

**ARCHIEF**

**Lab. v. Scheepsbouwkunde  
Technische Hogeschool  
Delft**

**Energieeinsparung und Manövrierverhalten von  
Einschraubenschiffen mit neuartiger Propeller  
und Ruderanordnung**

**Dipl. -Ing. G. Luthra**

# Energieeinsparung und Manövrierverhalten von Einschraubenschiffen mit neuartiger Propeller- und Ruderanordnung

Dipl.-Ing. G. Luthra<sup>1) 2)</sup>

*This paper gives a summary of VBD report 1127 over model tests to investigate feasibility of a stern design concept for single screw vessels as an approach to minimise thrust deduction and thus reduce propulsive power requirement by shifting the propeller plane far astern while replacing the rudder with twin blades arranged abreast of the propeller.*

*With reduced slope of waterlines enabled by this concept from extending these further aft and the advantage that a larger diameter propeller can be accommodated, power savings between 6 and 10 % can be obtained. Twin rudders show no disadvantage in normal runs but by not being in propeller wash provide little steering force at zero and small speeds. The application is thus particularly interesting for ships which are generally equipped with auxiliary manoeuvring devices.*

Als Energieverbraucher ist die Schifffahrt, gerade weil sie – bezogen auf die beförderte Menge und die zurückgelegten Entfernungen – der sparsamste Verkehrsträger ist und bleiben will, von den sprunghaft gestiegenen Treibstoffkosten betroffen und zu erhöhter Sparsamkeit gezwungen. Aus hydrodynamischer Sicht läßt sich dieses Ziel im wesentlichen durch Verbesserungen im Antriebsbereich erreichen, einschließlich der Schiffsförm und der Propeller- und Ruderanordnung, die einen niedrigen Widerstand und einen hohen Propulsionsgütegrad sicherstellen.

Während sich der Wirkungsgrad des Propellers nicht mehr nennenswert steigern läßt, können der Propulsionsgütegrad und die Laufruhe im Betrieb, wie einige Sonderfälle in der Vergangenheit zeigten, z. B. durch bessere Nutzung des Rei-

- 1) Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg
  - 2) 231. Mitteilung der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg, Institut an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen, Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e. V., Köln
- Die 231. Mitteilung ist eine Kurzfassung des VBD-Berichtes 1127. Die Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e. V., Köln, hat auf Antrag der Versuchsanstalt in dankenswerter Weise die Durchführung des Versuchsprogrammes ermöglicht und das Vorhaben aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft gefördert. Der vollständige Bericht kann zum Selbstkostenpreis zuzüglich Porto von der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Klöcknerstr. 77, 4100 Duisburg 1, bezogen werden.



**Bild 1: Modell eines Frachters in herkömmlicher Heckspantform mit nach hinten versetztem Propeller, Zwillingsrudder und aufgefällter Gillung**

bungsnachstroms [1; 2] bzw. der Lagerung der Propellerwelle in einem elastischen Stevenrohr [3] noch gesteigert werden. Die Aktivitäten auf diesem Gebiet umfassen eine Vielzahl von weiteren Maßnahmen, wovon die älteren teilweise in [4] beschrieben sind. Einige Beispiele aus den neueren Entwicklungen sind:

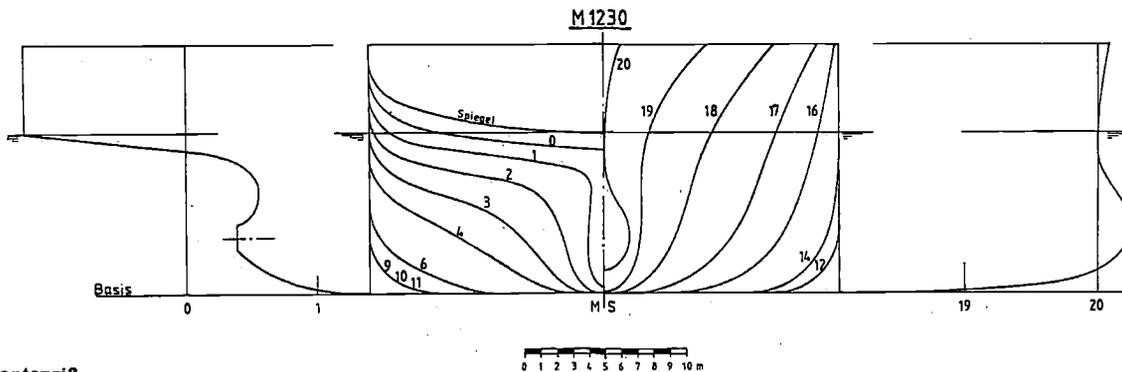
- koaxiale und überlappende Propelleranordnungen
- der Heckwulst
- unkonventionelle Heckanordnungen, wie Katamaran-Heck, Anordnung der Propeller in Tunneln
- das asymmetrische Hinterschiff (5)
- das Grim'sche Leitrad® [6]
- der TVF-Propeller [7]
- die Zustrom-Ausgleichsdüse [8; 9]
- die Becker-Y-Düse [15]

Ausgehend von der Notwendigkeit einer Verminderung des Antriebsleistungsbedarfs, ist in der vorliegenden Arbeit eine neuartige Anordnung von Propeller und Ruder nach einem Vorschlag von Prof. Schneekluth untersucht worden. Dieser sieht eine Versetzung des Propellers weit nach hinten vor, um die Sogkraftbedingten Verluste im Leistungsübertragungsbereich zu verringern.

Geringfügige Verlängerungen des Stevenrohrs und damit die Verlagerung des Propellers nach hinten sind in einigen Fällen vor allem zur Verbesserung der Schwingungserregung ([3] und [11]) bereits in der Vergangenheit vorgenommen worden. Dagegen wurde eine starke Vergrößerung des Abstands zwischen Propeller und Rumpf bisher nicht in Betracht gezogen, weil das hinter dem Schiff angeordnete Ruder dies ohne eine Verlängerung des Schiffes nicht zuläßt. Als Abhilfe wurde im vorliegenden Fall statt des üblichen Ruders ein Zwillingsrudder mit je einer Fläche seitlich versetzt neben dem Propeller angeordnet, um die beabsichtigte Verlagerung der Propeller-ebene zu verwirklichen.

Der ausführliche VBD-Bericht 1127 enthält die vollständige Beschreibung der Versuche und die Ergebnisse. Sie werden hier in gekürzter Darstellung wiedergegeben.

Untersucht wurde diese Propeller- und Ruderanordnung an zwei Schiffvarianten. Die vergleichenden Messungen am ersten Modell eines Frachters in herkömmlicher Heckspantform (Bild 1) ließen zunächst erkennen, daß die Vergrößerung des Propellerabstandes nicht zum erwünschten Erfolg führt, wenn nicht gleichzeitig eine Zuschärfung der Wasserlinien im Hinterschiffsbereich vorgenommen wird. Diese und weitere Maßnahmen, wie eine Vergrößerung des Propellerdurchmessers, die durch Verlagerung der Propellerebene bei unverändertem Freischlag möglich ist, und eine Auffüllung der Gillung über und hinter dem Propeller, ergaben eine Leistungseinsparung von etwa 8 % im Dienstgeschwindigkeitsbereich. Die Manövrierfähigkeit mit dem seitlich versetzten Zwillingsrudder zeigte



**Bild 2: Spantenriß**

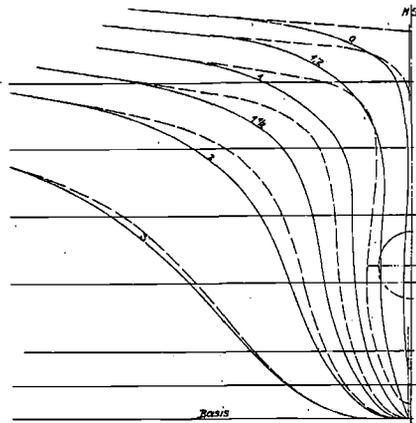


Bild 3: Heckänderung  $\lambda = 37$  - M 1230.1, M 1230

keine Nachteile in Fahrt. Dagegen war die Steuerkraft im Stand sehr gering.

Eine solche Propeller- und Ruderanordnung dürfte daher in erster Linie für diejenigen Schiffstypen von besonderem Interesse sein, die von Anbeginn mit Bugsteuerorganen ausgerüstet werden wie z.B. die neuzeitlichen Ro-Ro-Schiffe. Bei diesen Schiffen geht der Trend aus Wirtschaftlichkeitsgründen mehr und mehr zu der Einschrauben-Anordnung. Allerdings bereitet die Formgebung dann einige Schwierigkeiten, da der Wunsch besteht, die Maschine weit hinten anzuordnen, wodurch das Hinterschiff völliger, die Zuströmung ungleichmäßiger und damit die Gefahr der Schwingungserregung größer wird. Die Formgebung solcher Schiffe ist in [10] ausführlich behandelt. Die Form des anschließend untersuchten Modells ist den dort enthaltenen Ausführungen entnommen worden. Der Spantenriß wird in Bild 2 gezeigt.

Ausgehend von diesem Modell, wurde entsprechend der Aufgaben-

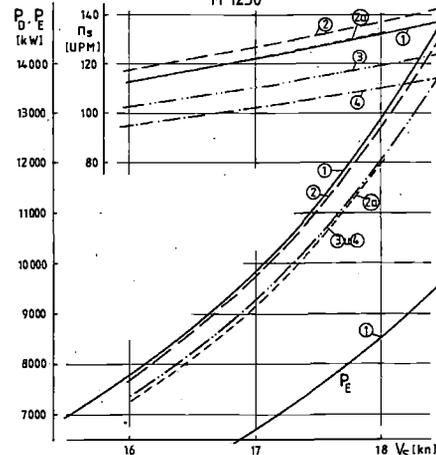
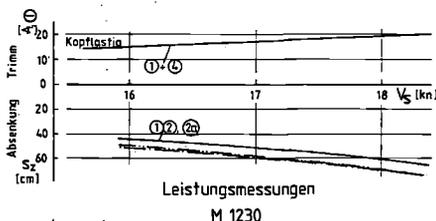


Bild 5: Leistungsmessungen M 1230

stellung der Propeller nach hinten versetzt und die Hinterschiffslinien zugespitzt. Letzteres ist durch die Verlagerung der Propellerebene nach achtern möglich, ohne die Maschinenraumbreite wesentlich zu verkleinern. Die hierfür vorgenommene Heckänderung wird in Bild 3 gezeigt, während die Anordnung von Propeller und Zwillingsruder in Bild 4 schematisch dargestellt wird.

Die Ergebnisse der Leistungsmessungen mit schrittweise geänderter Propeller- und Ruderanordnung werden in den Bildern 5 und 6 der Ausgangsvariante ① vergleichend gegenübergestellt. Es ist ersichtlich, daß die Versetzung des Propellers nach hinten bei gleichzeitiger Zu-

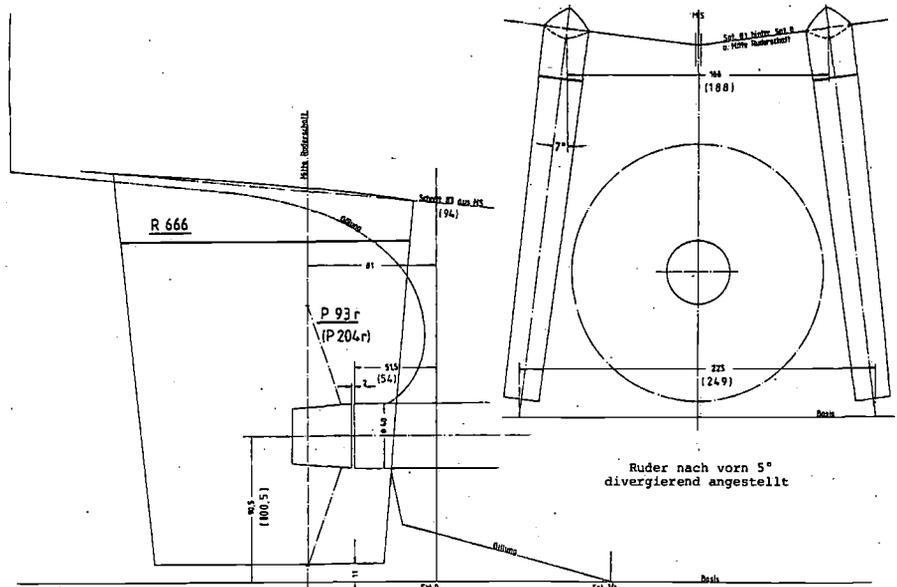


Bild 4: Propeller- und Ruderanordnung Variante ② bis ⑦ = M 1230.1

schärfung der Wasserlinien - zunächst jedoch ohne Ruder (Variante ②) - eine Leistungsverringerung von 6 bis 7% ergibt. Mit der Anordnung des Zwillingsruders - Variante ③ - geht der Gewinn, bedingt durch den Eigenwiderstand der Ruderflächen, auf 1,0% zurück.

Die Verlagerung der Propellerebene nach hinten ermöglicht eine Vergrößerung des Propellerdurchmessers. Mit dem von 5,92 m auf 6,66 m vergrößerten Propellerdurchmesser in Variante ③ konnte der Leistungsgewinn der mit Zwillingsruder ausgerüsteten Variante auf 6 bis 7% gesteigert werden. Eine nochmalige Vergrößerung des Propellerdurchmessers um 6,5% in Variante ④ erbrachte keine weitere Steigerung des Gewinns.

Auch der Versuch, die Gillung über und hinter dem Propeller aufzufüllen, ergab bei dieser Hinterschiffform keine zusätzliche Leistungseinsparung und lieferte die Bestätigung, daß diese Maßnahme bei modernen Spiegelheckformen kaum einen Vorteil verspricht.

Die mit der Variante ③ in vergleichenden Z-Manöver-Versuchen und Ruderquerkraftmessungen erzielten Ergebnisse zeigen, daß sowohl die Steuerkenngößen als auch die Querkraft in Fahrt durch die Zwillingsruderanlage verbessert werden. Dagegen bleibt die Steuerkraft im Stand nur gering, da die Ruderfläche erst bei großen Winkeln vom Propellerstrahl beaufschlagt wird. Für die Kursfahrt ist das Zwillingsruder überdimensional. Eine in der Höhe vorgenommene Kürzung der Ruderfläche um 15% ergab eine zusätzliche Leistungsreduktion von 2%.

Da ein solches Schiff üblicherweise mit einem Bugsteuerorgan ausgerüstet wird, das die notwendige

Steuerkraft im Stand liefert, und eine wesentliche Verbesserung des Zwillingsruders in dieser Hinsicht kaum noch möglich ist, wurde in abschließender Arbeit die Anbringung

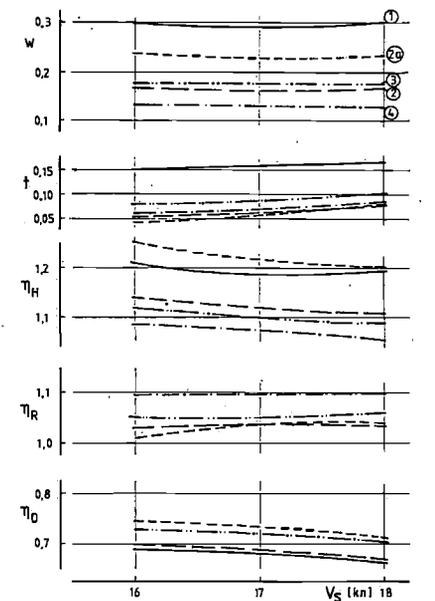


Bild 6: Leistungsmessungen M 1230

einer Zustrom-Ausgleichsdüse ([9 und 14]) in Verbindung mit der vorliegenden Propeller- und Ruderanordnung im Propulsionsversuch untersucht, um Aufschluß über mögliche weitere Leistungseinsparungen zu gewinnen. Dieses führte zu einer weiteren, wenn auch geringen Leistungseinsparung von etwa 2%.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß durch die hier erörterten Maßnahmen Leistungseinsparungen von 6 bis 10% auch bei den neuzeitlichen, relativ schlanken Schiffen möglich sind. Sie dürften jedoch für diejenigen Schiffstypen von besonderem Interesse sein, die von Anbeginn mit aktiven Manövrierhilfen wie z. B. Bugsteuerorgan ausgerüstet werden.

#### Literatur

- [ 1 ] Manzen, P.: Verbesserung des Propulsionsgütegrades durch Ausnutzung des Reibungsnachstroms; „HANSA“, Heft 18/1970
- [ 2 ] Schmidt-Stiebitz, H. Luthra, G.: Untersuchung der Beeinflussung des Schiffs-Antriebs-Leistungsbedarfs durch Leitflächen, die den Reibungsnachstrom sammeln; „HANSA“, Heft 18/1970
- [ 3 ] Grim, O.: Lagerung der Propellerwelle in einem elastischen Stevenrohr; Jahrbuch STG, 54. Bd., 1960
- [ 4 ] Meyne, K.: Schiffspropeller; VBI-Z 114/1972
- [ 5 ] Collatz, G.: Treibstoffeinsparung durch asymmetrische Hinterschiffsformen für Einschrauben-Schiffe; „HANSA“, 1-2/1982
- [ 6 ] Grim, O.: Propeller und Leitrad; Jahrbuch STG, 60. Bd., 1966 und 76. Bd., 1982; IfS Bericht 388/1979 und JSR, Nr. 4/1980
- [ 7 ] Ruiz-Fornells, R. Peres Gomez, G.: Full-Scale Results of First TVF Propellers; ISSHES — International Symposium on Ship Hydrodynamics and Energy Saving, Madrid, 1983.
- [ 8 ] Luthra, G.: Energy Saving in Ship Propulsion from Application of Flow Straightening Devices; ISSHES, Madrid, 1983
- [ 9 ] Luthra, G.: Verbesserung des Schiffsvortriebs von Einschraubenschiffen durch Leitflächen im Propellerzustrom; BMFT-Statusseminar, Hamburg, 1983; IfS Kontakt-Studium, 1984; VBD-Bericht 1093
- [10] Vossnack, E., Buys, C.T., Jonk, A., Vriend, S.G., Beek, J. v. d.: Development of Large Cellular Container Vessels; Jahrbuch STG, Bd. 76/1982
- [11] Völker, H.: Diskussionsbeitrag zum Vortrag „Über die Wechselwirkung zwischen Schiff und Propeller“ von Pohl, K.H.; Jahrbuch STG, Bd. 55/1961
- [12] Luthra, G.: Systematische Ermittlung und Zusammenstellung der charakteristischen Steuerkenngößen von Binnenschiffen und Schubverbänden; Zeitschrift für Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Nr. 4/1985
- [13] Brix, J.: Die Manövrierdaten der Hamburgischen Versuchsanstalt; FDS-Bericht 15/75
- [14] Maßnahmen zur Energieeinsparung — Zustrom-Ausgleichsdüse; Schiff und Hafen, Heft 9/1984, sowie „HANSA“, Heft 18/1984
- [15] Heuser, H., Nussbaum, W.: Entwicklung eines Düsen systems für hochbelastete Propeller an flachgehenden, völligen Schiffen; Schiff und Hafen, Heft 11/1982