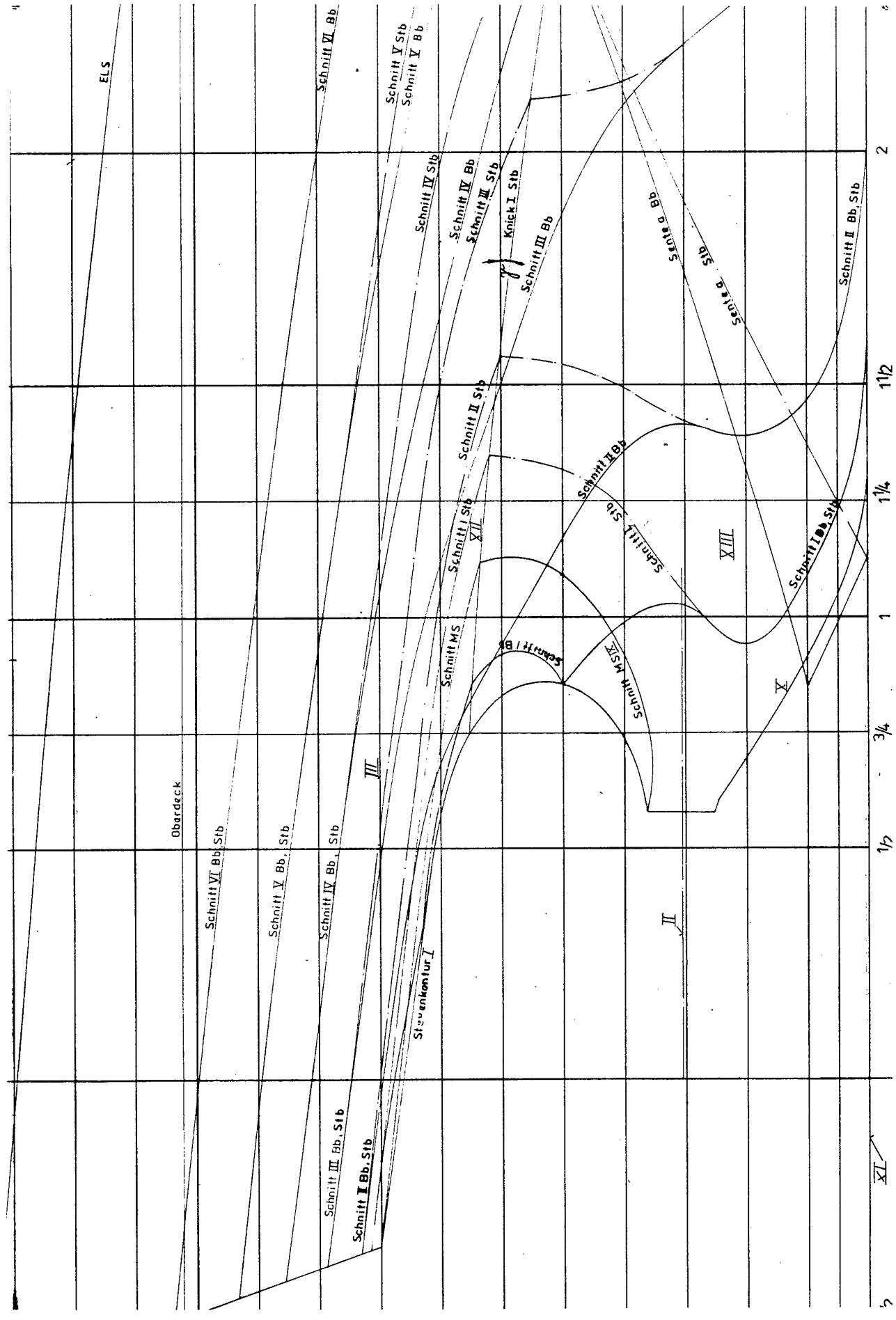
Fig. 2: Zeigt die vertikalen Schnitte des Hinterschiffes. Die Gestaltung des Stevenauslaufes X des symmetrischen Heckwulstes XIII erfolgt parabolisch zur Basis. Aus der Differenz der Konturen der Mittschiffsebene IX zur Stevenkontur I ist die Erhöhung der Freischlagmaße der Propellerflügel zu erkennen. Des weiteren sind der Auslauf des Knicks XII in die Stevenkontur I oberhalb der Propellerflügelspitzen und die horizontale Neigung, des Knicks zu den Wasserlinien γ dargestellt.

Fig. 3: Zeigt den Wasserlinienriß des Hinterschiffes. Die durch die Stevenkontur I dargestellte Verwindung erstreckt sich über eine Bereich von etwa 15% Schiffslänge und geht dann in das symmetrische Achterschiff über. Der Heckwulst XIII ist durch die symmetrische Gestaltung der Wasserlinien unterhalb der Propellerwellenmitte II gekennzeichnet.


Obergdeck
Knick I Stb
Sente g
Sente g
MS
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
XIII
α
S
0
½
¾
1
1¼
1½
2
2½
3
4
5
6

Figur 1

-7-


ELS
Schnitt VI Bb
Schnitt V Stb
Schnitt V Bb
Schnitt IV Stb
Schnitt IV Bb
Schnitt III Stb
Knick I Stb
Schnitt III Bb
Seite a Bb
Seite a Stb
Schnitt II Bb, Stb
Schnitt II Stb
Schnitt II Bb
Schnitt I Stb
Schnitt I Bb
Schnitt MS
Schnitt MS Bb
Schnitt MS Stb
Obardeck
Schnitt VI Bb, Stb
Schnitt V Bb, Stb
Schnitt IV Bb, Stb
Schnitt III Bb, Stb
Schnitt I Bb, Stb
Stevenkontur I
III
II
X
XIII
XII
XI
1/2
3/4
1
1 1/4
1 1/2
2

237 143

- 6 -

