



Manfred Pfaff

Schiffsbetriebstechnik

Nachschlagewerk und Ratgeber

 Springer Vieweg

Schiffsbetriebstechnik

Manfred Pfaff

Schiffsbetriebstechnik

Nachschlagewerk und Ratgeber

 Springer Vieweg

Manfred Pfaff
Lage, Deutschland

ISBN 978-3-658-19527-4

ISBN 978-3-658-19528-1 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-19528-1>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Lektorat: Thomas Zipsner

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Am 01.01.2015 umfasste die Welthandelsflotte 50.422 Schiffe¹ mit > 300 BRZ² und einer Tragfähigkeit von 1661 Mio. dwt³. Den Hauptanteil bildeten dabei die Massengutschiffe gefolgt von den Rohöltankern.

Damit diese Schiffe die Weltmeere sicher befahren können, kommt einer funktionierenden Schiffsbetriebstechnik eine besondere Bedeutung zu.

Dieses Fachbuch „Schiffsbetriebstechnik“ beschäftigt sich neben einigen kurzen Ausführungen zum Schiffsbau und den Grundlagen der verschiedenen Antriebssysteme mit den Hilfssystemen und Hilfsmaschinen, Aggregaten, Rettungsmitteln, der Schiffssicherheit und vielem mehr – eben mit dem, was aus dem Kasko erst das Schiff zum Schiff macht. Dieses Buch ergänzt insofern weitere Literatur, die sich mit dem eigentlichen Schiffsentwurf und der schiffstechnischen Konstruktion sowie mit der Antriebstechnik von Schiffen befasst.

Bei den verschiedenen hier vorgestellten Systemen, Einrichtungen, Anlagen und Maschinen werden deren Charakteristika und Bedeutung für das Gesamtsystem „Schiff“ beleuchtet und einfache Berechnungen mithilfe von „Faustformeln“ durchgeführt.

Wo erforderlich, werden die den genannten Einrichtungen zugrunde liegenden wesentlichen rechtlichen und technischen Normen genannt und Auslegungen bzw. Dimensionierungen anhand dieser Vorschriften beispielhaft vorgenommen.

Damit soll es dem Leser ermöglicht werden, mit einfachen Mitteln überschlägig die für die Auslegung notwendigen Daten wie Wärmetauscherfläche, überschlägige Ermittlung von Antriebsleistung, Tauwerks- und Kettendurchmesser und vieles mehr zu ermitteln. Fragen, wie z. B. welche Art der Lichterführung für welche Wasserfahrzeuge erforderlich ist, werden beantwortet. Hinweise zum Umweltschutz und zur Schiffssicherheit runden das Werk ab.

Im Anhang finden sich Tabellen, die für die schiffsbetriebstechnische Praxis hilfreich sein können.

¹ Siehe Marinekommando (2015) Jahresbericht, Rostock 2015, S. 31.

² Abkürzung für Bruttoreaumzahl, ein Maß für die Schiffsvermessung.

³ „deadweight tonnage“ = Gesamttragfähigkeit eines Handelsschiffs.

Ein herzlicher Dank gilt dem Lektorat Maschinenbau des Springer-Vieweg-Verlags, namentlich Herrn Dipl.-Ing. Thomas Zipsner, Frau Ellen-Susanne Klabunde und Frau Imke Zander. Die vielfältigen Hinweise und Anregungen von Herrn Zipsner und Frau Klabunde sowie die stete Unterstützung mit Rat und Tat durch das Team des Lektorats haben ganz entscheidend zum Gelingen dieses Buches beigetragen.

Ferner gilt mein Dank den zahlreichen Firmen und Privatpersonen, die mich bei meinen Recherchen für dieses Buch umfangreich unterstützten. Ganz besonders möchte ich hier meine Tochter Ramona sowie die Reederei AIDA Cruises und Herrn Michael Grund von der Firma Ocean Clean nennen.

Und nun, viel Erfolg beim Lesen und Anwenden, für die weitere Ausbildung, das Studium und natürlich auch im Beruf.

Lage, Juni 2017

Dr.-Ing. Manfred Pfaff

Inhaltsverzeichnis

1	Tätigkeitsbild des Schiffsbetriebstechnikers	1
	Literatur	3
2	Regelwerke	5
2.1	Gesetzes- und Normenhierarchie	5
2.2	Völkerrechtliche Regelungen	7
2.2.1	SOLAS	7
2.2.2	MARPOL	8
2.2.3	Kollisionsverhütungsregeln	8
2.3	Vorschriften der Europäischen Union	9
2.4	Deutsche Gesetze und Verordnungen	10
2.5	Bauvorschriften der Klassifikationsgesellschaften	10
2.6	Technische Normen	11
	Literatur	11
3	Schiffskörper, Tauwerk, Aufbauten, Ankergeschirr, Korrosionsschutz und Decksbeläge	13
3.1	Schiffsrumpf	13
3.1.1	Schwimmfähigkeit und Stabilität	14
3.1.2	Wichtige Bezeichnungen und Hauptabmessungen	17
3.2	Aufbauten, Deckshäuser, Schornstein	20
3.3	Nicht integrierte Fundamente	21
3.3.1	Exkurs zum Thema Schwingungen	25
3.4	Ankergeschirr, Leinen und Tauwerk	30
3.4.1	Ankergeschirr	31
3.4.2	Auslegung bzw. Dimensionierung von Anker und Kette	34
3.4.3	Leinen und Tauwerk	37
3.4.4	Poller	45
3.5	Leitern, Treppen, Reling	47
3.5.1	Leitern	48
3.5.2	Steigleitern	50

3.5.3	Treppen	50
3.5.4	Reling	56
3.6	Korrosionsschutz und Decksbeläge/Fußböden	61
3.6.1	Korrosionsschutz	61
3.6.2	Decksbeläge/Fußböden	70
	Literatur	75
4	Antriebsanlagen	77
4.1	Einführung	77
4.2	Schiffswiderstand	77
4.2.1	Volkswirtschaftliche Aspekte der Schifffahrt	77
4.2.2	Vorbilder aus der Natur	79
4.2.3	Strömungsmechanische Betrachtungen am Schiffsrumpf	80
4.2.4	Die Auswirkungen des Wulstbugs auf den Schleppwiderstand	86
4.2.5	Erforderliche Antriebsleistung	87
4.2.6	Zusammenfassung	88
4.3	Leistungserzeugung	90
4.3.1	Verbrennungsmotoren	101
4.3.2	Gasmotoren	118
4.3.3	Turbinen	119
4.3.4	Elektroantrieb	131
4.3.5	Brennstoffzellenantrieb	143
4.3.6	Segelantrieb	149
4.4	Leistungsübertragung	155
4.4.1	Direktantrieb	157
4.4.2	Propeller	157
4.4.3	Antriebswellenanlage	170
4.4.4	Stevenrohrabdichtung	196
	Literatur	205
5	Schiffsbetriebsanlagen/Hilfssysteme	209
5.1	Ruderanlage	209
5.1.1	Größe der Ruderfläche	210
5.1.2	Berechnung der Ruderkraft und des Rudermoments	211
5.1.3	Kortdüse	215
5.2	Stabilisierungssysteme	217
5.2.1	Einleitung	217
5.2.2	Schlingerkiele	218
5.2.3	Flossenstabilisatoren	218
5.2.4	Rolldämpfungstanks	219
5.3	Krängungsausgleich und Ballastwassersysteme	220
5.4	Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen	221

5.4.1	Pumpen	221
5.4.2	Rohrleitungen und Armaturen	233
5.5	Wärmeübertrager	249
5.5.1	Einführung	249
5.5.2	Arten von Wärmeübertragern	249
5.5.3	Bauweise von Wärmeübertragern	252
5.5.4	Kennzahlen von Wärmetauschern	253
5.6	Kälte-, Lüftungs- und Klimatechnik, Heizungsanlagen	260
5.6.1	Kältetechnik	260
5.6.2	Lüftungs- und Klimatechnik	267
5.6.3	Heizungsanlagen	280
5.7	Frisch- und Trinkwassererzeugung	291
5.7.1	Einführung	291
5.7.2	Frischwassererzeugung durch Verdampfung	291
5.7.3	Frischwassererzeugung durch Umkehrosmose	294
5.7.4	Trinkwasseraufbereitung	296
5.7.5	Trink- und Warmwassersystem	297
5.7.6	Bunkern von Trinkwasser	297
5.8	Umschlaganlagen	299
5.8.1	Bordkräne	299
5.8.2	Umschlag von Schüttgütern	313
5.8.3	Fahrzeugrampe an Fährschiffen	318
5.8.4	Tankschiffe	319
5.8.5	RAS-Einrichtung	323
5.8.6	Passagierschiffe: Gangway/Stelling	328
	Literatur	329
6	Bordstromversorgung und elektrische Schaltungsbeispiele	333
6.1	Einführung	333
6.2	Bordseitige Stromerzeugung	334
6.2.1	Generatoren	335
6.3	Landstromversorgung	336
6.3.1	Hintergründe	337
6.3.2	Technik der Landstromversorgung	337
6.4	Das Bordnetz	338
6.5	Elektrische Schaltungsbeispiele	343
6.5.1	Ausschaltung	343
6.5.2	Wechselschaltung	343
6.5.3	Bewegungsmelder	344
6.6	Elektronische Schaltungen	346
	Literatur	347

7	Arbeitsschutz und Schiffssicherheit, Brandschutz	349
7.1	Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit, Schiffssicherheit	350
7.1.1	SOLAS	353
7.2	Brandschutz	358
7.2.1	Einleitung	358
7.2.2	Einführung in die Brandlehre	359
7.2.3	Baulicher Brandschutz, Anforderungen an Bauteile und Materialien	365
7.2.4	Branderkennung und Alarmierung	367
7.2.5	Feuerlöscheinrichtungen und -anlagen	368
7.2.6	Brandbekämpfung durch Feuerlöschtrupps	373
7.3	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, Schiffssicherheitsleitsystem	378
7.3.1	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	378
7.3.2	Sicherheitsleitsystem	380
7.4	Lenzsysteme	384
7.4.1	Einführung	384
7.4.2	Grundsätzliche Anforderungen, Auslegungshinweise	384
7.5	Navigationseinrichtungen, Lichterführung, Funk	386
7.5.1	Navigationseinrichtungen	387
7.5.2	Lichterführung	390
7.5.3	Funkausrüstung	394
7.6	Überlebensfähigkeit von Kriegsschiffen	401
	Literatur	404
8	Umweltschutz in der Seeschifffahrt	407
8.1	Umweltschutzvorschriften im Seeverkehr	407
8.2	Mögliche Umweltbeeinträchtigungen	410
8.2.1	Verschmutzung durch Öl	410
8.2.2	Verschmutzung durch Schiffsabwässer	411
8.2.3	Verschmutzung durch Schiffsmüll	412
8.2.4	Luftverunreinigung durch Schiffsabgase	413
8.2.5	Verschleppung von Organismen durch Ballastwasser	413
8.3	Technische Maßnahmen zum Meeresumweltschutz	414
8.3.1	Abfallmanagement an Bord	414
8.3.2	Abgasemissionen der Antriebs- und EDiMot-Anlagen, LNG-Antrieb	456
8.4	Abwassermanagement	463
8.4.1	Einführung	463
8.4.2	Einleitbestimmungen für Schiffsabwasser nach MARPOL Anlage IV	464
8.4.3	Abwasseranfall an Bord	467

8.4.4	Abwasserspeicherung	467
8.4.5	Abwasserbehandlungsanlagen	471
8.4.6	Bewertung der vorhandenen Technologien hinsichtlich ihrer erreichbaren Einleitwerte	481
8.5	Bilgenwasserbehandlung	482
8.5.1	Bilgenwasserbehandlungsanlagen	483
8.6	Ballastwasserbehandlung	493
8.6.1	Einführung	493
8.6.2	Ballastwasseraustausch	495
8.6.3	Ballastwasserbehandlung	495
	Literatur	499
	Tabellen, Diagramme und Übersichten	503
	Sachverzeichnis	547

Für den Zugang zu den Tätigkeiten als Technischer Schiffsoffizier werden eine abgeschlossene Fachschulausbildung an einer Seefahrtsschule oder ein abgeschlossenes Fachhochschulstudium der Schiffsbetriebstechnik bzw. des Schiffsbetriebs sowie ein entsprechendes gültiges Befähigungszeugnis vorausgesetzt.¹

Je nach Funktion, die innerhalb der Offiziersbesatzung eingenommen wird, sind für den Technischen Wachoffizier im Einzelnen folgende Befähigungszeugnisse notwendig:

- das Befähigungszeugnis „Technische/r Wachoffizier/in auf Schiffen mit unbeschränkter Maschinenleistung“,
- das Befähigungszeugnis „Zweiter technischer Offizier“.

Im Internetauftritt der Deutschen Marine (<http://www.marine.de>) wird die Verwendung des Schiffsbetriebstechnikers wie folgt beschrieben:

Schiffsbetriebstechniker sind die Spezialisten, die für Bedienung und Instandhaltung der modernen Betriebsanlagen, zum Beispiel der Kälte-, Klima- und Umweltschutzanlagen, der Feuerlösch-, Kraftstoff- und Sprühanlagen sowie der Kräne, Aufzüge und Hebezeuge, die Betrieb- und Einsatzfähigkeit eines Schiffes oder Bootes gewährleisten, zuständig sind.

Die Hauptaufgaben sind:

- Überwachen und Bedienen der schiffsbetriebstechnischen Anlagen und Geräte wie Lenzanlage (eingedrungenes Wasser wieder außenbords pumpen), Feuerlöscheinrichtungen, Kraftstoffübernahme- und Lagereinrichtungen, Aufbereitungsanlage für Frischwasser und Destillat, Kälte-, Klima- und Umweltschutzanlagen;
- Durchführen von Pflege-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten (zum Beispiel Austauschen von Baugruppen der Steuer- und Regeleinrichtungen);
- Führen eines Schiffssicherungstrupps;

¹ Näheres unter [1].

- Durchführen von Sofortmaßnahmen in der Leck-, Brand- und ABC-Abwehr sowie im Rettungs- und Bergungsdienst;
- Taucherdienst in Zweitverwendung.

Der „Chef“ der Betriebstechniker an Bord von Marineeinheiten ist der Schiffstechnische Offizier (STO). Für die Antriebsanlage ist bei der Deutschen Marine der ANO (Antriebsoffizier) mit seinem Personal (im Marinejargon *Heizer* genannt) zuständig.

An Bord ziviler Schiffe wird der leitende Schiffssingenieur „Chief“ genannt. Ihm obliegt die Verantwortung und Instandhaltung aller technischen Anlagen und deren Betrieb. Darunter fällt beispielsweise auch die Versorgung mit den erforderlichen Betriebsstoffen, Wasser, Arbeitsmaterial, Ersatzteilen, Werkzeugen und anderen Bedarfsgütern des technischen Schiffsbetriebs, die er nach Absprache mit der Schiffsführung rechtzeitig vor Reiseantritt bestimmt und sich um deren Organisation kümmert.

Technischen Schiffsoffizieren untersteht zudem die Ausbildung der Mitarbeiter im Bereich des technischen Schiffsbetriebs. Sie sind ferner für die Durchführung des Arbeits- und Brandschutzes sowie die entsprechende Sicherheitsunterweisung in den Betriebsräumen und nicht zuletzt auch für die Einhaltung von Umweltschutzvorschriften zuständig.

Zu allen Fragen des technischen Schiffsbetriebes und dem Einsatz der Maschinenanlage beraten sie den Kapitän und die übrigen nautischen Offiziere.

Aufgrund der umfangreichen technischen Kenntnisse von „A wie Antriebsanlagen“ bis „Z wie Zylinderdeckel“, der Erwartung des Schiffsführers an den Chief bzw. den STO und ANO, dass das Schiff mit seinen Aggregaten und technischen Einrichtungen jederzeit funktionsbereit und sicher ist, kann die Rolle des schiffstechnischen Personals auch als



Abb. 1.1 Teilansicht eines schiffstechnischen Leitstandes. (Foto: AIDA)

„Hausmeister“ der Einheit gesehen werden. Abb. 1.1 zeigt eine Teilansicht eines schiffstechnischen Leitstandes, dem Hauptarbeitsplatz des „Chiefs“.

Steigende Anforderungen an die Energieeffizienz, den maritimen Umweltschutz und die Schiffssicherheit sowie steigende Komplexität der Anlagen prägen die Herausforderung an die Schiffssingenieure. Vom Schiffssingenieur bzw. dem Schiffsbetriebstechniker werden interdisziplinäre Kenntnisse hinsichtlich der Überwachung und der Wartung von Schiffsmaschinenanlagen verlangt. Sie sind für das Funktionieren der Technik an Bord eines Schiffs zuständig. Allgemeine Kenntnisse auf den Gebieten der Physik, Mathematik, Elektrotechnik und des Maschinenbaus sind daher erforderlich, vertiefend u. a. auch in den Bereichen Anlagentechnik, Maschinendynamik, Kälte- und Klimatechnik sowie Schiffselektronik.

Literatur

1. <http://www.deutsche-flagge.de/de/befachigung/ausbildung/ausbildungsstaetten> (Abrufdatum 28. Apr. 2017)

Bau und Betrieb von Schiffen, Booten und anderen Wasserfahrzeugen unterliegen umfangreichen Normen, Gesetzen und anderen Vorschriften. Die folgenden Ausführungen wollen versuchen etwas Licht in den Dschungel des Vorschriftenwesens zu bringen und deren grundsätzliche Systematik aufzuzeigen. Eine Übersicht über die wichtigsten beim Bau von deutschen Schiffen heranzuziehenden Vorschriften hat die Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswesen aufgestellt¹ (s. Anhang 1).

2.1 Gesetzes- und Normenhierarchie

Das Zusammenleben in einer Gemeinschaft regelt der Staat durch Gesetze sowie durch diese konkretisierende Verordnungen. In der Rangfolge steht in Deutschland unser Grundgesetz (GG) über allen anderen Gesetzen und Verordnungen. Neben den unmittelbar geltenden Gesetzen und Verordnungen kann die Bundesregierung auch sog. Verwaltungsvorschriften erlassen. Deren Inhalte binden zunächst nur die Verwaltung, also die Vollzugsbehörden. Damit sie für den Bürger eine unmittelbare Wirkung entfalten, müssen sie per Einzelanordnung durch die entsprechend zuständige Behörde umgesetzt werden.

Nun ist Deutschland aber auch eingebunden in die Europäische Union (EU). Die EU hat ebenfalls die Möglichkeit, das Zusammenleben in dieser Staatengemeinschaft zu regeln. Dazu kann sie EU-Verordnungen verabschieden. Diese sind unmittelbar geltend in jedem Mitgliedstaat. Daneben kann die EU aber auch EU-Richtlinien erlassen. Diese bedürfen zur unmittelbaren Rechtswirkung in einem Mitgliedstaat der dortigen Umsetzung in das jeweilige nationale Recht durch entsprechende Rechtssetzungsverfahren.

¹ Siehe <http://www.deutsche-flagge.de/de/download/bau-und-ausruestung/neu-und-umbau/uebersicht/rechtsvorschriften>.

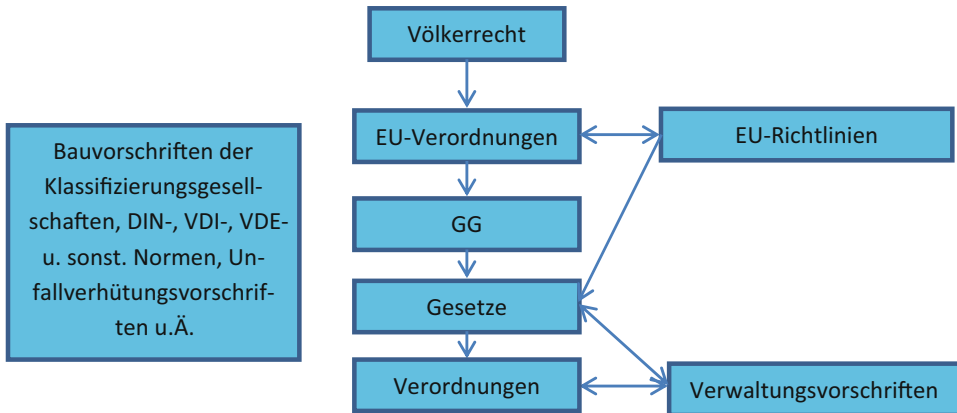


Abb. 2.1 Übersicht „Normenhierarchie“

Darüber hinaus gibt es völkerrechtliche Regelungen. Quellen des Völkerrechts sind bi- oder multilaterale völkerrechtliche Verträge, Völkergewohnheitsrecht und allgemeine Rechtsgrundsätze (s. auch Abb. 2.1).

Neben Gesetzen, Verordnungen und anderen Rechtssätzen finden sich Anforderungen an den Schiffbau und den Schiffsbetrieb in den unterschiedlichsten *technischen Regelwerken*. Allen voran sind hier sicherlich die Bauvorschriften der Klassifizierungsgesellschaften wie DNV GL², ABS (American Bureau of Shipping) oder im Bereich der Deutschen Marine auch die Bauvorschriften für Schiffe der Deutschen Marine (BV-Hefte) des Bundesamtes für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr, kurz BAAINBw, zu nennen. In diesem Buch wird vielfach noch Bezug auf die ehemaligen Bauvorschriften des ehemaligen Germanischen Lloyd genommen, die mittlerweile durch Bauvorschriften der Klassifizierungsgesellschaft DNV GL abgelöst wurden.³ Dennoch beinhalten sie nach wie vor wertvolle Anregungen und Hilfen für die Planung und Dimensionierung eines Schiffskörpers und seiner Ausrüstung.

Daneben finden sich Bestimmungen in DIN-, VDI- und VDE-Normen⁴ und in Vorschriften und Merkblättern der Berufsgenossenschaften. Hier kommen den Regelwerken der Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft besondere Bedeutung zu, wie z. B. der „Unfallverhütungsvorschrift See – UVV See“.

² Zusammenschluss der Klassifizierungsgesellschaften *Det Norske Veritas (DNV)* und *Germanischer Lloyd (GL)*.

³ Siehe unter: [https://rules.dnvgl.com/ServiceDocuments/dnvgl/#!/industry/1/Maritime/1/DNV%20GL%20rules%20for%20classification:%20Ships%20\(RU-SHIP\)](https://rules.dnvgl.com/ServiceDocuments/dnvgl/#!/industry/1/Maritime/1/DNV%20GL%20rules%20for%20classification:%20Ships%20(RU-SHIP)).

⁴ Das Deutsche Institut für Normung, der Verein Deutscher Ingenieure und der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. erlassen technische Normen.

2.2 Völkerrechtliche Regelungen

Völkerrechtliche bzw. internationale Übereinkommen im Bereich der Schifffahrt werden von den maritimen Dachorganisationen, allen voran die IMO (International Maritime Organisation) und die ILO (International Labour Organisation), beides Organe der Vereinten Nationen, getroffen. Im Wesentlichen geht es hier um die Erarbeitung von Standards zur Schifffsicherheit und zum maritimen Umweltschutz. Die in diesem Zusammenhang zu nennenden **wichtigsten schiffstechnischen** Abkommen sind *SOLAS* (International Convention for the Safety of Life at Sea), *MARPOL* (Marine Pollution – International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) mit seinen bisher sechs Anhängen und die *Kollisionsverhütungsregeln* (*KVR*).⁵

2.2.1 SOLAS

Bereits am 20.01.1914 stimmten Vertreter aus 13 Ländern der ersten „International Convention for the Safety of Life at Sea“ zu. Dieses internationale Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See legt grundsätzliche Anforderungen zur Schifffsicherheit fest [3, S. 27 f.].

Im Folgenden werden einige wichtige Aspekte zur Schifffsicherheit angeführt, zu denen im SOLAS-Übereinkommen Anforderungen definiert werden.⁶

Ein Aspekt sind Maßnahmen zur Lecksicherheit. So ist eine Unterteilung des Schiffskörpers durch wasserdichte Schotten vorgesehen. Ein Schott ist Teil des konstruktiven Schutzes von Schiffen, der aus ausgesteiften, senkrechten Zwischenwänden besteht, die den Schiffskörper zur Sicherheit in wasserdichte Abteilungen unterteilen und ihm zugleich Festigkeit verleihen. Je nach Anordnung der Wände – längs oder quer zur Mittschiffsachse – sprechen wir von Längs- oder Querschotten. Durch diese konstruktive Schutzmaßnahme wird die Sinksicherheit im Falle des Leckschlagens erhöht.

Ferner finden sich hier Regelungen über die Beschaffenheit dieser wasserdichten Schotte, über Öffnungen in diesen Schotten, in der Außenhaut und über den Einbau von Doppelböden.

Anforderungen über Maschinen und elektrische Anlagen beziehen sich im Wesentlichen auf ausreichende Reserve- und Notstromquellen. Ferner müssen nach SOLAS elektrische Anlagen so beschaffen sein, dass ein ausreichender Schutz gegen Unfälle durch elektrischen Strom gegeben ist.

Weiterhin finden sich Regelungen über Ruderanlagen, da ihre sichere Funktion existenziell für eine sichere Manövrierfähigkeit des Schiffes ist.

Ein weiterer Regelungsbestandteil dieses Abkommens sind Maßnahmen zum Brandschutz, zur Branderkennung und zur Brandbekämpfung.

⁵ Erles, N.-G., in: [2, S. 1037 ff.].

⁶ Ergänzend s. auch: <http://www.imo.org>.

Kap. III enthält Anforderungen über Anzahl, Art und Beschaffenheit von an Bord mitzuführenden Rettungs- und Seenotsignalmitteln (u. a. Rettungsboote, tragbare Funkgeräte, Rettungswesten, Leinenwurfgeräte, Signalmunition).

Ausführungen u. a. über Sprechfunk- und Navigationsmittel und das Automatic Identification System (AIS) runden den Regelungsinhalt dieser Vorschrift ab.

Darüber hinaus werden für Highspeed-Crafts besondere Maßnahmen vorgeschrieben.

Als Reaktion auf bestehende Terrorismusgefahren finden sich Regelungen zur Verbesserung der Gefahrenabwehr auf Schiffen und in Hafenanlagen („ISPS Code“ – International Ship and Port Facility Security Code).

2.2.2 MARPOL

MARPOL – **M**arine **P**ollution. Auch in der Seefahrt gewinnt der Umweltschutz zunehmend an Bedeutung.

Zu den wichtigsten Regelungen der IMO⁷ gehört u. a. das MARPOL-Abkommen. Dieses internationale Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe formuliert schiffbauliche, schiffsbetriebliche und schiffstechnische Anforderungen zum maritimen Umweltschutz [3, S. 26 f.].

Es wurde bereits 1973 verabschiedet, 1978 modifiziert und seitdem ständig erweitert. Inzwischen umfasst es insgesamt sechs Sonderregelungen (Annex I–VI), etwa zum Schutz vor Verschmutzung durch Öl, zu dem Transport verpackter Schadstoffe oder zur Vermeidung von Schiffsmüll [1, S. 18].

Die jüngste Erweiterung von MARPOL (Annex VI) regelt die Emissionen von Luftschadstoffen; in der dortigen Regel 16 beschreibt dieser Annex u. a. auch Anforderungen an Schiffsmüllverbrennungsanlagen.

2.2.3 Kollisionsverhütungsregeln

Die **Kollisionsverhütungsregeln (KVR)**⁸ – offiziell „Internationale Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See“ (*Conventions on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea – COLREGs*) – stellen internationales Seeverkehrsrecht dar. Sie sind der grundlegende rechtliche Rahmen zur Regelung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf hoher See und den damit verbundenen Gewässern. Die KVR dienen der Vermeidung von Schiffszusammenstößen und gelten für alle Schiffe, auch für Sportboote.

⁷ „International Maritime Organization“.

⁸ Die KVR finden sich z. B. auch unter: <https://www.elwis.de/schiffahrtsrecht/seeschiffahrtsrecht/kvr/>.

Die KVR sind die grundlegenden Regeln des Seeschiffsverkehrs (nicht Binnenschiffahrt) und enthalten folgende Regelungsbereiche:

- Teil A: Allgemeines (Regeln 1–3, u. a. Anwendungsbereiche, Verantwortlichkeit und allgemeine Begriffsbestimmungen),
- Teil B: Ausweich- und Fahrregeln,
- Teil C: Lichter und Signalkörper (Regeln 20–31, u. a. Lichter, Navigationslichter und Signalkörper),
- Teil D: Schall- und Lichtsignale (Regeln 32–37, u. a. Darstellung der Schallsignale, Schallsignalgeräte),
- Teil E: Befreiungen (Regel 38),

mit den **Anlagen I–IV**, in denen weitere Einzelheiten über die Anordnung und technische Ausführung der Lichter und Signalkörper, über Zusatzsignale für nahe beieinander fischende Fahrzeuge, über technische Einzelheiten der Schallsignalanlagen und über Notzeichen formuliert sind.

2.3 Vorschriften der Europäischen Union

Für den Schiffsbetriebstechniker ist hinsichtlich europäischer Vorgaben die **Schiffsausrüstungsrichtlinie** von Bedeutung. 1996 hat die Europäische Union die Schiffsausrüstungsrichtlinie (Maritime Equipment Directive – MED) als Richtlinie 96/98/EG erarbeitet, um den freien Warenverkehr von Schiffsausrüstung innerhalb der EU sicherzustellen. Diese Richtlinie trat am 01.01.1999 in Kraft.

Im Anhang A der Richtlinie ist die Schiffsausrüstung aufgeführt, die unter diese Richtlinie fällt. Für Schiffsausrüstung des Anhangs A.1 gibt es international harmonisierte Prüfnormen; für Schiffsausrüstung des Anhangs A.2 gibt es diese international harmonisierten Prüfnormen noch nicht.

Seit dem Inkrafttreten dieser Richtlinie unterliegt Schiffsausrüstung nach dem Anhang A.1 einem EG-Konformitätsbewertungsverfahren und muss von einer „benannten Stelle“ („notified body“) zugelassen werden. Sie kann dann im gesamten EU-Raum ohne weitere nationale Zulassung installiert und benutzt werden. Der Hersteller bringt ein symbolisiertes Steuerrad als Konformitätskennzeichen, die Kennnummer der benannten Stelle und die letzten beiden Ziffern des Jahres der Kennzeichnung am Gerät an.

Die in den Anhängen A.1 und A.2 genannte Schiffsausrüstung und die entsprechenden Prüfnormen unterliegen ständigen Änderungen, die jährlich in neuen Versionen der Schiffsausrüstungsrichtlinie umgesetzt werden. So hat am 09.04.2015 die EU-Kommission eine weitere Änderung der Schiffsausrüstungsrichtlinie (Richtlinie 96/98/EG) beschlossen und als Richtlinie 2015/559/EU im Amtsblatt der EU (L95 vom 10.04.2015) veröffentlicht. Diese Richtlinie trat in Deutschland am 30.04.2016 in Kraft.⁹

⁹ <http://www.bsh.de/de/schiffahrt/berufsschiffahrt/schiffsausruestungsrichtlinie/>.

2.4 Deutsche Gesetze und Verordnungen

Die vorgenannten völkerrechtlichen und europarechtlichen Regelungen müssen, damit sie unmittelbare Rechtswirkung in Deutschland, in den deutschen Hoheitsgewässern („12 sm-Zone“¹⁰) und auf Schiffen unter deutscher Flagge entfalten, durch nationale Rechtssetzungsakte in deutsches Recht umgesetzt werden.

So haben die KVR für Deutschland Geltung durch die „Verordnung zu den Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See“ gewonnen.

Mit dem *Schiffssicherheitsgesetz* sind – neben weiteren völkerrechtlichen und EU-rechtlichen Regelungen¹¹ – u. a. SOLAS und MARPOL in deutsches Recht umgesetzt worden.

Die *Schiffssicherheitsverordnung* ist in Ergänzung zum Schiffssicherheitsgesetz die nationale Umsetzung von SOLAS in deutsches Recht. Sie behandelt Sicherheitsstandards von Schiffen, deren Ausrüstung und Besatzung. Diese Verordnung dient insofern neben der Sicherheit auf See, einschließlich des Arbeitsschutzes von Seeleuten und des Umweltschutzes, der wirksamen Anwendung des Schiffssicherheitsgesetzes. Sie enthält u. a. Vorschriften über die Ausführung von Dampfkesselanlagen, Funkanlagen und Schiffsausrüstung.

Die Berufsgenossenschaft (BG) für Transport und Verkehrswesen ist sog. Beliehene des Staates. Ihr obliegt in weitem Umfang die Durchführung der vorgenannten Vorschriften auf dem Gebiet der Schiffssicherheit und des Meeresumweltschutzes. Daneben ist sie Trägerin der gesetzlichen Unfallverhütung nach dem Sozialgesetzbuch. Sie umfasst die Verhütung von Arbeits- und Betriebsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren. Dazu erlässt diese BG gesonderte Bestimmungen, wie Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien, Merkblätter, Handbücher und Leitfäden [2, S. 1041].

Die Unfallverhütungsvorschriften der BG haben Satzungscharakter; Verstöße gegen diese Vorschriften kann die BG mit Bußgeldern sanktionieren.

2.5 Bauvorschriften der Klassifikationsgesellschaften

Auch die Klassifikationsgesellschaften (in Deutschland z. B. DNV GL oder auch Bureau Veritas) geben Bauvorschriften heraus, die Regelungen über die erforderliche Festigkeit des Schiffskörpers und die sichere Funktionsfähigkeit der technischen Systeme enthalten. Das bereits eingangs erwähnte Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) erarbeitet darüber hinausgehende Bauvorschriften für die deutschen Marineschiffe, die die besonderen Anforderungen eines Kriegsschiffes berücksichtigen.

¹⁰ Die Einheit sm = Seemeile; 1 sm = 1852 m.

¹¹ Siehe dazu die Anhänge zum Schiffssicherheitsgesetz.

Die Bauvorschriften sind i. d. R. auch vertraglicher Bestandteil zwischen Auftraggeber des Schiffs und der Bauwerft.

Die Einhaltung der Bauvorschriften der Klassifikationsgesellschaften ist insofern von Bedeutung, als nach Bau und erfolgreicher Probefahrt diese Gesellschaft ein Klassenzertifikat ausstellt, aus dem sich der zulässige Fahrtbereich des Schiffes ergibt. Soll die sog. Klasse dem Schiff erhalten bleiben, muss es in regelmäßigem Turnus zu Besichtigungen vorgeführt werden, bei denen der vorschriftsmäßige Zustand des Fahrzeugs überprüft wird; man sagt, „das Schiff erneuert seine Klasse“. Im Prinzip ist das Erteilen des Klassenzertifikats vergleichbar mit der Zulassung eines Autos, die regelmäßige Überprüfung des Schiffes zum Klassenerhalt die Vorführung des Kfz beim TÜV.

2.6 Technische Normen

Internationale und deutsche technische Normen werden von Verbänden und Vereinen erlassen. Grundsätzlich sind solche Regelwerke keine verbindlichen Normen, können aber durch Vertrag z. B. zwischen Reeder und Werft, durch Verbindlicherklärung in Gesetzen oder Verordnungen, aber auch über behördliche Anordnungen gegenüber dem Betroffenen (in der Regel dem Schiffseigner) als unmittelbar verbindlich erklärt werden. Insofern haben sie eher den Charakter von Empfehlungen. Diese Regelwerke geben den jeweiligen aktuellen Stand der Technik wieder.

International bedeutsame Organisationen für Normungen sind die ISO (International Organization for Standardization) und auf dem Gebiet der Elektrotechnik die IEC (International Electrotechnical Commission).

In Deutschland sind es das *Deutsche Institut für Normung (DIN)*, der *Verein Deutscher Ingenieure (VDI)* und der *Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE)*, die technische Normen herausgeben. Über die Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)¹² im DIN kann der jeweils aktuelle Stand der Normung hinsichtlich relevanter Normen für die Schifffahrt erfragt werden.

Literatur

1. AIDA: AIDAcare – Nachhaltigkeitsbericht (2009)
2. Bernhardt, F., Meier-Peter, H. (Hrsg.): Handbuch Schiffsbetriebstechnik. Seehafen Verlag, Hamburg (2008)
3. Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V.: Schiffstechnik und Schiffbautechnologie. Seehafen Verlag, Hamburg (2006)

¹² <http://www.nsmtdin.de>.

Form, Abmaße und sonstige konstruktive Elemente des Schiffskörpers sind von der vorgesehenen Verwendung des Schiffes abhängig. Eine einfache Einteilung der Schiffe nach irgendwelchen Grundsätzen ist nicht ohne Weiteres möglich; so kann eine Differenzierung nach Art des Antriebs vorgenommen werden: Segel oder Maschine, innerhalb der maschinengebundenen Fahrzeuge nach der Art der Krafterzeugung: zum Beispiel Dieselmotoren oder dieselektrische Krafterzeugung, kombinierter Diesel- und Gasturbinenantrieb. Auch Dampfmaschinen zur Krafterzeugung finden wir noch bisweilen. Es kann aber auch eine Unterscheidung nach Fahrtgebiet vorgenommen werden: Binnen- oder Seeschifffahrt (z. B. Revier- und Küstenfahrt, Hochsee). Nach Art der Ladung kann differenziert werden: Flüssige Stoffe in Tankern, Massengutfrachter oder Stückgutfrachter, Passagierschiff oder Fähre.

Weitere Differenzierungsmerkmale zielen direkt auf die Rumpfformen ab: Gleiter oder Verdränger, Einrumpffahrzeug, Doppelrumpf (Katamaran, s. Abb. 3.1, oder auch SWATH – Small Waterplane Area Twin Hull) oder Fahrzeug mit drei Rümpfen (Trimaran).¹

Im Rahmen dieses Buches soll jedoch nicht näher auf diese Aspekte und auf Fragen der Konstruktion des Schiffskörpers eingegangen werden; hierzu wird auf einschlägige Literatur verwiesen.

3.1 Schiffsrumpf

Als *Boots-* bzw. *Schiffsrumpf* bezeichnet man den Teil eines Boots oder Schiffes, der ihm die Schwimmfähigkeit verleiht. Der *Kasko* ist der fertige, schwimmfähige Rumpf ohne die enthaltene Technik. In der Binnenschifffahrt wird der Schiffsrumpf auch als *Schiffsschale* bezeichnet [32].

¹ Ergänzend auch Lehmann, E., in [1, S. 876 ff.].



Abb. 3.1 Doppelrumpffahrzeug

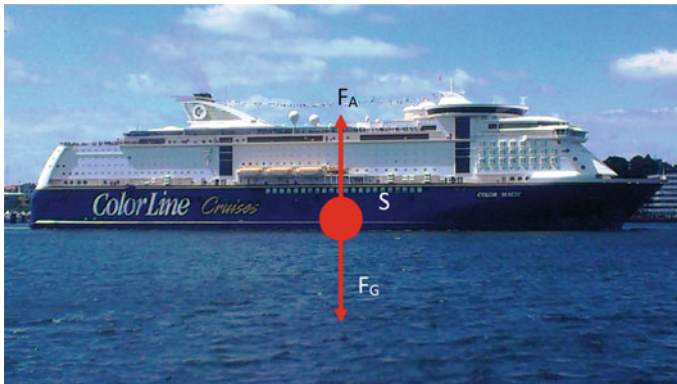


Abb. 3.2 Schwimmfähigkeit Schiff. F_A Auftriebskraft; F_G Gewichtskraft Schiff; S Schwerpunkt

Den unter Wasser liegenden Teil des Schiffskörpers nennt man *Unterswasserschiff*, dessen Form, von der Seite betrachtet, bezeichnet man als *Lateralplan*. Der *Lateralplan* (von lateral: seitlich) ist insofern die seitliche Projektion der Unterwasserfläche.

3.1.1 Schwimmfähigkeit und Stabilität

Für die **Schwimmfähigkeit** von Schiffen ist das *archimedische Prinzip* von Bedeutung: Der Auftrieb ist gleich der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.

Der Vektor der Gewichtskraft des Schiffs F_G wirkt senkrecht zur Wasserlinie durch den Schwerpunkt S des Fahrzeugs (vgl. Abb. 3.2). Das vom Schiffskörper verdrängte

Wasser (Verdrängungsvolumen) hat die Gewichtskraft $F_{G \text{ Wasser}}$. Diese Wassermenge erzeugt entsprechend dem archimedischen Prinzip eine Auftriebskraft F_A , die gleich der Gewichtskraft des verdrängten Wassers ist. Für ein schwimmendes Schiff (auch bei tauchenden U-Booten) gilt:

$$F_G = F_A. \quad (3.1)$$

So befindet sich das Fahrzeug in einer schwimmenden Gleichgewichtslage, da beide Vektoren mit gleichem Betrag direkt entgegengesetzt wirken und somit null werden.

$$F_A = F_{G \text{ Wasser, verdrängt}}, \quad (3.2)$$

$$F_{G \text{ Wasser, verdrängt}} = V_{\text{Wasser, verdrängt}} \cdot \rho_{\text{Wasser}} \cdot g \quad (3.3)$$

mit g der Erdbeschleunigung und ρ_{Wasser} der Dichte des Wassers, welche von seinem Salzgehalt abhängig ist (s. Anhang 2).

Im Schiffbau werden folgende Formelzeichen verwendet:

- Unterwasservolumen (Verdrängungsvolumen) des Schiffskörpers $\nabla V_{\text{Wasser, verdrängt}}$,
- Gesamtgewicht (Verdrängungsgewicht) des Schiffes $\Delta_F F_G$,
- Außenhautfaktor (Shell Plating Coefficient)² a_H .

Damit ergibt sich für die Berechnung der Masse des verdrängten Wassers die Formel:

$$\Delta_F = \nabla (\text{m}^3) \cdot \rho_{\text{Wasser}} (\text{kg/m}^3) \cdot g (\text{m/s}^2) \quad \text{in Newton.} \quad (3.4)$$

Für überschlägige Berechnungen können die Dichtewerte für Wasser aus dem Anhang 2 entnommen werden.

Beim Entwurf wird auch mit der Masse des verdrängten Wassers (= Gesamtmasse des Schiffes) gerechnet; Die sog. Entwurfsgleichung lautet:

$$\Delta_F = \text{Light Ship Weight} + \text{Deadweight} = L_{PP} \cdot B \cdot C_B \cdot \rho_{\text{Wasser}} \cdot (1 + a_H). \quad (3.5)$$

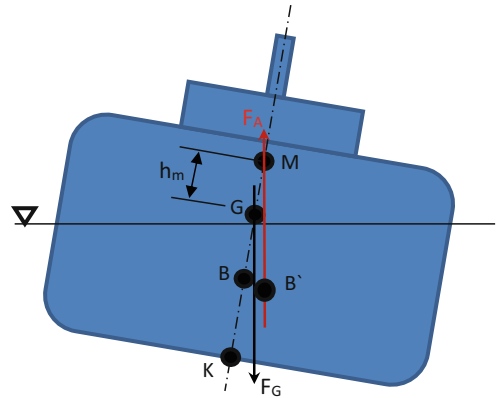
„ C_B “ ist der sog. Blockkoeffizient. Dieser gibt das Verhältnis des Volumens des Unterwasserschiffes zum umschreibenden Quader an; er kennzeichnet die Wasserverdrängung und damit die Tragfähigkeit des Schiffes.

$$C_B = \frac{\nabla}{L_{PP} \cdot B \cdot T} \quad (3.6)$$

„ L_{PP} “ ist die Länge zwischen den Loten, d. h. der Abstand zwischen Mittellinie Ruderschaft und Schnittpunkt Wasserlinie-Vordersteven auf Konstruktionswasserlinie.

² Berücksichtigt die tatsächliche Verdrängung gegenüber der „Verdrängung auf Spanten“, für überschlägige Berechnungen oft mit 0,003 in Ansatz gebracht.

Abb. 3.3 Metazentrum/
Stabilität. F_A Auftriebs-
kraft; F_G Gewichtskraft;
 B, B' Formschwerpunkt
Unterwasserschiff; G Ge-
wichtsschwerpunkt; K Kiel;
 M Metazentrum; h_m meta-
zentrische Höhe



Je kleiner C_B , desto „schlanker“ das Schiff. Schnelle Schiffe haben meist einen kleinen C_B -Wert. Der Blockkoeffizient wird auch als *Völligkeit* bezeichnet.³

Hinsichtlich der **Stabilität** von Wasserfahrzeugen ist Folgendes wichtig: Um auch in Bewegung betriebssicher zu sein, muss ein Rumpf neben einem ausreichenden Freibord über ein Wiederaufrichtungsvermögen verfügen – Stichwort: metazentrische Höhe. Der senkrechte Abstand zwischen dem Vektor der Gewichtskraft des Schiffes und der Auftriebskraft bestimmt das aufrichtende Moment. Die Auftriebskraft verläuft durch die metazentrische Höhe. Für eine ausreichende Stabilität des Wasserfahrzeugs muss insofern das Metazentrum bei einem formstabilen Schiff oberhalb seines Schwerpunktes liegen (s. Abb. 3.3).

Beispiel zum Auftrieb

Ein Schiff befindet sich auf hoher See, wobei die Dichte des Meerwassers $1,03 \text{ g/cm}^3$ beträgt. Das Schiff fährt dann in den Hafen ein. Die Dichte des Hafenwassers beträgt lediglich $1,00 \text{ g/cm}^3$. Nachdem das Schiff 600 Tonnen Last abgeladen hat, liegt es genauso tief im Wasser wie auf hoher See. Welche Masse hat das Schiff ohne die Ladung?

Vereinfachung: Anstelle der Gewichtskraft wird die Masse verwendet.

Ein Schiff schwimmt, wenn die Masse des verdrängten Wassers gleich der Masse des Schiffes ist. Es taucht immer so tief ein, bis dieser Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Da die Dichte von Salzwasser größer ist als die Dichte von Süßwasser (Hafenwasser), wiegt das gleiche Volumen Salzwasser auch mehr als Süßwasser und das Schiff taucht nicht so tief ein.

Fährt das Schiff in den Hafen, muss es mehr Wasser als im Meer verdrängen, denn die Masse des Schiffes ändert sich ja nicht – es taucht tiefer ein. Nach der Entladung taucht es wieder aus, der Tiefgang und somit das verdrängte Volumen verringern sich wieder.

³ Zum genaueren Studium der Vermessung s. auch [8] bzw. [6, Chap. 1 General principles].

Es gelten somit folgende Gleichungen:

1. Salzwasser, Schiff beladen:

Masse des Schiffes + Masse der Ladung = Masse des verdrängten Salzwassers,

$$m_{\text{Schiff}} + m_L = m_{MW}, \quad (3.7)$$

$$m_{\text{Schiff}} + m_L = \rho_{MW} \cdot V. \quad (3.8)$$

2. Süßwasser, Schiff entladen:

Masse des Schiffes = Masse des verdrängten Hafengewässers,

$$m_{\text{Schiff}} = m_{HW}, \quad (3.9)$$

$$m_{\text{Schiff}} = \rho_{HW} \cdot V. \quad (3.10)$$

3. Da nach dem Entladen die Eintauchtiefe gleich geblieben ist, gilt (Auftrieb ist gleich der Masse der verdrängten Flüssigkeit $m = \rho/V$): Volumen des verdrängten Salzwassers vor dem Entladen = Volumen des verdrängten Süßwassers nach dem Entladen. Insofern ist $V = \text{konst.}$

In den beiden Gleichungen 3.8 und 3.10 treten das Volumen und die Masse des Schiffes als unbekannte Größen auf. Da das verdrängte Wasservolumen in beiden Fällen gleich ist, stellt man diese nach V um, setzt sie gleich und berechnet die Masse des Schiffes:

$$\begin{aligned} \frac{m_{\text{Schiff}} + m_L}{\rho_{MW}} &= \frac{m_{\text{Schiff}}}{\rho_{HW}}, \\ m_{\text{Schiff}} \cdot \rho_{HW} + m_L \cdot \rho_{HW} &= m_{\text{Schiff}} \cdot \rho_{MW}, \\ m_{\text{Schiff}} &= \frac{m_L \cdot \rho_{HW}}{\rho_{MW} - \rho_{HW}}, \\ m_{\text{Schiff}} &= \frac{600 \text{ t} \cdot 1,00 \text{ g/cm}^3}{(1,03 \text{ g/cm}^3 - 1,00 \text{ g/cm}^3)} = 20.000 \text{ t}. \end{aligned}$$

Antwort: Das Schiff hat eine Masse von 20.000 Tonnen.

3.1.2 Wichtige Bezeichnungen und Hauptabmessungen

In Abb. 3.4 werden einige wenige gebräuchliche **Bezeichnungen** am Schiff benannt.

Zu den **wesentlichen** den Schiffsentwurf bestimmenden **Hauptabmessungen** zählen neben der Geschwindigkeit [10, S. 855]; [13, S. 2 f.],⁴

⁴ Hierzu näher [6]; ferner: [8, H. Begriffsbestimmung], [6, Chap. 2 General arrangement design], <http://www.risp-duisburg.de/files/technik.pdf>.

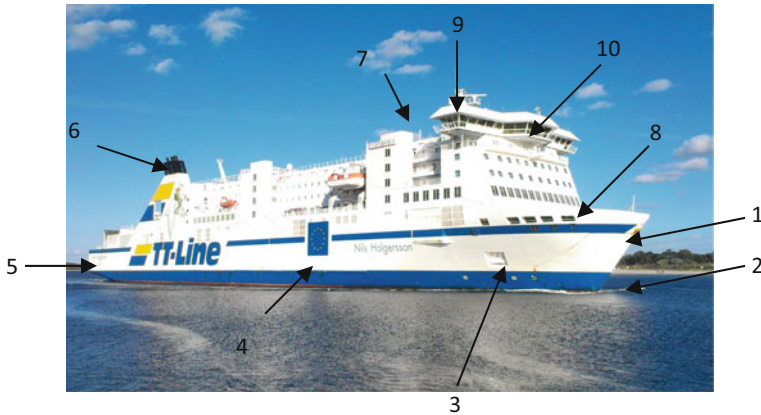
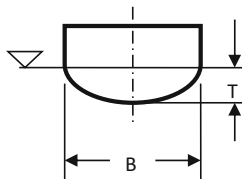


Abb. 3.4 Gebräuchliche Bezeichnungen am Schiff: 1 *Bug* ist das Vorderteil des Schiffsrumpfes; 2 *Bugwulst* – auch *Wulstbug* genannt – dient zur Verbesserung der Strömungseigenschaften, senkt die erforderliche Antriebsleistung und reduziert insofern den Treibstoffverbrauch; 3 der *Anker* hält das Schiff im Wasser, z. B. wenn es auf Reede liegt, er dient darüber hinaus der Schiffssicherheit bei Manövrierunfähigkeit; 4 *Steuerbord* ist die – vom Heck zum Bug gesehen – rechte Seite des Schiffes (nachts oder bei schlechter Sicht durch grünes Licht gekennzeichnet), die *Backbordseite* ist die – vom Heck zum Bug hin gesehen – linke Seite des Schiffes (durch rotes Licht gekennzeichnet); 5 *Heck* bezeichnet den hinteren (achternen) Teil des Fahrzeugs; 6 der *Schornstein* ist für die Ableitung der Abgase aus Antriebs- und anderen Verbrennungseinrichtungen notwendig; 7 die *Aufbauten* und *Deckshäuser* bezeichnen alle Aufbauten oberhalb des Oberdecks [15, S. 47]; 8 *Oberdeck*, auch *Hauptdeck*, ist das Deck, das den Rumpf nach oben abschließt, schiffbaulich ist das Hauptdeck auch dasjenige, in dem sich die oberen auf ganzer Länge durchlaufenden Festigkeitsverbände des Schiffsrumpfes befinden; 9 *Brückennock* (in der Regel die breiteste Stelle des Schiffes); 10 *Brücke*

- Länge, Breite, Tiefgang, Seitenhöhe bis Freiborddeck⁵,
- Blockkoeffizient (s. Abschn. 3.1.1),
- Hauptspantvölligkeit; sie bezeichnet das Verhältnis der auf Mallkante bezogenen Hauptspantfläche zu dem Rechteck aus Breite und Tiefgang. Die *Mallkante* ist die Innenkante der Außenhaut. *Hauptspant* ist der Spant an der größten Breite des Schiffes [34],



- Spantarealkurve, insbesondere Bugwulst und die Lage der Schultern.

⁵ Das **Freiborddeck** (auch Vermessungsdeck genannt) ist in der Regel das oberste dem Wetter und der See ausgesetzte durchlaufende Deck, das für alle Öffnungen in seinem freiliegenden Teil feste Verschlussvorrichtungen aufweist und unterhalb dessen alle Öffnungen in den Schiffsseiten mit festen wasserdichten Verschlussvorrichtungen versehen sind (s. <http://www.uni-protokolle.de/lexikon/freiborddeck.html>; Internationales Freibord-Übereinkommen von 1966, Anlage I).

Tab. 3.1 Übliche Hauptabmessungen im Schiffbau

Abkürzung	Engl. Bezeichnung	Bedeutung	Beschreibung
KWL	CWL	Konstruktionswasserlinie	Schwimmwasserlinie bei Sommerfreibord
HL	AP	Hinteres Lot	Meist Ruderachse
VL	FP	Vorderes Lot	Schnitt des Vorstevens mit der KWL
LAD		Länge an Deck	Vom vordersten zum hintersten festen Punkt (Vorderkante Vorsteven – Hinterkante Achtersteven auf Deckshöhe)
LÜA	LOA	Länge über alles	Für die Kaibelegung von Bedeutung; Maß vom äußersten vordersten Teil des Schiffs (bei Großseglern z. B. Nock des Bugspriets) bis zum äußersten achternen Ende des Schiffs (kann z. B. die Nock des über das Heck hinausragenden Flaggenstocks sein)
LWL		Länge in der Schwimmwasserlinie	(KWL; Vorderkante Vorsteven – Hinterkante Achtersteven in der KWL einschließlich Ruderblatt)
LZDL	LPP	Länge zwischen den Loten	Länge vom hinteren Lot (AP), welches die Drehachse des Ruders ist, und dem vorderen Lot (FP) als dem Schnittpunkt der Konstruktionswasserlinie mit der Vorderkante des Vorstevens gemessen (Länge zwischen den Perpendikeln)
B		Konstruktionsbreite	Üblicherweise Breite der Konstruktionswasserlinie (B_{DWL}); sie ist die größte Breite der Konstruktionswasserlinie, auf Mallkante gemessen
BÜA	BOA	Breite über alles	Breite zwischen den äußersten Punkten des Schiffes an Backbord und Steuerbord, in der Schiffsmitte gemessen
D od. auch H		Seitenhöhe	Höhe von Mallkante Seite Deck des obersten durchlaufenden Decks über der Basis auf halber Länge zwischen den Loten
F		Freibord	Gemessen von KWL bis Oberkante Deckbelag an der Seite des Schiffes auf halber Schiffslänge
T		Konstruktions-tiefgang	Gemessen auf Unterkante Bodenwrange bei Stahlschiffen auf halber Länge zwischen den Loten (LPP)
Tg		Größter Tiefgang	
V		Verdrängung des Schiffes auf Spanten	

Hinsichtlich der Hauptabmessungen sind die in Tab. 3.1 aufgeführten Angaben üblich.

Insbesondere wird bei den *Längenangaben* noch weiter differenziert, wie LC, L* und LS; hierbei handelt es sich um spezielle Längenangaben aus Bauvorschriften der Klassifikationsgesellschaften.

3.2 Aufbauten, Deckshäuser, Schornstein

Aufbauten sind Bauten auf dem Freibordeck, die von Bord zu Bord reichen oder deren Seitenbeplattung um $< 0,04 B^6$ von der Außenhaut eingerückt ist. Sogenannte wirksame Aufbauten sind solche, die sich im Bereich von $0,4 L^7$ mittschiffs erstrecken und $> 0,15 L$ sind; hierbei wird die Seitenbeplattung als Außenhaut und das Deck als Gurtungsdeck konstruktiv mit dem Rumpf zu einem Gesamtverband verbunden (vgl. Abb. 3.5).

Deckshäuser sind dagegen Bauten über dem Gurtungsdeck, deren Seitenbeplattung $> 0,04 B$ von der Außenhaut eingerückt ist; sie werden auf den Rumpf aufgesetzt (s. Abb. 3.6).

Bei Seeschiffen werden Abgasleitungen in der Regel nach oben aus dem Schiff geführt⁸ und enden, um eine ungestörte Ableitung der Abgase zu ermöglichen, über dem obersten Deck. Die Verkleidung der Abgasrohre ist der Schornsteinmantel, das gesamte Bauteil der **Schornstein** (s. Abb. 3.6 und 3.7). Der Schornstein hat folgende Aufgaben:

- Verbesserung der Ableitung der Abgase (zur Vermeidung einer Beeinträchtigung von Passagieren und Besatzung durch Ruß und Geruch, Vermeidung von Verschmutzung des Decks durch Rußpartikel),



Abb. 3.5 MSC ARMONIA – Aufbauten ziehen sich fast über die gesamte Schiffslänge

⁶ B = Konstruktionsbreite (s. Tab. 3.1).

⁷ L = Länge zwischen den Loten (s. Tab. 3.1).

⁸ Zur Vermeidung einer Infrarotdetektion erfolgt bei Marineschiffen die Ableitung der Abgase in der Regel seitlich oder achtern aus dem Rumpf, knapp oberhalb oder auch unterhalb der Wasseroberfläche. Bei Sportbooten und Yachten ist diese Art der Abgasführung ebenfalls üblich.



Abb. 3.6 Deckshaus eines Containerschiffs von achtern gesehen

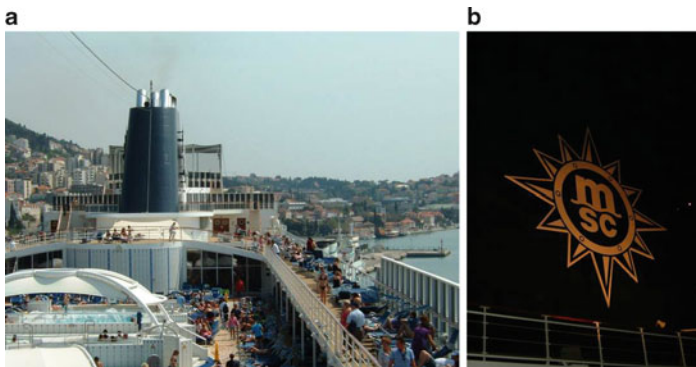


Abb. 3.7 Schornstein der MSC ARMONIA (a und b)

- Vermeidung der Berührung der heißen Oberflächen der Rauchgasleitungen,
- optischer Aspekt; häufig ist der Schornstein in den Reedereifarben gestrichen, in der Regel findet sich auf ihm auch das Reedereilogo (s. Abb. 3.7b).

3.3 Nicht integrierte Fundamente

Auf Schiffen finden sich eine Vielzahl von Fundamenten zur Aufstellung von Maschinen und Apparaten. Sie sollen die Massen und Kräfte auf die Raumstruktur übertragen und eine sichere Befestigung der Komponenten ermöglichen. Bei ihrer Konstruktion wird ei-