

Themenspecial: Wasserfahrzeug Schiff (© Roland Lentz)

1. Warum Schiffe schwimmen können - das archimedische Prinzip

- **Das archimedische Prinzip**
- **Beispiele für statischen Auftrieb**
- **Heureka! Die Entdeckung des archimedischen Prinzips**

Schiffe verdrängen viel Wasser, was dazu führt, dass eine starke Kraft von unten nach oben wirkt und sie nach oben an die Wasseroberfläche treibt. Wie genau das Prinzip funktioniert, und wie Archimedes zu seiner Entdeckung kam, erfahren Sie hier.

Das archimedische Prinzip

Schiffe können schwimmen, weil das archimedische Prinzip gilt.

Das archimedische Prinzip wurde vor über 2000 Jahren vom altgriechischen Gelehrten Archimedes entdeckt. Es lautet:

Die Auftriebskraft eines Körpers in einem Medium ist genauso groß wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums.

Dabei hat es den Anschein, dass ein Gegenstand in Wasser leichter ist. Die Masse des Körpers bleibt jedoch unverändert. Wird ein Körper in eine Flüssigkeit oder auch in Gas gebracht, so wirkt die sogenannte Auftriebskraft der nach unten gerichteten Schwerkraft entgegen. Leicht bemerkbar macht sich das, wenn man versucht, einen Gegenstand unter Wasser zu drücken. Dafür wird einiges an Kraft benötigt. Die Auftriebskraft entspricht hierbei der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit, was als Archimedisches Prinzip bezeichnet wird. Die Gewichtskraft, die auf einen Körper wirkt, ist die nach unten gerichtete Kraft, die sich aus der Gravitationskraft (Schwerkraft) und einer kleinen Korrektur durch die Zentrifugalkraft (Fliehkraft) im rotierenden Bezugssystem der Erde zusammensetzt. Gemessen wird die Gewichtskraft, wie auch andere Kräfte, in der Einheit Newton [N].

Ist die durchschnittliche Dichte eines Körpers kleiner als die von der Flüssigkeit, so überwiegt die Auftriebskraft gegenüber der Gewichtskraft. Die resultierende Kraft weist nach oben und heißt (statischer) Auftrieb, der Körper steigt nach oben und schwimmt. Ist die Dichte dagegen größer, sinkt der Körper nach unten, bei gleicher Dichte schwebt er.

Für die Auftriebskraft gilt:

$$F = \rho \cdot V \cdot g$$

Dabei ist V das verdrängte Fluid-Volumen und ρ dessen Dichte. g bezeichnet die Fallbeschleunigung, die aus der Gravitation und der Zentrifugalbeschleunigung resultierende Beschleunigung, die je nach Ort unterschiedlich ist. Also ist $\rho \cdot V$ die verdrängte Masse und $\rho \cdot V \cdot g$ ihre Gewichtskraft.

Beispiel für statischen Auftrieb

- **Schiffe** schwimmen auf dem Wasser, weil der in das Wasser eingetauchte Teil des Schiffes leichter ist als das verdrängte Wasser und das Gesamtgewicht des Schiffes dem Gesamtgewicht des von ihm verdrängten Wassers entspricht. Wegen der großen Lufträume hat ein Schiff trotz der schweren Baustoffe (Stahl etc.) eine geringere mittlere Dichte als Wasser. Schiffe befinden sich bei einem bestimmten Tiefgang in einem stabilen Gleichgewicht: Tauchen sie aufgrund von Störungen tiefer ein, vergrößert sich der Auftrieb und sie werden wieder emporgehoben, werden sie zu weit emporgehoben, verringert sich der Auftrieb, und die Schwerkraft lässt sie wieder eintauchen.
- **U-Boote:** Beim statischen Tauchen werden die Ballastzellen (oder -tanks) geflutet bzw. entlüftet. Idealerweise ist es möglich, ein U-Boot in rein statischem Tauchen durch korrekte Trimmung mittels Regel- oder Trimmzellen in einer bestimmten Tiefe zu halten.
- **Ballone** steigen auf, weil sie mit einem Traggas (meist Helium oder heißer Luft) gefüllt sind, das eine geringere Dichte hat als die umgebende (kalte) Luft. Insgesamt muss man die Massen aller Bestandteile des Ballons (inkl. Hülle, Korb etc.) addieren und durch das Gesamtvolumen dividieren. Ist die „mittlere Dichte“ kleiner als die Dichte der vom Ballon verdrängten Luft, steigt der Ballon.
- **Unterkellerte Bauwerke** sind bei hohem Grundwasserstand vom Auftrieb betroffen. Ein Haus mit einem wasserdichten Keller aus Stahlbeton kann bei steigendem Wasser zu schwimmen beginnen, wenn es nicht speziell verankert ist. Deshalb werden solche Keller bei Überschwemmungen zuweilen absichtlich geflutet.

2. Heureka! Die Entdeckung des archimedischen Prinzips

Archimedes (*um 287 v. Chr. vermutlich in Syrakus auf Sizilien; † 212 v. Chr. ebenda) war von König Hieron II. von Syrakus beauftragt worden, herauszufinden, ob dessen Krone, wie bestellt, aus reinem Gold wäre, oder ob das Material durch billigeres Metall gestreckt worden sei. Diese Aufgabe stellte Archimedes vor Probleme, da die Krone natürlich nicht zerstört werden durfte.

Der Überlieferung nach hatte Archimedes schließlich den rettenden Einfall, als er zum Baden in eine bis zum Rand gefüllte Wanne stieg und dabei das Wasser überlief. Er erkannte, dass die Menge Wasser, die übergelaufen war, genau seinem Körpervolumen entsprach. Angeblich lief er dann, nackt wie er war, durch die Straßen und rief Heureka (griech.: "Ich habe es gefunden").

Um die gestellte Aufgabe zu lösen, tauchte er einmal die Krone und dann einen Goldbarren, der genauso viel wog wie die Krone, in einen vollen Wasserbehälter und maß die Menge des überlaufenden Wassers. Da die Krone mehr Wasser verdrängte als der Goldbarren und somit bei gleichem Gewicht voluminöser war, musste sie aus einem Material geringerer Dichte, also nicht aus reinem Gold, gefertigt worden sein.

Diese Geschichte wurde vom römischen Architekten Vitruv (im 1. Jahrhundert v. Chr.)

überliefert. Obwohl der Legende nach auf dieser Geschichte die Entdeckung des archimedischen Prinzips beruht, würde der Versuch von Archimedes auch mit jeder anderen Flüssigkeit funktionieren. Damit begründete Archimedes das hydrostatische Grundgesetz, dessen Wissen jedoch wieder verloren ging und erst um 1750 von Mathematiker Leonhard Euler und Physiker Pierre Bouguer wiederentdeckt und angewendet wurde. Archimedes war auch die unterschiedliche Dichte von Flüssigkeiten bekannt, so unterschied er z. B. zwischen Meeresschiffen und solchen, die im Süßwasser eingesetzt werden sollten.

Das Interessanteste am archimedischen Prinzip, nämlich die Entstehung des Auftriebs und damit die Berechnung der Dichte des Fluids, spielt in dieser Entdeckungsgeschichte gar keine Rolle.

3. Der Aufbau eines Schiffes

Ein Schiff ist ein größeres Wasserfahrzeug, das nach dem archimedischen Prinzip schwimmt. Vom Floß unterscheidet sich ein Schiff durch den eigenen Antrieb, vom Boot in erster Linie durch seine Größe.

Schiffe werden auf Werften gebaut. Nach Fertigstellung des Rumpfes wird das Schiff mit dem Stapellauf zu Wasser gelassen, erst dann erfolgt die endgültige Ausrüstung. Die erste Fahrt eines Schiffes wird als Jungfernfahrt bezeichnet.

Schiffe sind das wichtigste Transportmittel sowohl für Massengut als auch für Stückgut. Letzteres wird heute vor allen in Containern auf Containerschiffen transportiert. Die größten Schiffe sind Öl-Tankschiffe, die bis über 560.000 tdw (Schiffsladepazität in englischen Tonnen; entspricht 568.960 Tonnen deadweight (dw) = Tragfähigkeit) messen können. Die Passagierschiffahrt steht seit den 1960er Jahren zunehmend der Konkurrenz des Flugverkehrs gegenüber und verlagert sich vom reinen Transportmittel mehr zum Bereich der Erlebnisreisen.

Vorne und Hinten heißen Bug und Heck

- Der Bug (1) ist das Vorderteil des Schiffsrumpfes.
- Der Bugwulst (2) zur Verbesserung der Strömungseigenschaften senkt den Treibstoffverbrauch.
- Der Anker (3) dient dem Halt des Schiffes im Wasser, wenn es nicht fährt.
- Die Backbordseite (4) ist die linke Seite des Schiffes (nachts rotes Licht).
- Der Propeller (5), auch Schiffschraube genannt, dient dem Antrieb des Schiffes.
- Das Heck (6) bezeichnet den hinteren (achteren) Teil des Schiffes.
- Der Schornstein (7) ist für die Abgase des Schiffsmotors notwendig.
- Die Aufbauten (8) bezeichnen alle Aufbauten oberhalb des Oberdecks.
- Das Oberdeck (9) ist das Deck das den Rumpf nach oben abschließt.
Die Steuerbordseite ist die rechte Seite des Schiffes (nachts grünes Licht; auf dem Bild nicht zu sehen).

4. Vom Einbaum zum Containerschiff

- **Anfänge**
- **Antike**
- **Mittelalter**
- **Frühe Neuzeit**
- **Späte Neuzeit**

Anfänge

Die ältesten fossilen Nachweise von Wasserfahrzeugen sind Einbaum- und Paddelfunde in Nordeuropa, die bis ca. 7500 v. Chr. zurückdatiert werden können. Von den Ägyptern sind die ältesten größeren Schiffe direkt belegt. Sie wurden vermutlich vorwiegend für den Binnenverkehr auf dem Nil gebaut, später auch für den Seekrieg und für den Fernhandel bis Ostafrika.

Ebenfalls aus Ägypten stammt der älteste erhaltene Schiffsfund (Cheops-Bestattungsschiff, 2650 v. Chr.), der von einer bereits ausgereiften Schiffbaukunst zeugt. Das Schiff hatte keinen Kiel und wurde mit Hilfe längs gespannter Tauen in Form gehalten. Die Planken waren ebenfalls mit Tauen vernäht.

Ein Schiffsfund in Jang-Shao (China) beweist, dass die Chinesen um etwa 2000 v. Chr. ebenfalls Schiffe bauen konnten und auch Querschotts schon bekannt waren. Ein Schott ist eine Öffnung im Deck oder einer Trennwand, die durch verriegelbare Luken verschlossen werden kann, um das Eindringen von Wasser zu verhindern oder auch eine durchgehende Wand, die das Innere eines Schiffes in wasserdichte oder auch gasdichte Abteilungen unterteilt.

Antike

1200 Tonnen schwere Obelisken, die 1500 v. Chr. über den Nil transportiert wurden, zeugen von gewaltigen Transportschiffen auf dem Nil.

Um 1190 v. Chr. findet die älteste überlieferte Seeschlacht zwischen Ramses III. und den Seevölkern statt.

Die Besiedlung Siziliens durch die Griechen um 750 v. Chr. zeugt von griechischer Seefahrt. Korinth wurde griechische Seemacht und führte Neuerungen, wie den Riemenausleger, in den Kriegsschiffbau ein. Die Hauptkräfte griechischer Flotten im 8. bis 6. Jahrhundert v. Chr. waren einreihige („Moneren“) Ruderkampfschiffe mit bis zu 50 Ruderern („Pentekoren“). Durch den Sieg in der Seeschlacht bei Salamis 480 v. Chr. stieg Athen zur Seemacht auf. Die dabei verwendeten Schiffe hatten drei Ruderreihen („Triere“) und bildeten zwischen dem 6. und dem 3. Jahrhundert v. Chr. die Hauptmacht der Kriegsflotten.

Mit dem Wachstum Athens zur Großstadt im 5. Jahrhundert v. Chr. wurde es nötig, zusätzliches Getreide über den Seeweg zu beschaffen. Der Seehandel weitete sich von Luxus- auf Massengüter aus.

Im 3. Jahrhundert v. Chr. wurde Rom Seemacht und beherrschte nach einer Reihe von Siegen über Karthago den gesamten Mittelmeerraum. Bis auf Details wie die Enterbrücke - eine Brücke, die den Legionären die Möglichkeit gab, auf die gegnerische Seite hinüber zu gehen - führte Rom kaum Neuerungen in den Schiffbau ein. Der antike Mittelmeerschiffbau war technisch ausgereift und hatte sein Entwicklungspotenzial erschöpft. Schiffe wurden kraweelbeplankt (die Planken waren Kante an Kante befestigt, sodass eine glatte Oberfläche entstand) und rahgetakelt (sie hatten ein rechteckiges oder trapezförmiges Segel, das an einem Rah genannten Rundholz geführt wird und dem Vortrieb diente). Der Rumpf war mit Kiel und Spanten (Längsbau und Querstreben) versteift. Vor- und Achtersteven (vordere und hintere Begrenzung des Schiffsrumpfes) waren hochgezogen, Kriegsschiffe waren deutlich schlanker als Handelsschiffe und führten in oder unter der Wasserlinie einen Rammsporn. Gesteuert wurden die Fahrzeuge über zwei Seitenruder.

Nachfolgeentwicklungen, wie die Byzantinische Dromone, die durch den Einsatz des Griechischen Feuers noch mal kampfwertgesteigert werden konnte, wurden bis ins 12. Jahrhundert gebaut, wo sie dann von den moderneren Galeeren endgültig abgelöst wurden.

In Nordeuropa entwickelten sich Boote und später Schiffe aus Einbäumen, die durch zusätzliche Plankengänge in Breite und Höhe vergrößert wurden. Erste größere Fahrzeuge besaßen einen flachen Boden und keinen Kiel und wurden in Kraweelbauweise gefertigt.

Mittelalter

Funde im 3. und 4. Jahrhundert markieren einen Wendepunkt im nordeuropäischen Schiffbau, da die gefundenen Schiffe in Klinkerbauweise gefertigt wurden, was bis zum späten Mittelalter die vorherrschende Bauart im Nord- und Ostseeraum bleiben sollte. Aufgrund der Größe und Bauart (hochgezogene Vor- und Achtersteven, Querspanten, genagelte Planken) konnte ein Fund als direkter Vorläufer der Wikingerschiffe identifiziert werden, allerdings als reines Ruderschiff. Funde aus dem 6. und 7. Jahrhundert waren sowohl Ruder- als auch Segelschiffe. Diese waren bis zum späten Mittelalter einmastig und verwendeten ein großes Rahsegel. Gesteuert wurden sie über ein Seitenruder.

Damit waren alle wesentlichen Elemente des Wikingerschiffes herausgebildet, das bis zum 13. Jahrhundert in Variationen von Größe und Proportionen der Schiffstyp Nordeuropas wurde (spätere bauchige Formen wurden auch als Nef bezeichnet und verfügten über Kastele (erhobene Plattformen für Bogenschützen) vorne und achtern).

Im Indischen Ozean hat sich etwa zeitgleich mit dem Wikingerschiff ebenfalls ein neuer Schiffstyp herausgebildet, die arabische Dau. Leider gibt es wenig Anhaltspunkte für die genaue Datierung der Entwicklung, aber seit dem Mittelalter stehen die wesentlichen Merkmale dieses Schiffes fest (und haben sich bis ins 20. Jahrhundert praktisch nicht verändert). Die Daus haben einen kurzen Kiel, einen langen schräg ausfallenden Vordersteven und einen fast senkrechten Achtersteven. An einem oder zwei kurzen

Pfahlmasten waren je ein Luggersegel (ein viereckiges Segel an einem Rundholz) befestigt. Seit dem Hochmittelalter verfügen Daus auch über ein Ruder am Heck.

Der sich ausbreitende Einfluss der Araber führte zu einer Vermischung von Elementen der Dau mit antiker Schiffbaukunst im Mittelmeerraum, aus denen sich gegen Ende des ersten Jahrtausends ein neuer Kriegsschiffstyp, die Galeere, entwickelt. Sie besaß eine Takelung, die der der Dau nicht unähnlich, aber mit Lateinersegeln (ein dreieckiges Segel) ausgestattet war. Ebenfalls von der Dau stammt der ausfallende Vordersteven, der aber weiterhin in einem Rammsporn endete. Galeeren waren schmal, schlank und wenig hochseetauglich, dafür sehr schnell, extrem wendig und gut manövrierbar. Die Segel dienten nur als Hilfsantrieb, gerade im Gefecht wurde ausschließlich gerudert. Zum Ende des Mittelalters hatte die Galeere ihre endgültige Form erreicht (eine Reihe von Riemen, Einführung des Heckruders) und sollte diese für Jahrhunderte beibehalten.

Im Fernen Osten hat sich als vorherrschende Bauart die Dschunke entwickelt, die über einen langen Zeitraum in ihren wesentlichen Merkmalen unverändert blieb. Dschunken zeichnen sich durch einen flachen, breiten Schiffsboden aus, der an den Enden hochgezogen war. Die Seitenwände waren fast senkrecht aufgesetzt. Das Heckruder kann in China bereits im 4. Jahrhundert v. Chr. nachgewiesen werden. Dschunken waren geklinkert (Planken überlappen sich), allerdings zum Kiel hin, also andersherum als in Europa. Ein weiterer Unterschied waren die Decksplanken, die unter den Decksbalken befestigt waren. Dschunken wurden üblicherweise gesegelt und hatten ein Luggersegel an einem Pfahlmast, der nicht verspannt war, so dass das Segel im Vollkreis geschwenkt werden konnte. Das Segel war durch eine Reihe von Spreizrahmen (quer zum Mast angebrachte Rundstangen) versteift. Mit Dschunken befuhren die Chinesen den gesamten ostasiatischen Raum sowie Flüsse und Kanäle und erreichten sogar Ostafrika.

In Nordeuropa kam es im 13. Jahrhundert zu einer Reihe von Neuerungen im Schiffsbau. Für 1242 ist die erste Verwendung von Heckrudern in Nordeuropa bekannt. Ausgestattet mit dieser Neuerung, aber ansonsten auf der Nef basierend, entstand so ein bauchiges Handelsschiff, das bis etwa 1400 die vorherrschende Bauform im Nord- und Ostseeraum werden sollte, die Kogge.

Die Kogge war sowohl Handels- als auch Kriegsschiff und wurde im Verlauf des 14. Jahrhunderts auch mit Feuerwaffen armiert.

In Portugal entwickelte sich im 13. und 14. Jahrhundert ein neuer Schiffstyp, der zwar die typischen Merkmale des damaligen Mittelmeerschiffbaus besaß (Kraweelbeplankung, Lateinersegel) aber dennoch hochseetauglich war, die Karavelle. Sie war ein schmales schnelles Schiff, das für Atlantikfahrten auch rahgetakelt wurde und je nach Größe und Zeit bis zu vier Masten hatte. Mit der Karavelle begann das Zeitalter der Entdeckungen, denn die Nao, ein schwerfälliges bauchiges Schiff mit hoher Ladekapazität, die im Mittelalter für den Transport auf dem Mittelmeer üblich war, war für Expeditionen zu teuer und zu langsam. Portugiesische Karavellen erreichten 1460 Sierra Leone und 1488 Südafrika.

Frühe Neuzeit

Mit zunehmendem Handel und Informationsaustausch begann sich im 15. Jahrhundert mit der Karacke ein gesamteuropäischer Schiffstyp herauszubilden. Dieser war dreimastig und hatte hohe Aufbauten, die in den Schiffsrumpf einbezogen waren. Auch die Kraweelbeplankung setzte sich in Nordeuropa durch, die den Bau größerer Schiffe ermöglichte.

Die Karacke war ein robustes und hochseetaugliches Schiff, das sofort in die steigende Zahl von Übersee-Expeditionen einbezogen wurde. Die Flotte des Kolumbus von 1492 bestand noch aus zwei Karavellen und einer Karacke, die des Vasco da Gama von 1498 hingegen schon aus fünf Karacken.

Das 16. Jahrhundert war durch einen extremen Anstieg des Überseeverkehrs gekennzeichnet. Schiffe dienten nicht nur der Erkundung und Entdeckung, sondern mussten wachsende Mengen von Truppen, Gütern und Siedlern transportieren. Dies wurde zum einen dadurch erreicht, dass man anfänglich Karacken noch größer baute; dennoch schien die Entwicklung eines neuen Schiffstyps unumgänglich, da die Erfindung der Stückpforte (verschießbare Öffnungen in der Bordwand, durch welche im Schiffsinnen aufgestellte Kanonen hindurchfeuern konnten) um 1500 nun auch die Aufstellung schwerer Geschütze in den Zwischendecks ermöglichte, die bei der Karacke zu dicht über der Wasserlinie lagen.

So bildete sich in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts die Galeone heraus, deren typischstes Merkmal das Galeon, ein spitz zulaufender Vorbau am Bug des Schiffes, war. Die Galeone hatte trotz ihrer Größe recht schlanke Unterwasserformen. Kriegs- und Handelsschiffe unterschieden sich hauptsächlich in der Bewaffnung, waren aber von der Architektur sehr ähnlich.

Im 17. Jahrhundert entwickelte sich die Galeone zum veritablen Kriegsschiff. Die Breitseitenaufstellung der Geschütze erforderte entsprechende Taktiken. Endeten die Seeschlachten des ersten Englisch-Niederländischen Seekrieges (1652-1654) noch im Mêlée, so findet im zweiten Englisch-Niederländischen Seekrieg (1665-1667) die Linientaktik (Aufstellung in Kiellinie) zunehmende Verwendung (z.B. Seeschlacht bei Lowestoft). Zu diesem Zeitpunkt fing man an, Kriegsschiffe danach zu unterscheiden, ob ihre Bewaffnung und Standfestigkeit für die Verwendung in der Hauptkampflinie ausreichend war. Schiffe, bei denen das zutraf, wurden als Linienschiffe bezeichnet und hatten meistens zwei Batteriedecks. Schiffe, die zu schwach für die Linie waren, wurden als Fregatten bezeichnet und waren den Linienschiffen meist an Geschwindigkeit überlegen. Entsprechend ihrer barocken Zeit waren auch Kriegsschiffe über und über verziert, besonders die Heckpartie.

Die größten Handelsschiffe des 17. Jahrhunderts waren die Ostindienfahrer der Handelskompanien. Diese waren keine reinen Frachter, sondern zur Verteidigung und zur Durchsetzung von Kompanieinteressen gut bewaffnet. Das am weitesten verbreitete Frachtschiff jener Zeit war aber die holländische Fleute, die vom 16. bis zum 18. Jahrhundert

überall in Europa anzutreffen war. Die Fleute kombinierte eine hohe Ladekapazität mit relativ geringem Tiefgang und war daher für den Nord- und Ostseebereich hervorragend geeignet.

Im 18. Jahrhundert setzte sich eine verfeinerte Klassifizierung von Kriegsschiffen durch, indem sie entsprechend ihrer Bewaffnung in Ränge eingeteilt wurden. In der britischen Marine wurden die Schiffe der ersten vier Ränge als Linienschiffe bezeichnet. Dabei waren diejenigen ersten Ranges solche mit mindestens 100 Kanonen und drei Batteriedecks (Deck, auf dem Kanonen aufgestellt sind). Diese waren aber selten und entsprangen eher repräsentativen als militärischen Bedürfnissen. Dreidecker zweiten Ranges hatten 90 bis 98 Kanonen. Die Linienschiffe dritten und vierten Ranges waren Zweidecker mit 64 bis 80 bzw. 50 bis 60 Kanonen. Den Kern der Linienstreitkräfte bildeten die Schiffe zweiten und dritten Ranges. Schiffe fünften und sechsten Ranges wurden als Fregatten bezeichnet. Sie wurden meist für spezielle Aufgaben außerhalb der Linienstreitkräfte verwendet. Allen Schiffen ersten bis sechsten Ranges war gemeinsam, dass sie als Vollschiiff getakelt waren, also drei Masten mit Rahsegeln hatten.

Fahrzeuge mit weniger als drei Masten oder weniger als 20 Kanonen wurden in der britischen Marine als Sloops bezeichnet. Sie dienten der Aufklärung, der Nachrichtenübermittlung und der Jagd auf gegnerische Handelsschiffe.

Das Segelkriegsschiff des 18. Jahrhunderts war technisch ausgereift, hatte sein Entwicklungspotenzial ausgeschöpft und veränderte sich kaum noch bis zum Ende der Segelkriegsschiffära. Die großen Seeschlachten zur Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert (Seeschlacht bei Kap St. Vincent (1797), Schlacht von Trafalgar 1805) stellten gewissermaßen einen Höhepunkt in der Ära der Segelkriegsschiffe dar, bevor die Industrialisierung und der technische Fortschritt des 19. Jahrhunderts das Segelkriegsschiff als Waffensystem obsolet machte. Die letzte Seeschlacht zwischen Segellinienschiffen fand 1827 bei Navarino statt.

Späte Neuzeit

Mit der Erfindung der Dampfmaschine wurden auch die ersten maschinell angetriebenen Schiffe entworfen (Dampfschiff). Diese waren im Wesentlichen Segelschiffe mit einem Hilfsantrieb. Erst mit der Erfindung des Schiffspropellers, der die ineffizienten Schaufelräder Mitte des 19. Jahrhunderts ablöste, hatte die neue Technologie das Potenzial, den Segelantrieb zu verdrängen.

Eine weitere große Neuerung des Industriezeitalters war die Einführung von Eisen und später Stahl als Werkstoff im Schiffbau, der das Holz nach und nach verdrängte. Alle neuen Technologien wurden aufgrund der hohen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten primär für den militärischen Bereich entwickelt und eingeführt. Diese Entwicklung ging besonders in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts extrem rasant voran, wo sich in wenigen Jahrzehnten der Übergang vom Segelkriegsschiff zum Schlachtschiff vollzog.

Im zivilen Bereich ermöglichte darüber hinaus die wissenschaftliche Entwicklung von Schiffsrümpfen und Takelagen als letzte Blüte der Handelssegelschiffe den Bau von effizienten Transportschiffen, den sogenannten Klippern, meist Vollschiifen mit bis zu vier Masten, die im harten Wettbewerb gegeneinander Tee, Wolle oder Guano nach Europa oder Nordamerika transportierten. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde das Segelschiff dann vollständig vom maschinengetriebenen Schiff abgelöst.

Nach dem Zweiten Weltkrieg setzte sich der Dieselmotor als Schiffsantrieb durch und die vorher allgegenwärtigen Stückgutfrachtschiffe wurden durch Containerschiffe ersetzt, die Entwicklung von Kühlschiffen ermöglichte auch den Transport verderblicher Güter um die Welt.

Im Kriegsschiffbau verschwand das Schlachtschiff vollständig und wurde durch den Flugzeugträger ersetzt; Schiffsartillerie und Panzerung spielen eine untergeordnete Rolle, Raketen und Flugkörper sind die bevorzugten Waffensysteme. Elektronische Kriegsführung und der Einsatz atomreaktorgetriebener U-Boote schufen neue Dimensionen der Seekriegsführung. Die Erfindung von Radar, Funkpeilung und GPS im 20. Jahrhundert erleichterte die Navigation erheblich.

5. Technisches: Geschwindigkeit und Lebensdauer

- **Geschwindigkeit**
- **Lebensdauer**
- **Schiffsbestand in Deutschland**

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit von Schiffen wird gemeinhin in Knoten [kn] angegeben. Ein Knoten entspricht einer Seemeile [sm] (1,852km) pro Stunde.

Die Geschwindigkeit wurde ursprünglich mit einem Log (Messgerät) gemessen, das an einer Logleine über Bord geworfen wurde. Die Leine hatte in festen Abständen (üblicherweise alle ca. 7 Meter) Knoten. Der Messende zählte die Knoten, während sie ihm durch die Hand glitten. Die Zahl der gemessenen Knoten je Zeiteinheit (Messdauer waren ca. 14 Sekunden) ergab dann die Geschwindigkeit in Seemeilen pro Stunde. Daher rührt auch der Begriff "Knoten" als Maßeinheit für die Schiffsgeschwindigkeit.

Modernere Bauformen des Logs messen die Geschwindigkeit über die Umdrehungsgeschwindigkeit eines nachgeschleppten Propellers (Patentlog), eines am Schiffsboden befestigten Impellers oder mittels eines Stauohrs (Staudrucklog, Rohrlog). Die maximale Geschwindigkeit eines Schiffes wird wesentlich von der Rumpfgeschwindigkeit bestimmt. Diese ist nichts anderes als die Ausbreitungsgeschwindigkeit des vom Schiff selbst erzeugten aus Bug- und Heckwelle bestehenden Wellensystems. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle in Wasser steigt mit ihrer Wellenlänge. Das Schiff ist also zwischen seiner Bug- und Heckwelle "gefangen".

Bei Schiffen mit normalem Verdrängerrumpf lässt sich die Geschwindigkeit auch mit erhöhter Motorleistung nicht über die Rumpfgeschwindigkeit steigern. Diese wird bestimmt durch die Länge, mit der das Schiff im Wasser liegt. Höhere Geschwindigkeiten lassen sich bei Schiffen mit Gleiter-Rumpf erzielen. Dabei wird durch die Motorleistung der Widerstand der Bugwelle überwunden, der Bug des Schiffes steigt dabei an.

Auch moderne Verdrängerschiffe erreichen bei raumem Wind unter Segel Geschwindigkeiten, die geringfügig über der theoretischen Rumpfgeschwindigkeit liegen können. Grund hierfür sind die modernen, glatten, lang gestreckten Rümpfe, die teilweise kaum noch Bugwellen erzeugen.

Da die Geschwindigkeit außerdem noch erheblich von Wind und Strömung sowie der variierenden Beladung (durch Treibstoffverbrauch) abhängt, wird die Schiffsgeschwindigkeit häufig in größeren Einheiten als der Stundengeschwindigkeit angegeben:

Ein Etmal ist die von einem Schiff an einem Tag von 12:00 Uhr bis zum nächsten Tag um 12:00 Uhr zurückgelegte Wegstrecke. Das Etmal wird gemeinhin in Seemeilen [sm] angegeben.

In den Zeiten, als die Passagierschiffahrt das alleinige Übersee-Massenverkehrsmittel war, wurde dem schnellsten Passagierdampfer jeweils das symbolische Blaue Band, später ein Pokal, zuerkannt. Maßstab war die Durchschnittsgeschwindigkeit während einer kompletten Atlantiküberquerung von einem europäischen zu einem nordamerikanischen Hafen.

Lebensdauer

Herkömmliche Frachtschiffe werden aus wirtschaftlichen Gründen meist nicht wesentlich älter als etwa 30 Jahre. Übersteigen die nötigen Investitionen in den Erhalt der Schiffssubstanz und der eingebauten Technik den eingefahrenen Ertrag, so werden sie abgebrochen.

Bei entsprechender Bauweise und Pflege können Schiffe eine sehr viel höhere Lebensdauer erreichen. Ein Beispiel war das bis 2010 älteste immer noch fahrende Hochsee-Fahrgastschiff, die 1914 gebaute Doulos. Noch älter ist die immer noch aktive Juno aus dem Jahr 1874, diese verkehrt aber ausschließlich auf schwedischen Binnengewässern. Die meisten der heute als "alt" bezeichneten Schiffe sind jedoch aus Holz. Eines der höchsten bekannten Lebensalter erreichte die holsteinische Jagt De fire Brødre. Sie wurde 1794 gebaut und transportierte über 150 Jahre Lasten. Das englische Schiff Besty Canes existierte bereits 1688 als König Wilhelms III. Jacht und erlitt 1827 Schiffbruch. Sie wurde nachweislich 139 Jahre alt. Im November 2004 ist die Cutty Sark 135 Jahre alt geworden. Sie ist der einzige verbliebene Klipper und befindet sich im Trockendock zu Greenwich, London, England. 28 Jahre älter ist die Charles W. Morgan von 1841. Sie ist das einzig erhaltene Walfang-Segelschiff, benannt nach Charles Waln Morgan, ihrem Haupteigner. Ursprünglich als Vollschiiff in New Bedford, Massachusetts, aus Holz erbaut, wurde sie 1867 zur Bark umgeriggt und stand 80 Jahre in Dienst. Heute ist sie als Museumsschiff in Mystic, Connecticut, Vereinigte Staaten zu besichtigen. Rekordhalter ist die britische HMS Victory (Stapellauf 1765), Admiral Lord Nelsons Flaggschiff mit 239 Jahren (2004), gefolgt von der US-amerikanischen Fregatte USS Constitution in Boston von 1797 mit 207 Jahren (2004).

Schiffsbestand im Jahr 2000 in Deutschland

3.752 Binnenschiffe, davon:

- 1.333 Motorschiffe
- 1.236 Leichter, Kähne und Schuten
- 450 Schub- und Schleppschiffe
- 733 Passagierschiffe

689 Seeschiffe, davon:

- 520 Trockenfrachter
- 131 Passagierschiffe
- 38 Tanker