

## Verdränger und Gleiter

Unter einem **Verdränger** versteht man im Schiffbau ein Boot, das sich zu jeder Zeit mit dem kompletten Unterwasserschiff im Wasser befindet und dieses verdrängt. Das Gegenteil von Verdrängern sind Gleiter, die sich mit zunehmender Geschwindigkeit aus dem Wasser heben und anfangen, darauf zu gleiten. Das ist allerdings nur bei einer bestimmten Rumpfform möglich und erfordert eine der Bootsgröße und vor allem dem Bootsgewicht angemessene starke Antriebsleistung. Zudem gibt es noch **Halbleiter**, die sich in Konstruktion und Betrieb zwischen den Verdrängern und (Voll-)Gleitern befinden.

Ein Fahrzeug, das als Verdränger konstruiert und gebaut wurde, kann auch durch eine beliebige Erhöhung der Antriebsleistung nicht zum (Voll-) Gleiter werden.

### Grundlagen

Fast jedes Wasserfahrzeug, gleich ob Floß, Flugboot, Wasserflugzeug, Flugzeug mit Stützw Schwimmern, Amphibienfahrzeug, Boot oder auch Schiff, ist im Ruhezustand ein Verdränger, da jeder auf dem Wasser schwimmende Körper Wasser gleichen Gewichts verdrängt. Dies ist Inhalt des Archimedischen Prinzips. Ausnahme sind hierbei Luftkissenfahrzeuge, welche nicht schwimmen sondern schweben. Die Unterschiede zwischen Verdränger, Halbgleiter und Vollgleiter treten erst zu Tage, wenn sich ein Wasserfahrzeug in Bewegung setzt.

### Verdränger



Ein langsames Wasserfahrzeug fährt in der Regel in Verdrängerfahrt. Dabei wird durch den Rumpf genauso viel Wasser verdrängt, wie es seiner Masse entspricht. Bei steigender Geschwindigkeit steigt der Widerstand durch die eigene Bugwelle. Dadurch ist diese Art der Fortbewegung nur bis zur sogenannten Rumpfgeschwindigkeit möglich. Klassische Verdränger finden sich in der gesamten Spanne vom Einbaum über Kolumbus' *Santa Maria* bis hin zur *Queen Mary 2*.

### Rumpfgeschwindigkeit

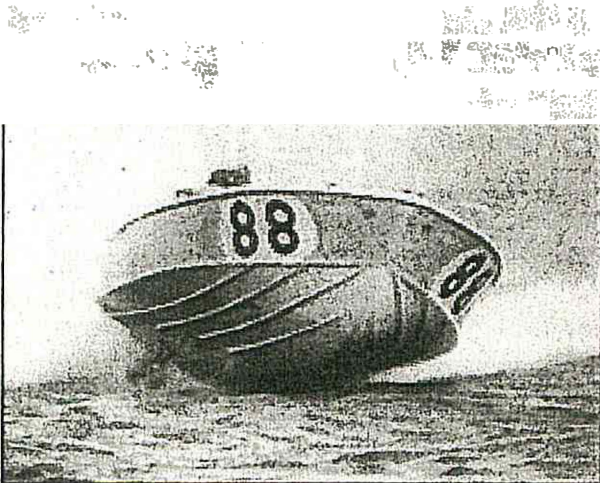
Kein Verdränger kann mit dem Heck die Welle überholen, die durch den Bug desselben Verdrängers während der Fahrt gebildet wird. In der Praxis macht sich das Problem bereits bemerkbar, wenn die dem Heck ein Stück vorausseilende Heckwellenvorderseite die dem Bug nacheilende Bugwellenrückseite erreicht, also die Bug- und die Heckwellensysteme miteinander zu interagieren beginnen. Durch extrem schlanke Bauweisen (siehe auch den Artikel Katamaran) ab einem Längen-/Breitenverhältnis von etwa 8:1 interagieren die Wellensysteme von Bug und Heck zwar nicht mehr miteinander, aber das Heck kann dennoch die Bugwelle nicht überholen. In der Praxis bedeutet das, dass man bei kurzen breiten Rümpfen nur mit einem Mehr an Antriebsleistung dieselben Geschwindigkeiten erreichen kann wie mit einem gleich langen schmalen Rumpf.

Dennoch ist die tatsächlich von einem Verdränger zu erreichende Endgeschwindigkeit ausschließlich von der Länge des Schiffsrumpfes in der Wasserlinie abhängig, nicht jedoch von seiner Form oder Breite. Diese spezifisch für jeden Rumpf existierende maximale Endgeschwindigkeit nennt man Rumpfgeschwindigkeit.

Die Rumpfgeschwindigkeit eines Verdrängers ist näherungsweise berechenbar. Wird die Rumpfgeschwindigkeit durch widrige Umstände (z. B. in einem Sturm auf dem Weg von einem Wellenkamm in ein Wellental) oder mittels Schleppen durch ein wesentlich größeres Schiff dennoch überschritten so kommt es zum gefährlichen Surfen oder gar zum Querschlagen des Rumpfes.

## Gleiter

Gleiter sind durch ihre Rumpfkonstruktion dazu geeignet, sich mittels eines starken Antriebes gegen den Wasserwiderstand aus dem Wasser zu erheben und auf dem Wasser zu gleiten. Es befindet sich also der überwiegende Teil der Fahrzeugmasse oberhalb der Wasserlinie.



Da sich der Rumpf aus dem Wasser hebt, reduziert sich der Widerstand durch die Bugwelle. Schließlich beginnt bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit auch das Heck auf der Welle zu gleiten. Durch den dabei viel geringeren Wasserwiderstand werden im Vergleich zur Verdrängerfahrt deutlich höhere Geschwindigkeiten erreicht.

Den Moment, in dem die Gleitfahrt einsetzt, nennt man Angleiten. In der Praxis wird jeder Gleiter allerdings bei zu hoher Geschwindigkeit vom Luftdruck angehoben und hebt vom Wasser ab.

Ob und wann ein Wasserfahrzeug ins Gleiten gerät, ist abhängig von der Rumpfform, der Gewichtsverteilung, der Geschwindigkeit und dem Seegang. Surfbretter, Jollen, flache Motorboote und Gleitflügelboote (Tragflügelboot) kommen relativ leicht ins Gleiten (außer bei viel Seegang), Segelyachten nur unter besonderen Umständen mit Wind und Wellen von achtern. Vorteilhaft für die Gleitfahrt ist ein langer, flacher Rumpf mit breitem Heck.

Typische Vertreter für Gleiter sind Surfbretter, Rennboote, Schlauchboote und Tragflächenboote sowie die Rümpfe von Flugbooten und die Schwimmer von Wasserflugzeugen.

## Gleitertypen

War die Gleitfahrt früher nur auf kleine, leichte Boote beschränkt, gibt es inzwischen sogar große 30-Meter-Yachten, die als Gleiter gebaut und betrieben werden. Wird allerdings in so eine Yacht im Nachhinein z. B. ein schweres Marmorbath eingebaut, kann es passieren, dass diese Yacht sich nicht mehr in die Gleitfahrt bringen lässt, da nicht nur Gewicht und Antriebsleistung, sondern auch Gewicht und Rumpfform eines jeden Gleiters in Relation zueinander stehen müssen.

Auch militärische Anwendungen von Gleitern haben inzwischen erstaunliche Größen erreicht. Inzwischen gibt es sogar ein US-amerikanisches Ein-Mann-U-Boot, das aufgetaucht in Gleitfahrt übergehen kann.

## Konstruktionsaspekte

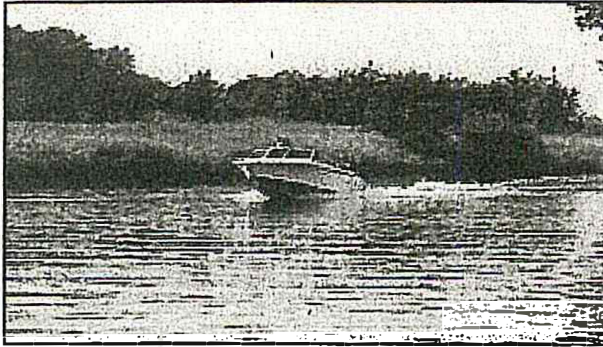
Der konstruktive und betriebstechnische Haken ist bei jedem Gleiter die Fähigkeit, überhaupt erst einmal in das Gleiten zu kommen. Diese Fähigkeit ist nicht nur von der Rumpfform, sondern vor allem vom Leistungsgewicht des Schiffes abhängig. Wenn der Gleiter jedoch erst einmal gleitet, dann könnte man theoretisch sein Gewicht, zum Beispiel durch Zuladung per Hubschrauber, auch über das Maximum des Gewichtes erhöhen, mit dem die Gleitfahrt noch erreicht werden konnte.

Ein Problem ist, dass, sehr vereinfacht dargestellt, die Geschwindigkeit, ab der ein Schiffsrumpf auf seiner Fahrt durch das Wasser in das Gleiten übergeht, mit zunehmendem Gewicht steigt. Um diese Mindestgleitgeschwindigkeit zu erreichen, ist mit zunehmendem Gewicht daher auch eine zunehmende Antriebsleistung nötig.

Da jeder Gleiter bis zu dem Moment des Gleitens hydrodynamisch ein Verdränger ist und es das Phänomen der Kavitation gibt, ist der Konstruktion des Gleiters nach oben hin eine Gewichtsgrenze gesetzt, die nur mit den hydrodynamischen Kniffen, wie sie bei einem Tragflügelboot angewandt werden, oder durch den aerodynamischen Effekt bei einem Flugboot nach oben hin verschoben werden kann. Daher gibt es jedoch keine wirklich großen Wasserfahrzeuge (Schiffe), die konstruktiv als Gleiter unterwegs sind.

## Halbgleiter

Da ein Gleiter in Gleitfahrt bei gleicher Geschwindigkeit wesentlich weniger Energie benötigt, um seine Geschwindigkeit zu halten, als ein gleich großer Verdränger, steckt hinter der Halbgleiterkonstruktion die Idee,



Energie zu sparen, also mit einer Yacht weniger Kraftstoff zu verbrauchen oder mit einem Segelboot schon bei weniger Wind schneller unterwegs zu sein.

Die Halbgleiter können in mehrere Untergruppierungen aufgeteilt werden:

### Klassische Halbgleiter

Als klassische Halbgleiter werden folgende zwei Untergruppen bezeichnet:

#### Verdrängertyp

Ein Verdränger, den man per Konstruktion dazu gebracht hat, mit einem Teil des Rumpfes in Gleitfahrt zu gehen, während der Großteil desselben Rumpfes weiterhin als Verdränger unterwegs ist. Große Trawleryachten sind so unterwegs. In den 70ern sind viele Hersteller von kleinen Verdrängerbooten (etwa bis 9 m) dazu übergegangen, den Heckbereich der Boote zu verbreitern und abzuflachen, sodass man mit diesem Teil des Rumpfes in die Gleitphase gehen kann. Dies wird zusätzlich dadurch erreicht, dass der Bug so geformt ist, dass er bei schneller Fahrt das Wasser zur Seite wirft, damit der unter der Wasseroberfläche liegende Gleitbereich des Rumpfes überhaupt gleiten kann.

#### Gleitertyp

Ein Gleiter mit Kiel, welcher das Wasser verdrängt, also nicht vollständig aus ihm hervorsteigt. Große, seegehende Rennsegelboote sind so unterwegs. Theoretisch gehören auch Tragflügelboote in

diese Gruppe. Bei großen Tragflügelbooten funktioniert der „Flug“ durch/über das Wasser im übrigen nur wegen des Effekts der Superkavitation an den im/unter Wasser befindlichen Tragflächenelementen.

## Das Phänomen Surfen

Auch reine Verdränger oder Halbgleiter können ihre Rumpfgeschwindigkeit überwinden, wenn sie auf der Schiefen Ebene eines Wellenbergs nach unten fahren. Dieses Phänomen des Surfens entspricht genau dem, das ein Surfer nutzt, um sich mit hoher Geschwindigkeit auf einer Welle zu halten. Wellenreiter, Kanuten, aber häufig auch Segler streben diesen Zustand an, weil so höhere Geschwindigkeiten zu erreichen sind. Surfboards, die meisten Wildwasserkanus und moderne, leichte Segelyachten sind in solchen Situationen gut kontrollierbar.

Große Fahrzeuge oder Segelyachten mit ungünstigen Rümpfen, die für das Surfen nicht ausgelegt sind, können allerdings in ernste Gefahr geraten, wenn sie in ein Wellental schießen. Die größte Gefahr geht vom heftigen Aufprall im Wellental aus, der besonders größere Schiffe schwer beschädigen kann. Im Extremfall kann das Schiff sogar unterschneiden, sich also mit dem Bug in den nächsten Wellenberg bohren und sogar direkt aus dieser Bewegung "auf Tiefe gehen". Eine weitere Gefahr für große Schiffe ist das Querschlagen. Auf ihrer flachen Rumpfunterseite können sie seitwärts ins Wellental rutschen, wo sie dann vom seitlichen Aufprall der nächsten Welle regelrecht umgeworfen werden.

- yachtsportarchiv.de – Informationen über „gesamtdeutschen“ Bootsbau und Yachtsport von etwa 1910 bis etwa 1950
- e.B.: "Parametric Fast Hull" - Schifffahrt und Technik 05/2007, S. 76. 1. Mai 2007, abgerufen am 3. Januar 2013 (PDF; 1,9 MB).
- Claus Reissig: "Die paar Liter mehr" - Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung 5. September 2010,

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen *Verdrängern* und dem *Archimedischen Prinzip*!
2. Beschreiben Sie, warum der Rumpf eines Verdrängers durch eigenen Antrieb eine bestimmte Geschwindigkeit nicht überschreiten kann.
3. Welche Gefahr droht, wenn die *theoretische Rumpfgeschwindigkeit* eines Verdrängers beim Heruntergleiten von einer Welle oder beim Schleppen durch schnellere Fahrzeuge überschritten wird?
4. Erklären Sie, wie der Gleiter es schafft, schneller zu fahren als seine theoretische Rumpfgeschwindigkeit.
5. Welche *Voraussetzungen* sind für die Gleitfahrt erforderlich?
6. Beschreiben Sie was *Halbgleiter* sind.
7. Wie die genannten *Halbgleitertypen im Text* unterschieden?
8. Nennen Sie typische Beispiele aus dem Bootsbau von Verdrängern und Gleitern, sowie von Halbgleitern.
9. Beschreiben sie deren jeweiligen Vorzüge und Schwächen gegenüber den anderen Rumpftypen.