

Knoten (Einheit)

Der Knoten (kn) ist ein Geschwindigkeitsmaß in der See- und Luftfahrt bzw. der Meteorologie, das auf der Längeneinheit Seemeile (sm) oder Nautische Meile (NM, nmi, n.mi) beruht. Eine Seemeile entspricht exakt 1852 Metern. Das Einheitszeichen ist kn.

1 Knoten = eine Seemeile pro Stunde

Herkunft und Verwendung

Die Bezeichnung leitet sich aus den Knoten her, die in die Leine des Logscheits gemacht werden, um bestimmte Abstände zu markieren. Die Abstände betragen idealerweise Bruchteile einer Seemeile. Die Zahl der Knoten, die in einer bestimmten Zeit zurückgelegt werden, ergibt die sogenannte Fahrt durchs Wasser (FdW). Die Zeit wurde durch das Logglas, eine spezielle Sanduhr, festgelegt.

Diese Fahrt durchs Wasser wird heutzutage wesentlich genauer durch andere Loggen (hydrostatisch, hydrodynamisch, elektrisch usw.) bestimmt. Für die Navigation wichtiger ist hingegen die Geschwindigkeit über Grund, die entweder mit anderen Navigationshilfen wie GNSS, terrestrische Navigation, Funknavigation oder durch Berücksichtigung der Meeresströmung bestimmt wird.

Die Seemeile entspricht einem Unterschied der geographischen Breite von einer Winkelminute (1'), und somit entsprechen 60 Seemeilen einem Breitengrad. Ein Schiff, das

mit einer Geschwindigkeit von 20 Knoten exakt auf Nord- oder Südkurs fährt, legt in drei Stunden einen Breitengrad zurück.

Umrechnung

Die Umrechnung von Knoten in Kilometer pro Stunde und in Meter pro Sekunde:

$$1 \text{ kn} = 1,852 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,514 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Eine leicht zu merkende Faustregel zum Umrechnen von Knoten in Kilometer pro Stunde lautet: „Mal zwei, minus 10 %“ (oder „Minus 10 %, mal zwei“). Als Formel:

$$v_{\text{kn}} = 2 \cdot v \cdot 90\% \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

oder

$$v[\text{kn}] \rightarrow \times 2 \rightarrow - 10\% = v \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

Der Fehler dieser Rechnung liegt unter 3 %.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:	Freigabe GF:	Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR 01.11.2019	CI 01.11.2019	1 von 22

DER RUMPF LF7

L_{RL} = Rumpflänge

Archimedisches Prinzip: Ein schwimmender Gegenstand verdrängt genauso viel Wasser, wie er selber wiegt.

~~maximale Rumpfgeschwindigkeit $V_{max} = 2,43 \text{ km/h}$~~

$V_R = \sqrt{L_{RL}} = 2,43 \text{ km/h}$

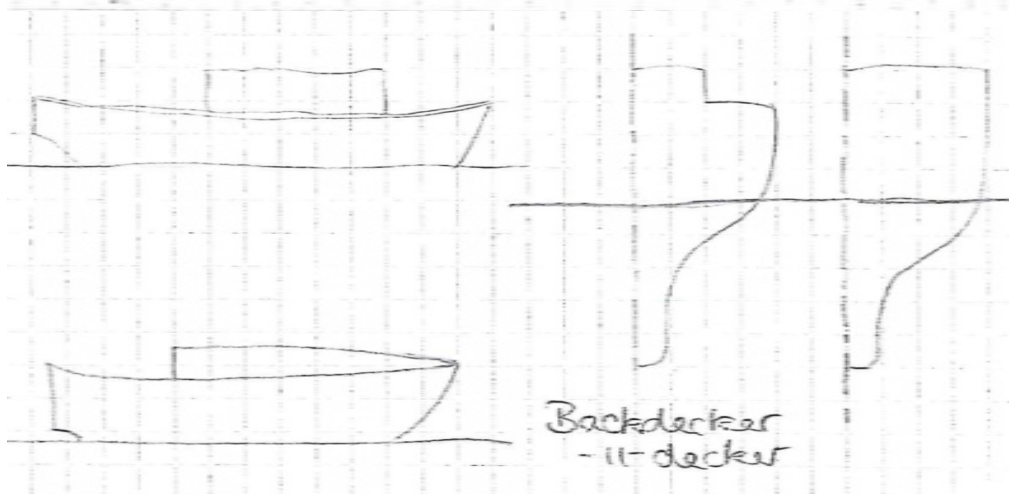
Beispiele:

2,4m Yachtbeiboot L_{RL} = 2m ; $v = \sqrt{2} \cdot 2,43 \text{ km/h} = \underline{3,46 \text{ km/h}}$

10m Yacht L_{RL} = 9m ; $v = \sqrt{9} \cdot 2,43 \text{ km/h} = \underline{7,29 \text{ km/h}}$

Fahrer TT Line L_{RL} = 150m ; $v = \sqrt{150} \cdot 2,43 \text{ km/h} = \underline{29,8 \text{ km/h}}$

$V_{max} = \sqrt{L_{RL}} = 4,5 \text{ km/h}$



d) Die Motorjacht

Die **Motorjacht** ist ein voll gedecktes Kajütmotorboot. Nicht nur der Motorraum, sondern auch die Wohnräume befinden sich unter Deck; lediglich der Salon ist auf dem Deck oder nur halb versenkt angeordnet. Er hat große Fenster und eine

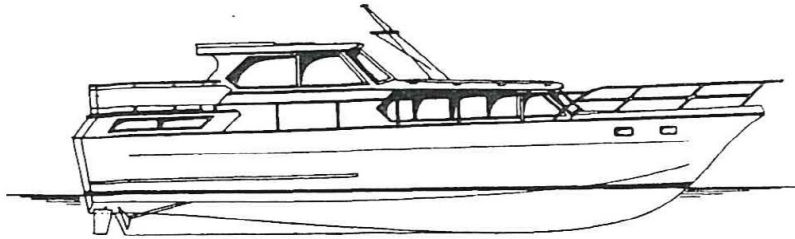


Abb 53 Motorjacht 14,25 x 4,72 m (nach Brauer)

Bo

wohnliche Einrichtung. Moderne Motorjachten haben alle wohnlichen, seemännischen und nautischen Einrichtungen, die für längere Fahrten auf See notwendig sind. Sie werden von einem oder zwei Motoren, meistens Dieselmotoren angetrieben.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	3 von 22

1.2.4.3 Motorbootsformen

a) Verdränger – Gleiter

Das schwimmende Boot verdrängt eine bestimmte Wassermenge, die gleich seinem Gewicht ist. Wird dieses Boot z. B. durch Zuladung schwerer, so taucht es tiefer ein und verdrängt mehr Wasser. Das Maß der Verdrängung wird nicht in m^3 angegeben, sondern in Tonnen (t) zu je 1000 kp.

Im Ruhezustand verdrängt jedes Motorboot eine seinem Gewicht entsprechende Wassermenge, nicht aber, wenn es in Fahrt ist. Das **Gleitboot** z.B. wird bei voller Fahrt aus dem Wasser herausgehoben, es gleitet auf dem Wasser und verdrängt im Gleitzustand nur sehr wenig Wasser. Das **Verdrängungsboot** dagegen wird durch die Schubkraft des Propellers durch das Wasser geschoben. Sein Rumpf zerteilt das Wasser, pflügt es beiseite; es verdrängt also auch bei Fahrt eine bestimmte Wassermenge, die sich hinter dem Boot wieder schließt.

Das Verdrängungsboot fährt verhältnismäßig langsam, weil es durch das Wasser getrieben wird. Es hat im allgemeinen eine rundspantige Rumpfform, während das Gleitboot eine sehr scharfe, eckige Kimm besitzt. Mancher Laie fragt: „Warum gibt es überhaupt Verdrängungs-Motorboote, wenn sie so langsam sind?“ Nun, diese Frage ist berechtigt, aber sie ist auch leicht zu beantworten. Es gibt viele Gewässer, vor allem Flüsse und Kanäle, auf denen keine hohen Geschwindigkeiten gefahren werden dürfen und Wellenschlag zu vermeiden ist. Das verhältnismäßig kurze und breite Gleitboot mit seinem flachen Boden und seinem breiten Spiegel hat für langsame Fahrten eine sehr ungünstige Unterwasserform und fährt daher unwirtschaftlich. Wie Sie, junger Freund, sicher schon oft beobachten konnten, wühlt das langsam fahrende Gleitboot durch das Wasser, und am Spiegel bildet sich ein kräftiger Sog mit hohen Wellen, wodurch die Fahrt erheblich behindert wird. Das Gleitboot läuft nur dann wirtschaftlich, wenn es bei erheblicher Verminderung des Formwiderstandes auf dem Wasser gleitet; und das kann es nur bei höherer Geschwindigkeit. Das Verdrängungsboot aber hat eine Unterwasserform, die seinem Wesen und seiner geringen Geschwindigkeit entspricht, also eine hydrodynamisch richtige Form. Sollte ein Kunde ein Motorboot für den unteren Geschwindigkeitsbereich wünschen, dann sollten Sie ihm ein Verdrängungsboot empfehlen. Das gilt besonders für Elektromotorboote.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	4 von 22

Für Fahrten auf die offene See ist das Verdrängungsboot besser geeignet als das Gleitboot, denn es ist seetüchtiger. Nicht umsonst sind die Fischkutter reine Verdränger. Der Verdränger ist länger im Verhältnis zur Breite als der Gleiter und benötigt nicht dessen breite Gleitfläche. Es ist kursbeständiger und liegt besser am Ruder. Das Gleitboot gehorcht bei langsamer Fahrt dem Ruder sehr schlecht. Bei Seegang fährt der Verdränger weicher und taucht weicher in die Wellen ein, während der Gleiter durch seinen flachen Boden schlägt und stößt. Viele der seegehenden Motorboote und -jachten sind Kompromisse zwischen Verdrängern und Gleitern, z. B. lange Gleiter, Halbgleiter oder Boote mit „tiefem V-Boden“.

Es soll nun die Frage geklärt werden, bis zu welcher Geschwindigkeit ein Verdränger und von welcher Geschwindigkeit ein Gleiter günstiger ist.

b) Über die Geschwindigkeit von Motorbooten

Lieber junger Freund, ich will versuchen, über dieses Thema so einfach wie möglich zu schreiben, damit es Ihnen verständlich wird. Es soll aber auch verständlich gemacht werden, daß die Form des Unterwasserschiffes nach der geplanten Geschwindigkeit gestaltet werden muß, und es soll die Frage beantwortet werden, warum in bestimmten Fällen eine Geschwindigkeitserhöhung unwirtschaftlich oder gar unmöglich ist.

Vor fast 100 Jahren, im Jahre 1879, starb in Südafrika der britische Schiffbauer William **Froude** im Alter von 69 Jahren. Sein Name ist in die Schiffbaugeschichte und Schiffbautechnik eingegangen, und seine damals gewonnenen Erkenntnisse über die Schiffsgeschwindigkeit haben noch heute Gültigkeit. Der Begriff „**Froudesche Zahl**“ ist allen Schiffs- und Bootsbauern bekannt, soweit sie etwas mit Entwurf und Konstruktion zu tun haben. Sie lautet

$$F = \frac{v}{g \cdot \sqrt{L}}$$

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	5 von 22

LF 7 Rumpfkonstruktion auswählen

03 Stabilität & Schwimmfähigkeit

Geschwindigkeit

wobei v die Geschwindigkeit, g die Erdbeschleunigung und L die Länge in der Wasserlinie bedeuten. Wir werden diese Formel etwas vereinfachen und die Erdbeschleunigung fortlassen, denn sie ist für unsere Gewässer nicht so sehr von Bedeutung. Wir wollen deshalb nicht von „Froudescher Zahl“, sondern von „relativer Geschwindigkeit“ oder „Geschwindigkeitsgrad“ sprechen und diese mit dem Buchstaben R versehen. Der Geschwindigkeitsgrad ist also

$$R = \frac{v}{\sqrt{L}}$$

Damit können Sie sicher nichts anfangen; ich will Ihnen nun die Anwendung der Zahl erklären.

Wenn ein großes Frachtschiff und ein kleines Motorboot die gleiche Geschwindigkeit fahren, dann fährt das eine relativ langsam und das andere relativ schnell. Der Begriff „relative Geschwindigkeit“ meint also die Geschwindigkeit des Schiffes bzw. des Bootes in Abhängigkeit von der Schiffslänge. Wenn z. B. ein großer Tanker mit 17 kn (Knoten) gemächlich seinen Kurs zieht, so gilt ein vier Meter langes Motorboot mit gleicher Geschwindigkeit, das sind etwa 31,5 km/h, schon als schneller „Flitzer“. Das Schiff ist ein Verdränger, das kleine Boot ein Gleiter.

Für Wasserfahrzeuge gelten andere Voraussetzungen als für Land- und Luftfahrzeuge, denn es befindet sich auf der Grenze zwischen zwei Elementen, von Wasser und Luft. Das

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	6 von 22

Wasserfahrzeug bildet bei Fahrt auf der Wasseroberfläche Wellen. Ob die Wellen nun durch den Wind oder durch ein Wasserfahrzeug erzeugt werden, ist gleichgültig; sie unterliegen denselben Naturgesetzen. In beiden Fällen haben die Wellen ganz bestimmte Eigengeschwindigkeiten, mit denen sie sich fortpflanzen oder fortbewegen. Die Geschwindigkeit der Wellen ist abhängig von der Wellenlänge, dem Abstand von Wellenberg zu Wellenberg. Je größer die Wellenlänge ist, um so höher ist die Wellengeschwindigkeit; je kleiner die Wellenlänge ist, um so geringer die Geschwindigkeit. Man hat festgestellt, daß die **relative Geschwindigkeit der Wellen**, also ihre Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge, **immer gleich ist**. Wenn wir die Wellenlänge mit dem griechischen Buchstaben λ (lambda) bezeichnen, dann sieht die Formel für die Wellengeschwindigkeit folgendermaßen aus:

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{\lambda} \text{ [km/h]} \text{ oder}$$

$$v = 2,43 \cdot \sqrt{\lambda} \text{ [kn]}.$$

Hierbei muß wohl dem „Quiddje“, wie der Hamburger den Binnenländer nennt, oder dem „Bickbeernschweizer“, wie der Bremer sagt, noch erklärt werden, daß der Seemann und der Schiffbauer von der Küste die Schiffsgeschwindigkeit in Knoten messen. 1 kn = 1 sm/h; 1 sm (Seemeile) = 1,852 km; demzufolge ist 1 kn = 1,852 km/h. Der Binnenschiffer berechnet die Schiffsgeschwindigkeiten in km/h. Weil Küstenbewohner und Binnenländer zu unseren Lesern gehören, werde ich jeweils beide Geschwindigkeitsmaße verwenden.

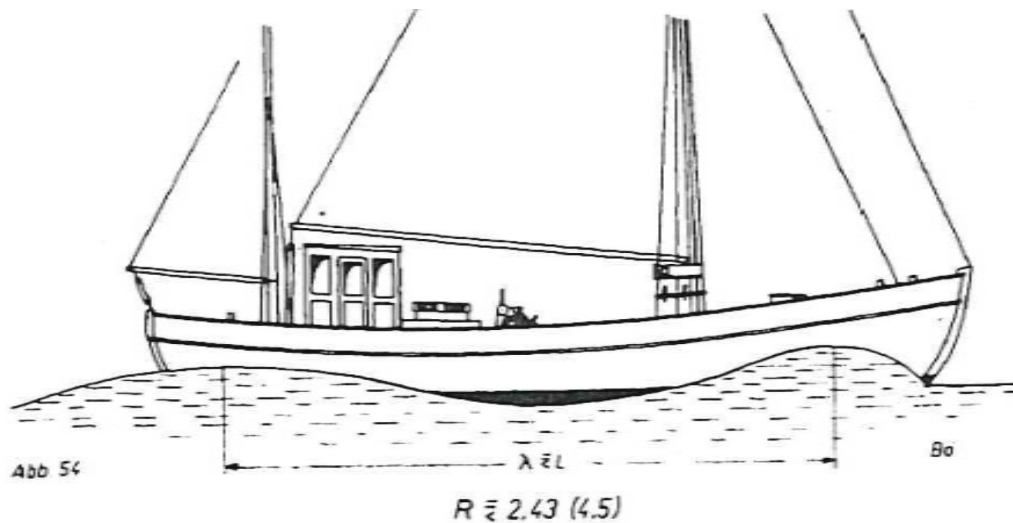
Da das fahrende Wasserfahrzeug Wellen erzeugt, können die oben genannten Erkenntnisse auf die Bestimmung der Schiffsgeschwindigkeit angewendet werden. Am Bug des Schiffes entsteht ein Wellenberg, weil dort das Wasser gestaut wird. Dem Wellenberg folgt das Wellental. Die vom Schiffsrumpf erzeugten Wellen haben die gleiche Geschwindigkeit wie das Schiff. Man könnte also die Schiffsgeschwindigkeit mit Hilfe unserer Formel und der Länge der erzeugten Wellen bestimmen. Wenn das Schiff so schnell fährt, daß die Wellenlänge genauso groß ist wie die Länge des Schiffes in der Wasserlinie (Schwimmebene), dann befinden sich Bug

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	7 von 22

LF 7 Rumpfkonstruktion auswählen

03 Stabilität & Schwimmfähigkeit

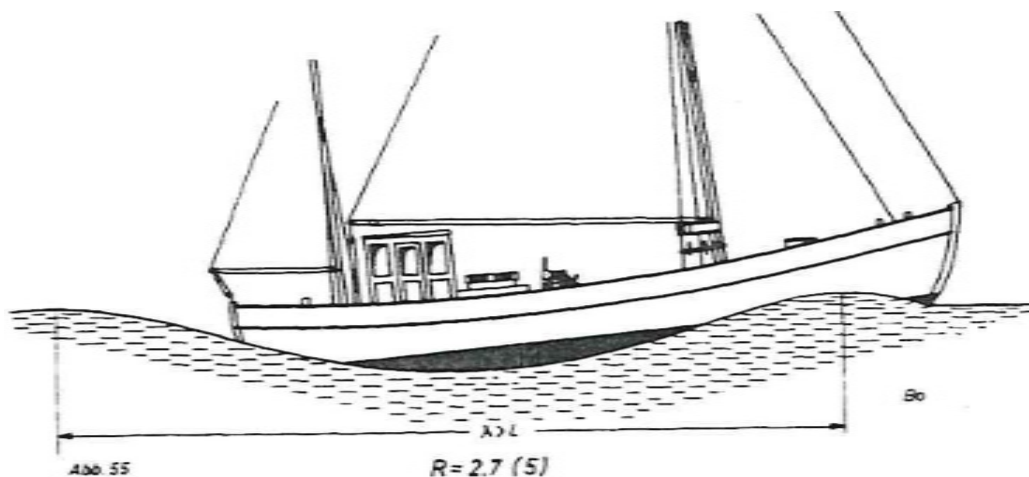
Geschwindigkeit



und Heck je auf einem Wellengang (siehe Abbildung oben).

Fährt das Wasserfahrzeug noch schneller, wird also die Wellenlänge größer als die Länge in der WL, dann sinkt das Heck in ein Wellental, und das Schiff vertrimmt. Hier beginnt der ganz steile Anstieg der Widerstandskurve (Abb. 55). Wie dem abzuhelpen ist, werden wir später sehen.

Es ist nicht schwer zu erkennen, daß die höchste relative Geschwindigkeit, die für den Verdränger wirtschaftlich zu vertreten ist, diejenige ist, bei der die erzeugte Wellenlänge



Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	8 von 22

LF 7 Rumpfkonstruktion auswählen

03 Stabilität & Schwimmfähigkeit

Geschwindigkeit

und die Länge in der Wasserlinie des Schiffes gleich sind. Das wäre also bei

$$v = 2,43 \cdot \sqrt{\lambda} \text{ [kn] bzw.}$$

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{\lambda} \text{ [km/h].}$$

Setzen wir aber statt der Wellenlänge λ die Länge des Schiffes in der Schwimmebene L in die Formel ein, dann erhalten wir

$$v = 2,43 \cdot \sqrt{L} \text{ [kn] bzw.}$$

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{L} \text{ [km/h].}$$

Diese beiden Werte geben uns also die **wirtschaftliche Höchstgeschwindigkeit** für **Verdränger mit spitzem Heck** an.

Ist ein kleines Spitzgattboot 4 m in der Wasserlinie lang ($L = 4$), so lautet die Formel:

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{4} \text{ [km/h]}$$

$$= 4,5 \cdot 2$$

$$= 9 \text{ km/h.}$$

Die Geschwindigkeit eines Fischkutters mit einer Wasserlinienlänge von 9 m wird höchstens

$$v = 4,5 \cdot \sqrt{9}$$

$$= 4,5 \cdot 3$$

$$= 13,5 \text{ km/h oder}$$

$$v = 2,43 \cdot 3$$

$$= 7,29 \text{ kn betragen.}$$

Die Zahlen 2,43 bzw. 4,5 haben eine sehr deutliche Aussagekraft. Wenn wir die Formeln umstellen, dann erhalten wir

$$\frac{v}{\sqrt{L}} = 2,43$$

oder

$$\frac{v}{\sqrt{L}} = 4,5.$$

Den Bruch $\frac{v}{\sqrt{L}}$

hatten wir oben mit „R“ bezeichnet und ihn „relative Geschwindigkeit“ oder „Geschwindigkeitsgrad“ genannt.

$$R = \frac{v}{\sqrt{L}} = 2,43 \text{ [kn] oder } R = \frac{v}{\sqrt{L}} = 4,5 \text{ [km/h].}$$

$$\text{Ableitungen: } v = R \cdot \sqrt{L}$$

$$L = \left(\frac{v}{R} \right)^2$$

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:	Freigabe GF:	Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR 01.11.2019	CI 01.11.2019	9 von 22

Jedes Verdrängungsboot kann, wenn es ein spitzes Heck hat, im günstigsten Fall eine relative Geschwindigkeit von $R = 2,45$ in Knoten oder von $R = 4,5$ in Kilometern pro Stunde erreichen. Das gilt vor allem für Segelboote. Sollen Motorboote schnell verlaufen, dann muß man ihnen eine andere Heckform geben.

c) Geschwindigkeit und Bootsform

Viele Laien meinen, daß man mit einer größeren Motorenleistung eine entsprechend höhere Geschwindigkeit erreichen könne. Daß das nicht so einfach wie bei dem Kraftfahrzeug ist, wissen Sie, junger Freund, als angehender Fachmann ganz sicher. Die beiden Schiffbauingenieure Alfred P y s z k a und Karl M a r c o n i haben die Ergebnisse ihrer jahrelangen Untersuchungen und Erfahrungen in ihren Büchern veröffentlicht. Pyszka verstarb leider kürzlich nach der Herausgabe seines Buches*.

Jedes Motorboot kann nur für einen bestimmten Zweck eine „Bestform“ (Pyszka) besitzen. Ein Boot, das mehreren Zwecken dienen soll, wird immer einen Kompromiß darstellen. Hierbei müssen unter Umständen Eigenschaften, die dem einen Zweck dienen sollen, dem anderen geopfert werden. Eine Hafenbarkasse, die Menschen transportieren, Schuten schleppen und im rauen Wasser des Hafens kursbeständig, manövrierfähig und sicher sein soll, kann nicht als Schnellmotorboot gebaut werden. Ebenso kann ein reines Schnellmotorboot keine Hafenbarkasse sein. Eine schnelle Hafenbarkasse kann weder eine ideale Hafenbarkasse noch ein ideales Schnellmotorboot sein. Der Konstrukteur eines solchen Fahrzeuges muß versuchen, einen möglichst günstigen Mittelwert zu finden.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	10 von 22

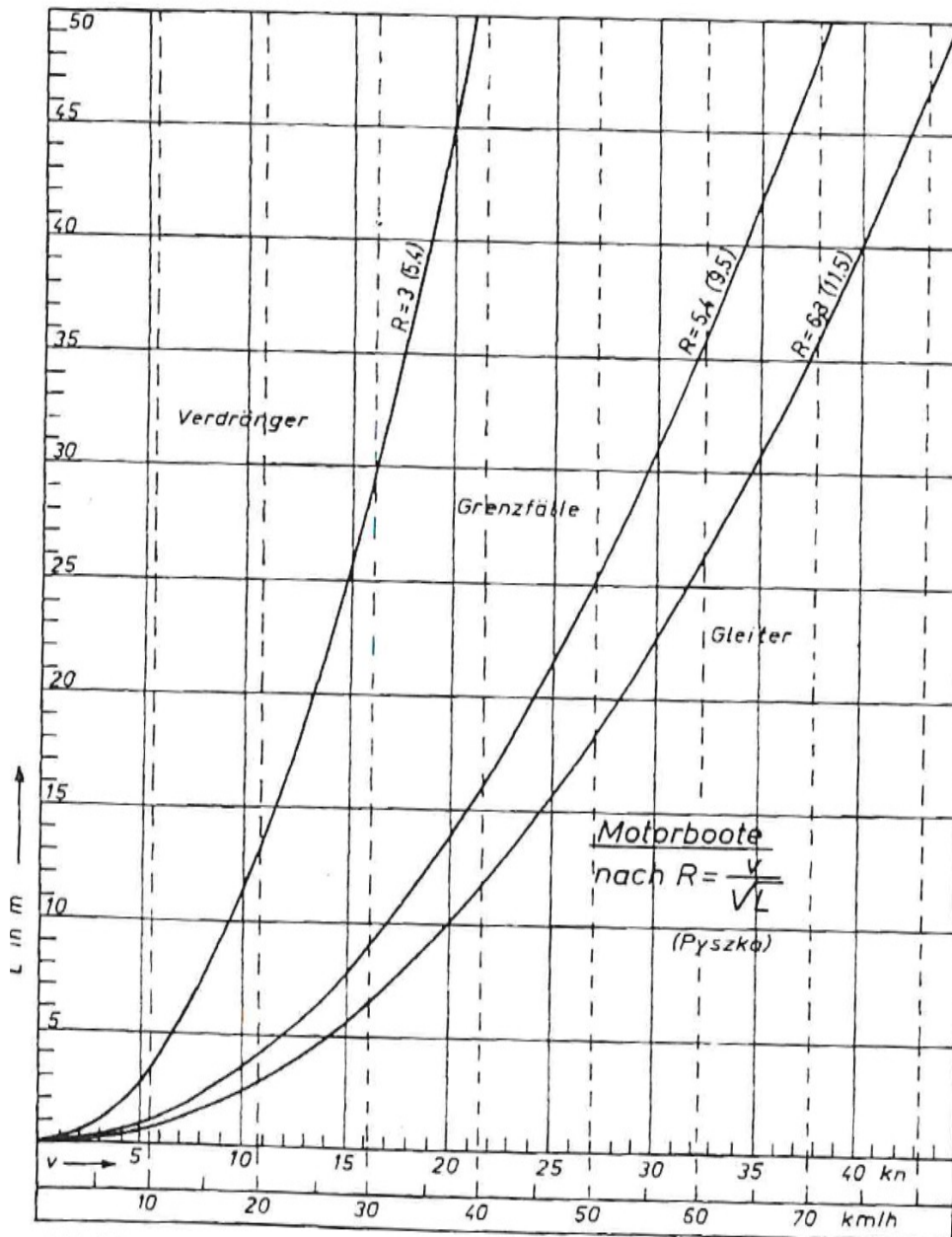


Abb. 56

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:	Freigabe GF:	Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR 01.11.2019	CI 01.11.2019	11 von 22

Um die „Bestform“ zu finden, stehen dem Konstrukteur leider bei der mathematisch unbestimmbaren Form der Schiffslinien kaum mathematische Hilfsmittel zur Verfügung. Der Konstrukteur ist also auf sein Fingerspitzengefühl und seine Erfahrungen, die bei bereits gebauten, ähnlichen Booten gesammelt worden sind, angewiesen. Er muß wissen, ob das in Auftrag gegebene und zu entwerfende Motorboot als Verdränger, Gleiter, Stufengleiter oder gar als Tragflügelboot konstruiert werden muß, damit für eine bestimmte Geschwindigkeit durch geringsten Widerstand und geringster Antriebsleistung die größte Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann.

Das Kurvenblatt in Abb. 56, das Alfred Pyszkas Erfahrungen widerspiegelt und von mir ergänzt worden ist, zeigt, bis zu welchem Geschwindigkeitsgrad R der Verdränger günstiger ist als der Gleiter und von welchem Geschwindigkeitsgrad der Gleiter wirtschaftlicher läuft als der Verdränger. In die Skizze ist die relative Geschwindigkeit (Geschwindigkeitsgrad) R in Abhängigkeit von beiden Geschwindigkeitsmaßen kn und km/h eingetragen worden. Die Koordinaten geben die Länge in der Schwimmebene L (nicht in der KWL, denn diese braucht mit der tatsächlichen Schwimmebene nicht übereinzustimmen) und die Geschwindigkeit v in kn und km/h an. Das Kurvenblatt soll deutlich machen, daß die Form eines Motorbootes von der Länge und der geplanten Geschwindigkeit abhängig gemacht werden muß.

Das Kurvenblatt enthält drei parabelförmige Kurven (Parabel, weil der Nenner des Bruches eine Quadratwurzel ist), und zwar mit den Werten $R = 3$ (5,4), $R = 5,4$ (9,5) und $R = 6,3$ (11,5). Die in den Klammern befindlichen Zahlen geben die Werte für km/h an. Alle Motorboote bis zu $R = 3$ (5,4) sollen als Verdränger gebaut werden. Ist $R = 6,3$ (11,5) und größer, kommen nur Gleiter in Frage. Zwischen der mittleren und der rechten Kurve liegt ein Gebiet, in dem Gleiter, aber auch schlanke Verdränger möglich sind. Zwischen der linken und der mittleren Kurve liegen die besonders interessanten Grenzfälle, die um so schwieriger sind, weil hier die Boote weder richtig gleiten noch als Verdränger auf ebenem Kiel fahren wollen. Jedes Gleitboot kommt beim Anfahren bzw. bei langsamer Fahrt in dieses Gebiet, und jeder übermotorisierte Verdränger bleibt in diesem Gebiet; beide vertrimmen stark unter erheblicher Wellen- und Sogbildung.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	12 von 22

Für den Konstrukteur ist es nun wichtig, die Form des Motorbootes (das gilt im Grunde für alle maschinengetriebenen Wasserfahrzeuge) so zu gestalten, daß bei gegebener Länge und gegebener Antriebsleistung die höchste Geschwindigkeit unter Berücksichtigung eventuell geforderter Seefähigkeit erreicht wird.

Wie wir bereits erkannt haben, darf ein Boot nicht vertrimmen, wenn die optimale Höchstgeschwindigkeit unter wirtschaftlichen Bedingungen erreicht werden soll. Der günstigste Geschwindigkeitsgrad wäre also $R = 2,43$ bzw. $4,5$, also gleich der relativen Wellengeschwindigkeit. Soll ein Motorboot aber schneller laufen, und das wird im allgemeinen gewünscht, dann braucht es achtern eine Stützfläche mit einem Spiegel, dessen Form und Tiefgang von der Größe der relativen Geschwindigkeit abhängt (Marconi und Pyszka weisen in ihren graphischen Darstellungen darauf hin), da es sonst durch den Stau am Vorschiff und durch das Hineinfallen des Hinterschiffes in das Wellental stark vertrimmen würde.

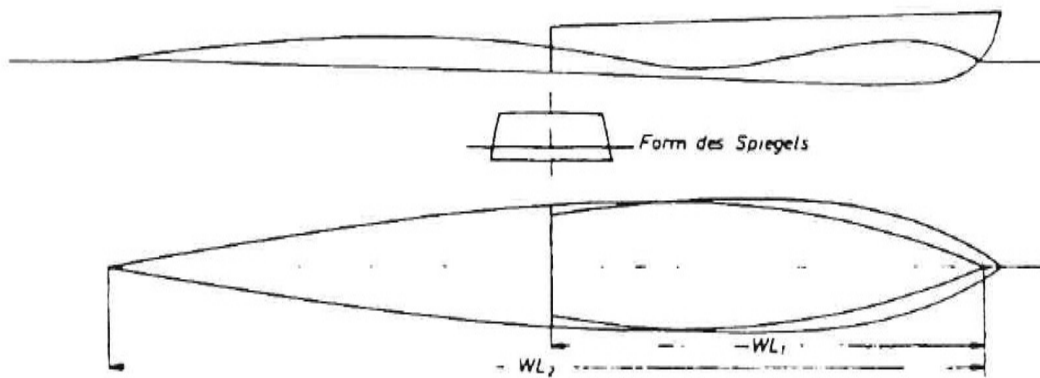
Eine alte Schiffbauerweisheit sagt: „Länge läuft“, d. h. die Länge in der Schwimmebene müßte der Wellenlänge bei entsprechender Wellengeschwindigkeit angepaßt werden. Danach müßte ein Verdränger (siehe Kurvenblatt), der 22 kn (40 km/h) laufen soll, mindestens 50 m lang sein. Das ist für den Sportbootsbau nicht realisierbar und, wie wir gleich sehen werden, auch nicht nötig. Wir hacken, bildlich gesprochen, einfach 43 m von dem Boot ab, so daß 7 m übrig bleiben, und setzen an das Ende einen Spiegel. Nun, ganz so einfach ist es nicht: wir gestalten die Form des Bootes so, daß bei Fahrt die konstruierte Wasserlinie (WL₁ in Abb. 57) durch das Wellen-

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	13 von 22

LF 7 Rumpfkonstruktion auswählen

03 Stabilität & Schwimmfähigkeit

Geschwindigkeit

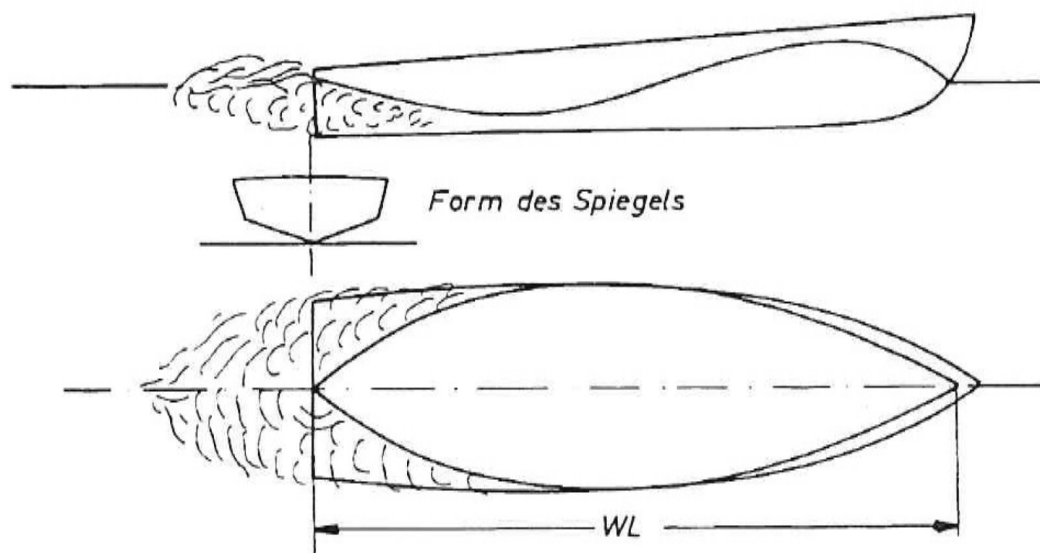


Das Boot trimmt richtig, die WL_1 bleibt nicht nur erhalten, sondern sie wird in idealer Weise zur WL_2 verlängert. Das Wasser läuft gut ab.

Abb. 57

Bö

bild nach achtern verlängert wird und das Wasser sich weit hinter dem Boot schließt (WL_2). Sie, mein junger Freund, kennen das Wellenbild von sauber fahrenden Verdrängern mit Spiegel und von Gleitern. Die so entstandene ideale Wasserlinie WL_2 entspricht der Wellenlänge bei entsprechender Wellengeschwindigkeit. Bei dem sich durch das Wasser wühlende Boot bleibt die Wasserlinie durch die störenden und hemmenden Wirbel erhalten oder wird gar noch verkürzt, da nützt auch eine stärkere Maschinenleistung nichts (Abb. 58).



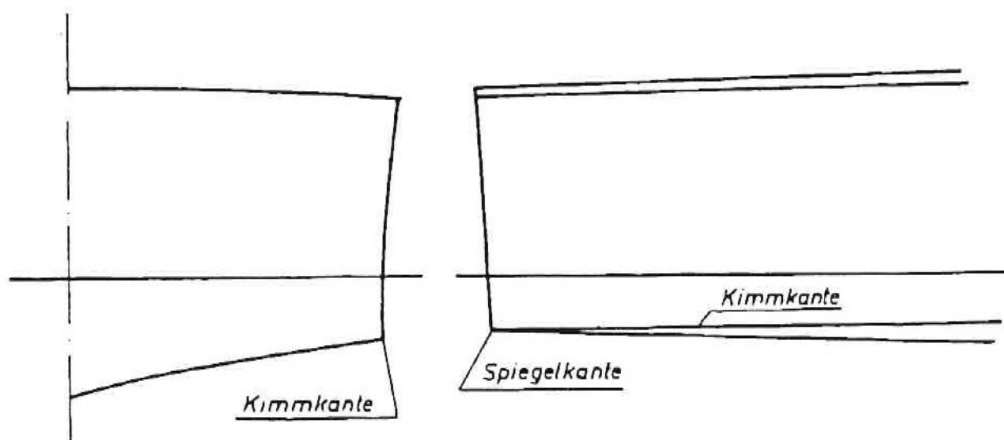
Das Boot ist stark vertrimmt, es saugt sich fest. Die WL bleibt erhalten oder wird sogar verkürzt.

Abb. 58

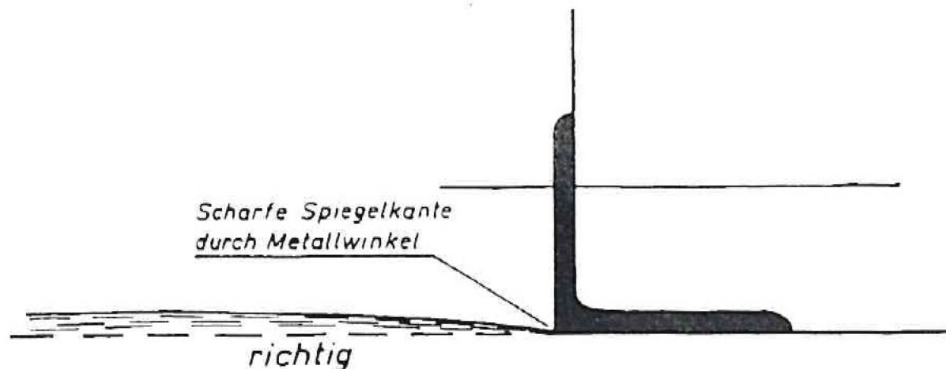
Bö

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:	Freigabe GF:	Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR 01.11.2019	CI 01.11.2019	14 von 22

Bedingung für einen glatten Wasserablauf und damit für die Entstehung einer ideellen Wasserlinie – das gilt für den schnellen Verdränger als auch für den Gleiter – ist ein sauberer und scharfer Abriß des Wassers vom Spiegel und von der Kimm (Abb. 59). Die **Abrißkanten** von Spiegel und Kimm sollen daher messerscharf sein. Eine noch so kleine Rundung, vor allem an der Unterkante des Spiegels, kann die Trimmlage verändern. Als zweckmäßig hat sich die Anbringung eines scharf gefeilten Metallwinkels am Spiegel erwiesen, weil das Holz durch Abnutzung leicht rund wird. Manche Bootswerften



Scharfe Spiegel- und Kimmkanten sind bei schnellen Motorbooten notwendig



Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	15 von 22

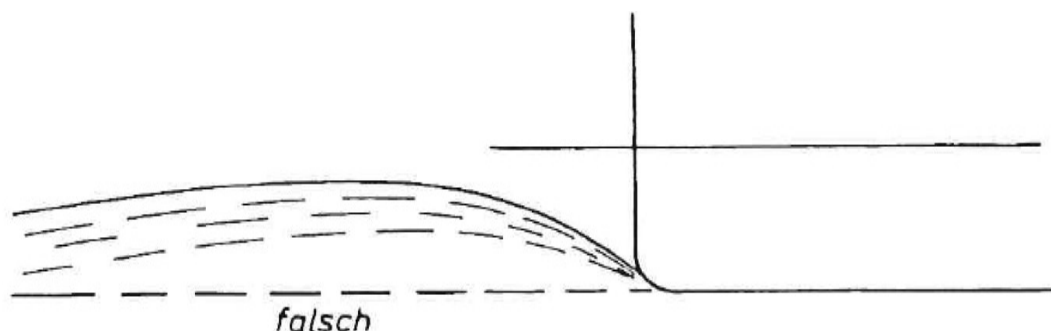


Abb. 59: Abrißkanten

Bö

verlängern die Bodenplatten von Metallbooten über den Spiegel hinaus.

Soll die relative Geschwindigkeit R eines Motorbootes den Wert 6,3 (v in kn) bzw. 11,5 (v in km/h) übersteigen, so muß es als Gleiter gebaut werden. Voraussetzung für ein einwandfrei gleitendes Motorboot ist eine genügend große Wasserlinienfläche und damit eine genügend große Breite für die **Tragfläche**, die das Boot zum Gleiten bringt. Das Prinzip des Gleitbootes ist folgendes: Der Boden des Bootes wird von einer (stufenloses Gleitboot) oder mehreren (Stufen-Gleitboot) ebenen Flächen gebildet, die etwas schräge zur Wasseroberfläche gestellt sind. Durch den Druck auf die Tragflächen, der durch den Propellerschub verursacht wird, wird das Boot aus dem Wasser gehoben. Der Formwiderstand wird geringer und fast aufgehoben. Das Boot schießt jetzt vor, es gleitet. Es wirkt nur noch ein verhältnismäßig geringer Reibungswiderstand entgegen.

Die meisten der heute angebotenen Gleitboote sind stufenlose Fahrzeuge (Abb. 60). Sie sind verhältnismäßig breite und

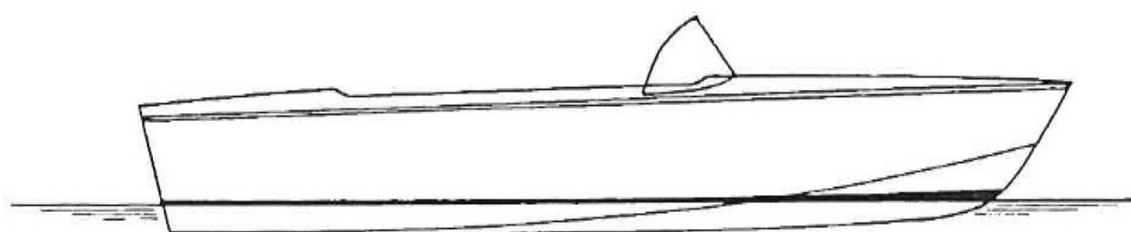


Abb. 60: Gleitboot ohne Stufe

Bö

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	16 von 22

kurze Boote mit einem außerordentlich breiten, flachen Spiegel. Am Spiegel befindet sich die breiteste Stelle der Wasserlinie, die eigentliche Tragfläche. Die Breite des Spiegels hängt von der Gewichtsverteilung, genauer von der Lage des Gewichtsschwerpunktes ab, also im wesentlichen von der Lage des Motors. So haben Doppelplichtboote, bei denen die Maschine etwa in der Mitte des Bootes liegt, einen nicht so breiten Spiegel wie Boote mit achtern eingebauter Maschine oder gar Außenbordmotorboote. Bei den letzteren muß die hintere Tragfläche ein größeres Gewicht tragen und deshalb breiter sein.

Die Geschwindigkeit eines Stufenbootes (Abb. 61) ist höher als die eines stufenlosen Gleiters. Es hat zwei oder mehrere

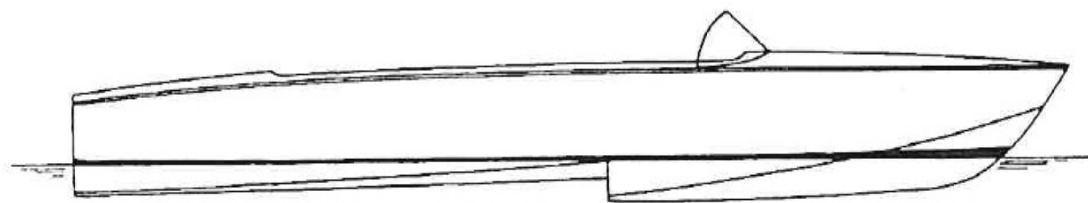


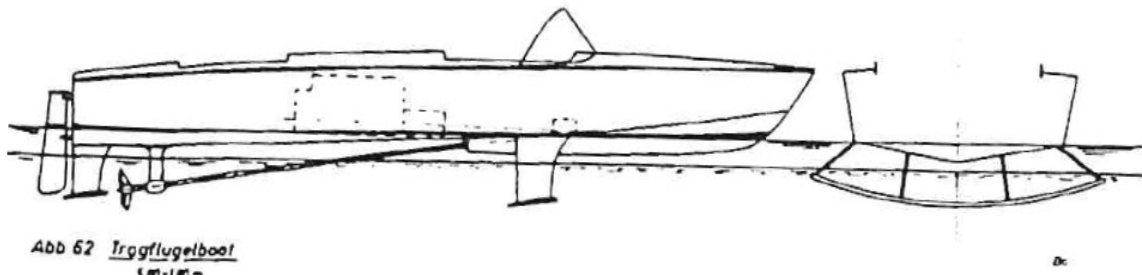
Abb 61 Gleitboot mit Stufe

80

schräg gestellte Tragflächen, deren Größe sich nach der Lage des Gewichtsschwerpunktes richtet. So ist bei einem Boot mit mittschiffs eingebauter Maschine die vordere, bei einem Heckmotorboot die hintere Tragfläche größer als die andere. Die Trimmlage von Stufenbooten ist günstiger als die von Booten ohne Stufe. Die Tragflächen werden beim Gleiten schmaler und der Reibungswiderstand noch geringer. Durch die zwei oder drei schrägen Flächen kommt das Stufenboot schneller zum Gleiten als das stufenlose Boot. Trotz dieser erheblichen Vorteile wirkt sich der Knick baulich wie festigkeitsmäßig nachteilig aus, selbstverständlich auch preislich.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	17 von 22

Wenn man die Tragflächen vom Rumpf trennt und sie tiefer, unter Stützen oder Stelzen befestigt, so erhält man ein **Tragflügelboot**, auch Tragflächen- oder Schwebboot genannt (Abb. 62). Die Tragflügel sind schmale, im Querschnitt tropfen-



fenförmige, schräg angestellte Flächen aus Metall. Sie ähneln den Tragflächen von Flugzeugen. Beim Gleiten kommt der Rumpf des Bootes gänzlich vom Wasser frei und erreicht dann erheblich höhere Geschwindigkeiten als das normale Gleitboot. Kleinere Wellen, soweit sie nicht den Rumpf erreichen, stören die Fahrt nicht; im Gegenteil, das Tragflügelboot liegt erheblich ruhiger als der Gleiter. Sind die Wellen zu hoch, dann fährt es als normaler Verdränger oder Gleiter. Die sehr geringe Wellenbildung der Tragflügelboote ist besonders vorteilhaft für Fahrten auf Binnengewässern, wo sie auch hauptsächlich eingesetzt werden. Die Manövrierfähigkeit und die Stabilität sind gut, jedoch werden die Tragflügel durch im Wasser treibende Gegenstände sehr leicht beschädigt.

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	18 von 22

1.2.4.4. Lage der Antriebsmaschine

Es taucht immer wieder die Frage auf, wo im Bootsrumpf der Motor seinen Platz finden soll, vorn, in der Mitte oder achtern. Schließlich beeinflusst das verhältnismäßig große Gewicht der Antriebsmaschine den Trimm des Bootes.

Früher baute man in Autobooten und Limousinen die Maschine so weit vorn wie möglich ein, um hinten einen möglichst großen, durchgehenden Fahrgastraum zu gewinnen (Abb. 63).

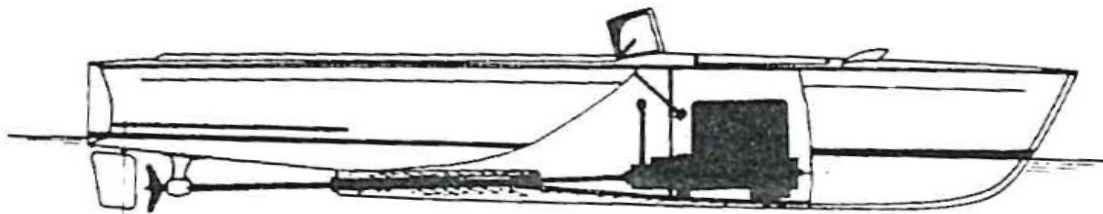


Abb. 63 Autoboot mit vorn liegender Maschine

Bo

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	19 von 22

Die Propellerwelle war entsprechend lang und hatte nur eine geringe Neigung. Das ist für den Vortrieb sicher günstig, jedoch hatten diese Boote im Vorschiff einen „Bauch“, also vor der Mitte den größten Tiefgang, damit sie nicht kopflastig trimmten. Nicht nur das war nachteilig, sondern auch der große Raum vor der Maschine, der fast völlig ungenutzt blieb. Man konnte die Maschine nicht ganz vorn einbauen. Heute werden solche Boote nicht mehr gebaut, aber sie sind auf unseren Gewässern noch häufig zu sehen, selbstverständlich als Verdränger.

Vom Trimm her gesehen, ist die Mittschiffslage der Antriebsmaschine (Abb. 64) die beste, denn hier kann sie so ein-

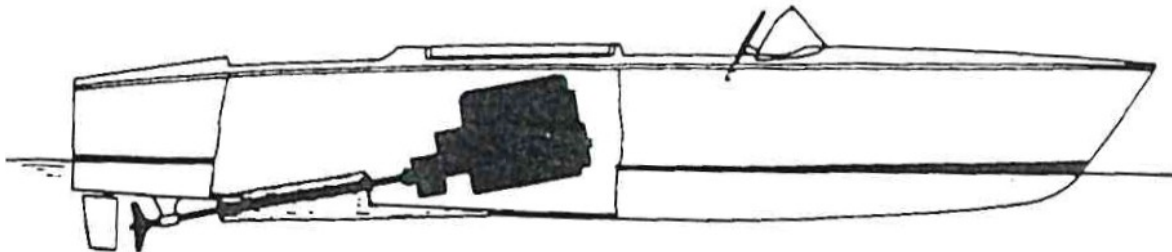


Abb 64: Motorboot mit mittschiffs liegender Maschine

Be

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	20 von 22

gebaut werden, daß das Boot bei Ruhelage und bei Fahrt auf ebenem Kiel trimmt. So haben z. B. Hafenbarkassen und andere Gebrauchsfahrzeuge ihre Maschine in etwa der Mitte liegen. Jedoch nimmt der mittschiffs angeordnete Motor eines Autobootes (Runabout) wertvollen Fahrgastraum in Anspruch; er teilt die Plicht in zwei Teile. Deshalb heißt ein solches Boot auch „Doppelplichtboot“ (siehe auch Abb. 50 in der 9. Folge unserer Lehlrlingsbeilage). Manche Bootswerften, vor allem italienische, gestalten das Deck über dem Motorraum als gepolsterte Liegefläche und nutzen so den verlorengegangenen Raum ein wenig aus.

Bei großen Motorkreuzern und Motorjachten stört die mittschiffs angeordnete Maschine weniger; der Maschinenraum liegt in der Regel unter dem Fußboden oder in einem Kasten direkt hinter der Kajüte. Die Neigung der Propellerwelle ist größer als bei Booten mit vorn liegender Maschine. Eine zu starke Neigung, vor allem bei kleinen Booten, wirkt sich leistungsmindernd aus.

Heute ist man bestrebt, zumindest in kleinere Motorboote, die Maschine achtern einzubauen, um einen möglichst großen, durchgehenden Innenraum zu schaffen. Hierdurch werden erhebliche Gewichtsmengen nach hinten verlagert. Damit nun ein solches Boot nicht achterlastig trimmt, muß das Achterschiff entsprechend breiter (Tragfläche) gestaltet sein. Auch legt man den Fahrstand bzw. die Kajüte so weit nach vorn wie möglich und bringt auch vorn den Brennstofftank, gegebenenfalls dazu den Frischwassertank unter, wobei allerdings bedacht werden sollte, daß der Trimm bei vollem und leerem Tank unterschiedlich ist. Es sind im Laufe der Zeit verschiedene Möglichkeiten der Kraftübertragung vom Motor zum Propeller entwickelt worden, wie z. B. V-Antrieb, Z-Antrieb, hydrostatischer Antrieb usw., aber auch der Wasserstrahlantrieb soll hier genannt werden. Auf die beiden ersten will ich hier näher eingehen, weil sie sich seit Jahren bewährt und durchgesetzt haben.

W

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	21 von 22

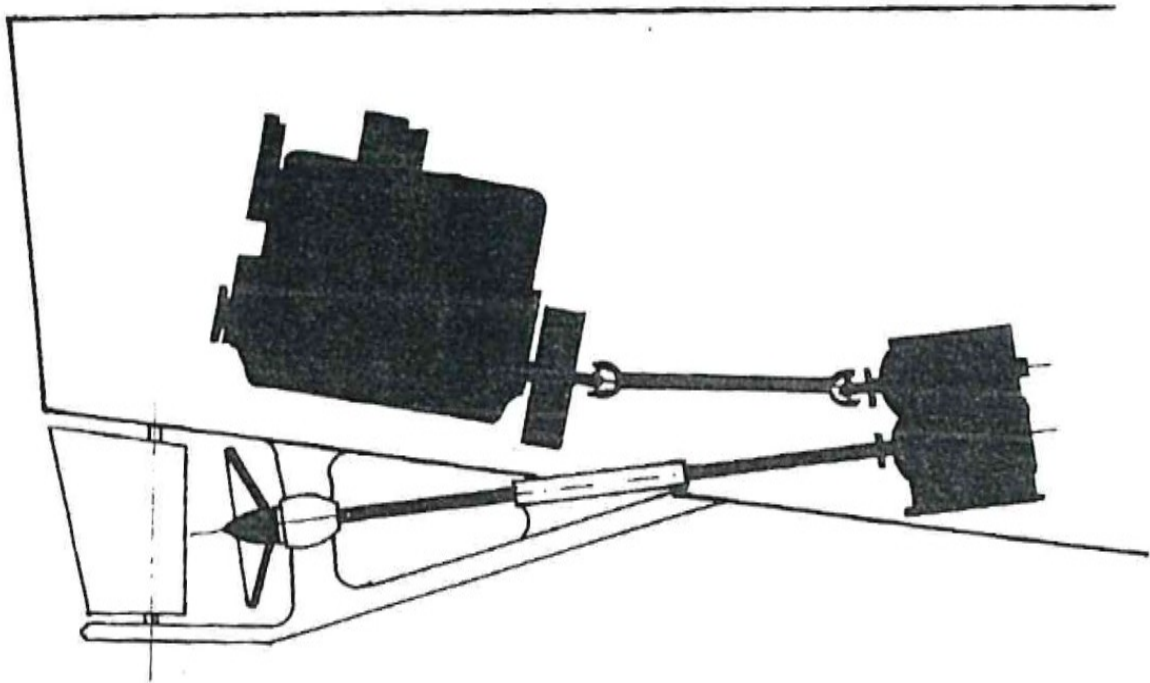


Abb. 65: V-Antrieb

Bö

Beim **V-Antrieb** (Abb. 65) liegt der Motor achtern, aber verkehrt herum, mit dem Schwungrad nach vorn. Von dort führt eine Welle zum **Umlenkgetriebe**, an das die wiederum nach achtern führende Propellerwelle geflanscht ist. Liegen die Kurbelwelle und die Getriebewelle nicht in einer Ebene, so werden beide mit einer Gelenkwelle verbunden. Die Propellerwelle muß eine starre sein. Das Bootswendegetriebe ist entweder an den Motor geflanscht oder bildet einen Bestandteil des Umlenkgetriebes.

Für kleinere Motorboote und Kajütkreuzer bis zu einer Länge von etwa 7 m eignet sich ebenso gut der **Z-Antrieb** (Abb. 66). Besonders vorteilhaft ist der Z-Antrieb für solche

Bearbeitet durch:	Erstellt am:	Version:	Geprüft QMB:		Freigabe GF:		Seite
MTho	01.11.2019	1	BSR	01.11.2019	CI	01.11.2019	22 von 22