

DIN EN ISO 12215-5



ICS 47.080

Ersatz für
DIN EN ISO 12215-5:2019-06

**Kleine Wasserfahrzeuge –
Rumpfbauweise und Dimensionierung –
Teil 5: Entwurfsdrücke für Einrumpffahrzeuge, Entwurfsspannungen,
Ermittlung der Dimensionierung (ISO 12215-5:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 12215-5:2019**

Small craft –
Hull construction and scantlings –
Part 5: Design pressures for monohulls, design stresses, scantlings determination
(ISO 12215-5:2019);
German version EN ISO 12215-5:2019

Petits navires –
Construction de coques et échantillonnage –
Partie 5: Pressions de conception pour monocoques, contraintes de conception,
détermination de l'échantillonnage (ISO 12215-5:2019);
Version allemande EN ISO 12215-5:2019

Gesamtumfang 163 Seiten

DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 12215-5:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 12215-5:2019 durch das Technische Komitee CEN/SS T01 „Schiffbau und Schifffahrtsanlagen“ übernommen, dessen Sekretariat von CCMC gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 132-08-01 AA „Kleine Wasserfahrzeuge“ der DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 178	siehe	DIN EN ISO 178
ISO 527-1	siehe	DIN EN ISO 527-1
ISO 527-2	siehe	DIN EN ISO 527-2
ISO 844	siehe	DIN EN ISO 844
ISO 845	siehe	DIN EN ISO 845
ISO 8666:2016	siehe	DIN EN ISO 8666:2016-12
ISO 12215-3	siehe	DIN EN ISO 12215-3
ISO 12215-6:2008	siehe	DIN EN ISO 12215-6:2019-05
ISO 12215-9:2012	siehe	DIN EN ISO 12215-9:2019-02
ISO 12216	siehe	DIN EN ISO 12216
ISO 12217-1:2015	siehe	DIN EN ISO 12217-1:2016-08
ISO 12217-2:2015	siehe	DIN EN ISO 12217-2:2016-03
ISO 12217-3:2015	siehe	DIN EN ISO 12217-3:2016-03

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 12215-5:2019-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Klärung des Anwendungsbereichs und vieler Definitionen, Maße und Beurteilungen;
- b) Definition einer theoretischen Höhengrenzwerts Z_{SDT} für Rumpf/Deck in Tabelle 3;
- c) Umbenennung von n_{GC} in k_{DYN} in Tabelle 7;
- d) Senkung der Werte für k_L im Achterbereich des Fahrzeugs in Tabelle 8;
- e) Löschen von k_{AR} min in Tabelle 9, um große Platten, hauptsächlich in Sandwich-Bauweise, besser zu berücksichtigen;
- f) Verbesserung der Werte für k_{SUP} in Tabelle 10;
- g) Änderung der Entwurfsdrücke für Motor- und Segelfahrzeuge in Tabellen 12 und 13;
- h) Änderung der Entwurfsspannungen zur Einführung der k_{BB} - und k_{AM} -Faktoren in Tabellen 15 bis 17;
- i) Einbeziehung der Anforderungen an Arbeitsboote in Tabelle 2, Abschnitt 12 und Anhang J;
- j) Möglichkeit, eine in Tabelle 18 angegebene größere Vielzahl an Beurteilungsverfahren anzuwenden;

- k) Verschiebung des vorherigen Beurteilungsverfahrens (jetzt als „vereinfachtes Verfahren“ bezeichnet) in den Anhang A;
- l) Verbesserung/Klärung des vereinfachten Verfahrens (Beurteilung der Beplattung, Knickspant-Abschnitte, spantlose Abschnitte, einfache und Doppelbögen, angebrachte Beplattungen, Anforderungen an den Kernwerkstoff usw.);
- m) Entwicklung des Anhangs C für die Bewertung von mechanischen Eigenschaften von Verbundwerkstoffen;
- n) Erinnerung in A.14 an die Anforderungen nach ISO 12215-9 zur Verstärkung des Rumpfes bei Anbringung eines Ballastkiels;
- o) der neue Anhang I empfiehlt nur die Mindeststärke von Volllaminat und Sandwich-Bauweise, die nicht mehr verpflichtend sind;
- p) der neue Anhang J legt verschiedene Typen von gewerblichen Wasserfahrzeugen und Arbeitsbooten und ihre Anforderungen fest;
- q) der neue Anhang K legt durch Außenbordmotoren induzierte Lasten fest;
- r) der neue Anhang L schlägt ein Anwendungsblatt für dieses Dokuments vor, um zu erklären, wie es verwendet wurde;
- s) zur Verdeutlichung verwendet diese Ausgabe allgemein Tabellen für die Darstellung von Gleichungen und Anforderungen;
- t) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 12215-5: 2008-07, 2009-08, 2014-10, 2019-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 178, *Kunststoffe — Bestimmung der Biegeeigenschaften*

DIN EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 844, *Harte Schaumstoffe — Bestimmung der Druckeigenschaften*

DIN EN ISO 845, *Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen — Bestimmung der Rohdichte*

DIN EN ISO 8666:2016-12, *Kleine Wasserfahrzeuge — Hauptdaten (ISO 8666:2016); Deutsche Fassung EN ISO 8666:2016-12*

DIN EN ISO 12215-3, *Kleine Wasserfahrzeuge — Rumpfbauweise und Dimensionierung — Teil 3: Werkstoffe: Stahl, Aluminiumlegierungen, Holz, andere Werkstoffe*

DIN EN ISO 12215-6:2019-05, *Kleine Wasserfahrzeuge — Rumpfbauweise und Dimensionierung — Teil 6: Bauanordnung und Details (ISO 12215-6:2008); Deutsche Fassung EN ISO 12215-6:2018*

DIN EN ISO 12215-9:2019-02, *Kleine Wasserfahrzeuge — Rumpfbauweise und Dimensionierung — Teil 9: Anhänge von Segelbooten (ISO 12215-9:2012); Deutsche Fassung EN ISO 12215-9:2018*

DIN EN ISO 12216, *Kleine Wasserfahrzeuge — Fenster, Bullaugen, Luken, Seeschlagblenden und Türen — Anforderungen an die Festigkeit und Wasserdichtheit*

DIN EN ISO 12217-1:2016-08, *Kleine Wasserfahrzeuge — Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung — Teil 1: Nicht-Segelboote ab 6 m Rumpflänge (ISO 12217-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 12217-1:2015*

DIN EN ISO 12217-2:2016-03, *Kleine Wasserfahrzeuge — Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung — Teil 2: Segelboote ab 6 m Rumpflänge (ISO 12217-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 12217-2:2015*

DIN EN ISO 12217-3:2016-03, *Kleine Wasserfahrzeuge — Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung — Teil 3: Boote unter 6 m Rumpflänge (ISO 12217-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 12217-3:2015*

Deutsche Fassung

**Kleine Wasserfahrzeuge —
Rumpfbauweise und Dimensionierung —
Teil 5: Entwurfsdrücke für Einrumpffahrzeuge,
Entwurfsspannungen, Ermittlung der Dimensionierung
(ISO 12215-5:2019)**

Small craft —
Hull construction and scantlings —
Part 5: Design pressures for monohulls, design stresses,
scantlings determination (ISO 12215-5:2019)

Petits navires —
Construction de coques et échantillonnage —
Partie 5: Pressions de conception pour monocoques,
contraintes de conception, détermination de
l'échantillonnage (ISO 12215-5:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Februar 2019 angenommen.

Diese Europäische Norm wurde korrigiert und vom CEN-CENELEC-Management-Zentrum am 2. Oktober 2019 neu herausgegeben.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2013/53/EU	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Symbole	12
5 Allgemeines	16
5.1 Materialien	16
5.2 Gesamtverfahren für die Ermittlung der Dimensionierung	16
6 Hauptabmessungen, Daten und Bereiche	17
6.1 Abmessungen und Daten	17
6.2 Bereiche	17
6.2.1 Allgemeines	17
7 Abmessungen von Platten und Versteifungen	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Rechtwinkliges Gitter aus Platten und Versteifungen	20
7.3 Nicht-rechteckige Paneele	22
7.3.1 Trapezförmige oder dreieckige Paneele	22
7.3.2 Andere Formen	23
7.4 Druck auf ein Paneel oder eine Versteifung	24
8 Druckanpassungsfaktoren	25
8.1 Allgemeines	25
8.2 Entwurfskategoriefaktor k_{DC}	26
8.3 Dynamischer Lastfaktor k_{DYN}	26
8.4 Längsdruckverteilungsfaktor k_L	27
8.5 Flächendruckreduktionsfaktor k_{AR}	28
8.6 Aufbauten- und Deckhaus-Druckreduzierungsfaktor k_{SUP}	29
8.7 Druckkorrekturfaktor k_{SLs} bei Schlag für leichte und stabile Segelfahrzeuge	30
9 Entwurfsdrücke	30
9.1 Entwurfsdruck für Motorfahrzeuge	30
9.2 Entwurfsdruck für Segelfahrzeuge	33
9.3 Entwurfsdruck von wasserdichten Schotten und integrierten Tankumwallungen	33
9.3.1 Allgemeines	33
9.3.2 Schwallwände integrierter Tanks	34
9.3.3 Kollisionsschotten	35
9.3.4 Nicht wasserdichte oder Teilschotten	35
9.3.5 Schwerter von am Kiel anhebbaren Lenzbrunnen	35
9.3.6 Übertragung von Säulenlasten	35

9.3.7	Lasten durch Außenbordmotoren	35
10	Mechanische Eigenschaften und Entwurfsspannungen.....	35
10.1	Faktor der Bootsbaugqualität K_{BB}	35
10.2	Beurteilungsverfahrens-faktor k_{AM}	36
10.3	Entwurfsspannungen nach Material und Berechnungsverfahren	37
11	Verfahren für strukturelle Analyse und Ermittlung der Dimensionierung.....	38
11.1	Die sechs verfügbaren Verfahren.....	38
11.2	Verfahren 1: „vereinfachtes“ Verfahren.....	40
11.3	Verfahren 2: „erweitertes“ Verfahren (Faserlagen-Analyse).....	40
11.4	Verfahren 3: „Entwickeltes“ Verfahren für alle Lamine, einschließlich nicht ausgeglichener Lamine.....	40
11.5	Verfahren 4: „Direktprüfung“	41
11.6	Verfahren 5: „FEM“ – Finite-Elemente-Verfahren	41
11.6.1	Allgemeine Erwägungen	41
11.6.2	Allgemeine Anleitung für die Beurteilung durch numerische 3D-Verfahren	42
11.6.3	Grenzannahmen und Lastanwendung.....	42
11.6.4	Modell-Idealisierung.....	42
11.7	Verfahren 6: Alternative Prüfung – Fallprüfung	42
11.8	Mindestdicke aus „anerkannten Praktiken“	42
12	Wasserfahrzeuge für gewerbliche Nutzung: gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote.....	42
13	Eignerhandbuch.....	43
13.1	Allgemeines	43
13.2	Normale Betriebsart.....	43
13.3	Informationen zur Instandhaltung von Sandwich-Bepfaltungen.....	43
13.4	In Anhang J geforderte Informationen — für gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote.....	43
14	Anwendungsformblatt.....	43
Anhang A (normativ)	Anwendung der Analyseverfahren 1 bis 3 aus Tabelle 18.....	44
Anhang B (normativ)	Mechanische Eigenschaften und Entwurfsspannung von Metallen.....	72
Anhang C (normativ)	Eigenschaften und Berechnungen für FRP-Lamine	76
Anhang D (normativ)	Fallprüfung für Wasserfahrzeuge < 6 m	92
Anhang E (normativ)	Sandwich-Berechnungen.....	95
Anhang F (normativ)	Eigenschaften und Berechnungen für Holz-/Sperrholzlamine.....	99
Anhang G (normativ)	Geometrische Eigenschaften von Versteifungen	109
Anhang H (normativ)	Laminat-Stapelanalyse für Bepfaltungen und Versteifungen	122
Anhang I (informativ)	Werte „anerkannter Praktiken“ für die Mindestdicke oder Fasertrockenmasse.....	148
Anhang J (normativ)	Gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote — Zusätzliche Anforderungen	150
Anhang K (informativ)	Durch Außenbordmotoren induzierte Lasten.....	154
Anhang L (informativ)	Anwendungsformblatt von ISO 12215-5.....	156
Literaturhinweise.....		158

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12215-5:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit CCMC erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 12215-5:2018.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 12215-5:2019 wurde von CEN als EN ISO 12215-5:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2013/53/EU

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages M/542/C(2015) 8736 endgültig erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2013/53/EU bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA Vorschriften.

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der
Richtlinie 2013/53/EU**

Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2013/53/EU	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
Anhang I, Teil A, 2.5 – Eignerhandbuch	13 ausgenommen 13.4 A.7.4	A.7.4 bietet Hilfestellung für Konstrukteure und Schiffbauer zur deutliche Aufklärung über die Notwendigkeit der Überwachung von Rissbildungen in Paneelen und mögliches Versagen.
Anhang I, Teil A, 3.1 – Bauweise	Alle Abschnitte ausgenommen Abschnitt 12 und Anhang J	Dieses Dokument bietet Hilfsmittel zur Darlegung der Konformität mit dieser Anforderung für ein Sportboot mit einer Rumpflänge bis 24m wie in Artikel 3(2) der Richtlinie 2013/53/EU definiert. (Rumpflänge bedeutet die Länge des Rumpfes gemessen nach ISO 8666.) Arbeitsboote (Boote für gewerbliche Verwendung, wie in Tabelle J.1 dieses Dokumentes definiert) sind nicht im Anwendungsbereich der RCD 2013/53/EU, Artikel 2.1 enthalten. Dieses Dokument berücksichtigt alle Teile des Bootes welche bei der Beurteilung von Stabilität, Freibord und Auftrieb nach ISO 12217 als Wasserdicht oder Wetterdicht angenommen werden.

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 188, *Small craft*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 12215-5:2008, einschließlich ihrer Änderung ISO 12215-5:2008/Amd 1:2014), die technisch überarbeitet wurde.

Einer der Hauptgründe für diese Überarbeitung bestand darin, zehn Jahre nach Einführung der ersten Ausgabe, unter Berücksichtigung der wichtigen Entwicklung der Finite-Element-Methode und -Software und der bereits in ISO 12215-9 (Kiele und Anhänge) und ISO 12215-7 (Mehrrumpfboote) angewendeten Entwicklung, andere Berechnungsverfahren für die Dimensionierung als die in der Ausgabe von 2008 angegebenen zuzulassen.

Aus diesem Grund werden in dieser neuen Ausgabe wie in vielen anderen Dimensionierungsnormen die Entwurfsdrucklasten und die Entwurfsspannungen im Haupttext der Norm und im Bedarfsfall die Berechnungsverfahren für die Dimensionierung in Anhängen angegeben.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Klärung des Anwendungsbereichs und vieler Definitionen, Maße und Beurteilungen;
- Definition eines theoretischen Höhengrenzwerts Z_{SDT} für Rumpf/Deck in Tabelle 3;
- Umbenennung von n_{GC} in k_{DYN} in Tabelle 7;

- Senkung der Werte für k_L im Achterbereich des Wasserfahrzeugs in Tabelle 8;
- Löschen von k_{AR} min in Tabelle 9, um große Platten, hauptsächlich in Sandwich-Bauweise, besser zu berücksichtigen;
- Verbessern der Werte für k_{SUP} in Tabelle 10;
- Änderung der Entwurfsdrücke für Motor- und Segelfahrzeuge in Tabelle 12 und Tabelle 13;
- Änderung der Entwurfsspannungen zur Einführung der k_{BB} - und k_{AM} -Faktoren in Tabelle 15 bis Tabelle 17;
- Einbindung der Anforderungen an Arbeitsboote in Tabelle 2, Abschnitt 12 und Anhang J;
- Möglichkeit, eine in Tabelle 18 angegebene größere Vielzahl an Beurteilungsverfahren anzuwenden;
- Verschieben des vorherigen Beurteilungsverfahrens (jetzt als „vereinfachtes Verfahren“ bezeichnet) in Anhang A;
- Verbesserungen/Klärungen des vereinfachten Verfahrens (Beurteilung der Beplattung, Knickspant-Abschnitte, spantlose Abschnitte, einfache und Doppelbögen, angebrachte Beplattungen, Anforderungen an den Kernwerkstoff usw.);
- Entwicklung des Anhangs C für die Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Verbundwerkstoffen;
- Erinnerung in A.14 an die Anforderungen nach ISO 12215-9 an die Verstärkung des Rumpfs bei Anbringung eines Ballastkiels;
- der neue Anhang I empfiehlt nur die Mindeststärke für Volllaminat und Sandwich-Bauweise, die nicht mehr verpflichtend sind;
- der neue Anhang J legt verschiedene Typen von gewerblichen Wasserfahrzeugen und Arbeitsbooten und ihre Anforderungen fest;
- der neue Anhang K legt durch Außenbordmotoren induzierte Lasten fest;
- der neue Anhang L schlägt ein Anwendungsblatt für dieses Dokument vor, um zu erklären, wie es verwendet wurde;
- zur Verdeutlichung verwendet diese Ausgabe allgemein Tabellen für die Darstellung von Gleichungen und Anforderungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 12215 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

ANMERKUNG Die mechanischen Eigenschaften aus ISO 12215-1 bis -3 werden größtenteils durch die aus diesem Dokument ersetzt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Der Grund für die Erstellung dieses Dokuments liegt darin, dass sich die Standards und empfohlenen Handlungsweisen für Lasten auf dem Rumpf und die Dimensionierung von kleinen Wasserfahrzeugen erheblich unterscheiden, sodass die weltweite Akzeptanz der Dimensionierung von Wasserfahrzeugen eingeschränkt ist. Dieses Dokument zielt darauf ab, Mindestanforderungen aktueller Vorgehensweisen festzulegen.

Die Umsetzung dieses Dokuments ermöglicht es, eine allgemeine strukturelle Stärke zu erreichen, die die wasserdichte und wetterdichte Integrität des Wasserfahrzeugs sicherstellt. Dieses Dokument soll als Werkzeug für die Dimensionierung eines Wasserfahrzeugs nach Mindestanforderungen dienen. Es dient nicht für strukturelle Entwurfsverfahren.

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass dieses Dokument nur verwendet werden sollte, um die strukturellen Haupteigenschaften eines Wasserfahrzeugs zu überprüfen, und nicht als Anleitung für die Dimensionierung. Anwender dieses Dokuments sollten über praktische und theoretische Erfahrung in Bezug auf Materialstärke und Technik verfügen, selbst wenn eine Berechnungssoftware zur Verfügung steht. Viele Details können einen wesentlichen Einfluss auf die endgültigen Spannungen und die Festigkeit der Struktur haben. ISO 12215-6 präsentiert „praxisbewährte Verfahren“.

Die Anforderungen an die Dimensionierung zielen auf die Sicherstellung der geeigneten lokalen Festigkeit ab. Instandsetzbarkeitsaspekte wie etwa die Durchbiegung unter normalen Betriebslasten, die Gesamtfestigkeit und die damit verbundene Stabilität der Hülle und des Decks werden in diesem Dokument nicht behandelt. Die entsprechenden Kriterien müssen gegebenenfalls, wie von den Anwendern dieses Dokuments als notwendig angesehen, durch zusätzliche Erwägungen behandelt werden.

Die als Standarddaten bereitgestellten mechanischen Gütewerte berücksichtigen weder eine explizite Minderung im Betrieb noch eine Garantie, dass diese Werte für irgendein bestimmtes Wasserfahrzeug erreicht werden können. In Anbetracht der zukünftigen Entwicklungen in der Technologie und der Bootstypen und kleinen Wasserfahrzeuge, die sich außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments befinden, existieren andere als die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, die durch geeignete Technologien unterstützt werden und verwendet werden können, vorausgesetzt, dass sie zu gleichwertigen Ergebnissen führen.

Die Dimensionierung nach diesem Dokument entspricht der derzeitigen Praxis, vorausgesetzt, dass das Wasserfahrzeug korrekt im Sinne guter Seemannskunst und bei einer Geschwindigkeit entsprechend dem vorherrschenden Seegang bedient wird.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Maße, lokalen Entwurfsdrücke, mechanischen Eigenschaften und Entwurfsspannungen für die Ermittlung der Dimensionierung kleiner Einrumpf-Wasserfahrzeuge mit einer Rumpflänge (L_H) oder einer Länge der Ladelinie (siehe ANMERKUNG 1) von bis zu 24 m fest. Es berücksichtigt alle Teile des Wasserfahrzeugs, die bei der Beurteilung der Stabilität, des Freibords und des Auftriebs in Übereinstimmung mit ISO 12217 als wasserdicht oder witterungsbeständig angenommen werden.

ANMERKUNG 1 Die Länge der Ladelinie ist in der „International Load Lines Convention 1966/2005“ der IMO festgelegt und kann bei Wasserfahrzeugen mit Überhang größer als L_H sein. Diese Länge legt darüber hinaus bei 24 m die untere Grenze verschiedener IMO-Konventionen fest.

Der Haupttext dieses Dokuments ermittelt die lokalen Entwurfsdrücke und -spannungen für Einrumpffahrzeuge und stellt die aus diesen Drücken und Spannungen abgeleiteten möglichen Dimensionierungsverfahren, sowohl für Ein- als auch für Mehrumpffahrzeuge (siehe ANMERKUNG 2), genauer dar. Der Beurteilungsprozess erfordert, sofern relevant, die Anwendung von Anhängen.

Dieses Dokument gilt für kleine Wasserfahrzeuge im intakten Zustand der beiden folgenden Typen:

- Sportboote, einschließlich Charter-Sportboote;
- kleine gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote, siehe Abschnitt 12 und Anhang J.

Es ist nicht auf rein für professionelle Rennen ausgelegte Rennboote anwendbar.

ANMERKUNG 2 Lokale Drücke und Spannungen für Mehrumpf-Wasserfahrzeuge werden in ISO 12215-7 angegeben.

Dieses Dokument ist anwendbar auf die Tragwerke von Fenstern, Bullaugen, Klappen, Seeschlagblenden und Türen.

Für die kompletten Dimensionierungen des Wasserfahrzeugs ist dieses Dokument für die Anwendung in Verbindung mit ISO 12215-8 für die Ruder, ISO 12215-9 für die Anhänge und ISO 12215-10 für die Lasten und Anbauteile der Takelage vorgesehen.

Dieses Dokument deckt aus den folgenden Materialien gebaute kleine Wasserfahrzeuge ab:

- glasfaserverstärkte Kunststoffe, einwandig oder in Sandwich-Bauweise;
- Aluminium- oder Stahllegierungen;
- Leim- oder Sperrholz (einwandig oder in Sandwich-Bauweise), außer traditioneller Holzbauweise;
- nicht verstärkte Kunststoffe für Wasserfahrzeuge mit einer Rumpflänge von weniger als 6 m (siehe Anhang D).

In diesem Dokument, und sofern nicht anders festgelegt, sind die Abmessungen in (m), Flächen in (m^2), Massen in (kg), Kräfte in (N), Momente in (Nm), Drücke in kN/m^2 ($1 kN/m^2 = 1 kPa$), Spannungen und Elastizitätsmodule in N/mm^2 ($1 N/mm^2 = 1 MPa$) angegeben. Max (a;b;c) bedeutet, dass der erforderliche Wert der Höchstwert von a, b und c ist, und min (d;e;f) bedeutet, dass der erforderliche Wert der Mindestwert von d, e und f ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 8666:2016, *Small craft — Principal data*

ISO 12215-9:2012, *Small craft — Hull construction and scantlings — Part 9: Sailing craft appendages*

ISO 12217-1:2015, *Small craft — Stability and buoyancy assessment and categorization — Part 1: Non-sailing boats of hull length greater than or equal to 6 m*

ISO 12217-2:2015, *Small craft — Stability and buoyancy assessment and categorization — Part 2: Sailing boats of hull length greater than or equal to 6 m*

ISO 12217-3:2015, *Small craft — Stability and buoyancy assessment and categorization — Part 3: Boats of hull length less than 6 m*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Entwurfskategorien

Beschreibung der Meeres- und der Windbedingungen, für die ein Wasserfahrzeug als geeignet beurteilt wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Entwurfskategorien werden in ISO 12217 (alle Teile) festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Festlegungen der Entwurfskategorien stimmen mit der Europäischen Richtlinie über Sportboote 2013/53/EU überein.

3.2

Masse des voll beladenen Bootes

m_{LDC}

Masse des Wassers, das durch das Wasserfahrzeug, einschließlich aller Anhänge, im Zustand des voll beladenen Bootes bei Auslaufbereitschaft verdrängt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zustand des voll beladenen Bootes bei Auslaufbereitschaft wird in ISO 8666 genauer festgelegt.

3.3

Segelfahrzeug

Wasserfahrzeug, dessen Hauptantriebsquelle aus Windkraft besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies wird in ISO 8666 genauer festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In diesem Dokument werden Nicht-Segelfahrzeuge als Motor-Wasserfahrzeuge betrachtet.

3.4

Querschnittsträgheitsmoment Trägheitsmoment

I

für ein homogenes Material die Summe der Komponentenbereiche, multipliziert mit dem Quadratwert des Abstands von der Mitte des Bereichs jedes Komponentenbereichs zur neutralen Achse plus dem Querschnittsträgheitsmoment jedes Komponentenbereichs über einer durch seinen eigenen Mittelpunkt laufenden Achse

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Querschnittsträgheitsmoment wird in anderen Dokumenten auch als Moment der Trägheit bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieses wird in mm^4 oder cm^4 angegeben.

3.5

Widerstandsmoment

SM

für ein homogenes Material das Querschnittsträgheitsmoment geteilt durch den Abstand zwischen irgendeinem Punkt zu der neutralen Achse, an dem die Biegebeanspruchung berechnet wird, angegeben in mm^3 oder cm^3

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Mindestwiderstandsmoment wird an dem am weitesten von der neutralen Achse entfernten Punkt berechnet.

3.6

Geschwindigkeit des Wasserfahrzeugs

V

für Motor-Wasserfahrzeuge maximale Geschwindigkeit in ruhigem Wasser und in m_{LDC} -Bedingung, wie vom Hersteller erklärt, ausgedrückt in Knoten

3.7

Verdrängungswasserfahrzeug

Wasserfahrzeug, dessen maximale Geschwindigkeit in flachem Wasser und bei m_{LDC} vom Hersteller angegeben, folgende ist: $V < 5\sqrt{L_{\text{WL}}}$

3.8

Verdrängungsmodus

Betriebsmodus eines Wasserfahrzeugs auf dem Meer, bei dem die Masse hauptsächlich durch die Auftriebskräfte getragen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist der Fall, wenn die tatsächliche Geschwindigkeit auf einem Seeweg bei m_{LDC} so ist, dass das Geschwindigkeits-Länge-Verhältnis dafür sorgt, dass sich das Wasserfahrzeug wie ein Verdrängungswasserfahrzeug verhält.

3.9

Gleitwasserfahrzeug

Wasserfahrzeug, dessen maximale Geschwindigkeit in flachem Wasser und bei m_{LDC} vom Hersteller angegeben, folgende ist: $V \geq 5\sqrt{L_{\text{WL}}}$

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Geschwindigkeits-Längen-Verhältnisgrenze wurde willkürlich in diesem Dokument aufgestellt, kann jedoch vom einen zum anderen Wasserfahrzeug je nach Rumpfform und anderen Parametern variieren.

3.10 Gleitmodus

Betriebsmodus eines Wasserfahrzeugs auf dem Meer, sodass dessen Masse wesentlich von den Kräften getragen wird, die vom dynamischen Auftrieb der Wassergeschwindigkeit kommen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gleitwasserfahrzeug fährt in ruhigem Wasser im Gleitmodus, kann bei Verschlechterung des Seegangs jedoch gezwungen sein, seine Geschwindigkeit erheblich zu reduzieren und fährt in diesem Fall im Verdrängungsmodus.

3.11 unzugänglicher Bereich

Bereich des Arbeitsdecks, des Cockpits oder der Aufbauten eines Einrumpfs mit einer Neigung von mehr als 25° zur Horizontalen in Längsrichtung oder mehr als 55° zur Horizontalen in Querrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Alle anderen Bereiche des Decks, des Cockpitbodens und der Aufbauten gelten als Gehbereiche.

4 Symbole

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, werden die Symbole aus Tabelle 1 in diesem Dokument genutzt.

Tabelle 1 — Daten, Faktoren, Parameter

Symbol	Einheit	Bezeichnung/Symbolbedeutung	Verweisung/ Unterabschnitt
Lineare Abmessungen des Wasserfahrzeugs, Hauptlängen und Balken			
B_C	m	Kimmbalken nach Bild 1 bei 0,4 L_{WL} vom Achterende	Bild 1, Tabelle 7
$GZ_{MAX<60}$	m	Maximaler aufrichtender Momenthebel für leichte und stabile Segelfahrzeuge mit allen stabilitätsverbessernden Einrichtungen aktiv	Tabelle 11
L_H	m	Rumpflänge	1
L_{WL}	m	Wasserlinienlänge im Ruhezustand, siehe Bild 2	Tabelle 3, Tabelle 7, Tabelle 8, Tabelle 11, usw.
T_C	m	Maximale Tiefe des Kanurumpfs, siehe Bild 2	Tabelle 12 und Tabelle 13
Z_C	m	Lokale Kimmhöhe oberhalb der W_L [siehe Bild 6 d),	Bild 6 d, Tabelle 12
Z_Q	m	Lokale Höhe eines Punktes Q, Mittelpunkt einer Platte oder einer Versteifung über W_L	Bild 6, Tabelle 12 und Tabelle 13
Z_{SDA}	m	Lokale Höhe der tatsächlichen Seitenwand/Deckgrenze über W_L , siehe Bild 2	Bild 6, Tabelle 12 und Tabelle 13
Z_{SDT}	m	Lokale Höhe der theoretischen Seitenwand/Deckgrenze über W_L , siehe Bild 2	Bild 6, Tabelle 3, Tabelle 12 und Tabelle 13
Bereiche, Verdrängung, Winkel, Geschwindigkeit, Beschleunigungen			
V	Knoten	Maximale Geschwindigkeit bei m_{LDC} -Bedingung verwendet für Motor-Wasserfahrzeuge mit $V \geq 5\sqrt{L_{WL}}$ und für die Berechnung von k_L für Segelfahrzeuge mit $k_{SLs} > 1$	3.6 bis 3.8, Tabelle 7 und Tabelle 8

Symbol	Einheit	Bezeichnung/Symbolbedeutung	Verweisung/ Unterabschnitt
m_{LDC}	kg	Masse im maximalen Beladungszustand	3.2, Tabelle 7, Tabelle 12 und Tabelle 13
$\beta_{0,4}$	Grad	Aufkimmung bei $0,4 L_{WL}$ ab dem Achterende, angenommen als $10 < \beta_{0,4} \leq 30$	Bild 1, 6.1, Tabelle 7
Plattenabmessungen			
A_D	m ²	Betrachtete Bemessungsfläche (Paneel oder Versteifung)	Tabelle 9
b	mm	Kurze freitragende Abmessung eines Paneels	Tabelle 5, Bild 3 bis Bild 5
l	mm	Lange freitragende Abmessung eines Paneels	Tabelle 5, Bild 3 bis Bild 5
c_b	mm	Querlaufende Wölbung einer gekrümmten Platte	A.8.2.2 und Bild A.7
c_l	mm	Längslaufende Wölbung einer gekrümmten Platte	A.8.2.2 und Bild A.7
Abmessungen der Versteifung			
s	mm	Kleine Abmessung (Abstand) einer Versteifung zwischen der Achse	Tabelle 5, Bild 3 und Bild 4
l_u	mm	Große Abmessung (Weite) einer Versteifung zwischen der Achse	Tabelle 5, Bild 3 und Bild 4
c_l	mm	Wölbung einer gekrümmten Versteifung	A.12.4 und Bild A.7
x	m	Abstand einer mittleren Platte oder Versteifung zum Achterende L_{WL}	Tabelle 4 und Bild 2
b_b	mm	Basisbreite von Hutprofilversteifungen oder Vergleichbarem	Bild 3 c), Bild 4 und Bild A.13
Eigenschaften von Versteifungen			
b_e	mm	Effektive Breite der angebrachten Beplattung, die mit einer Versteifung verbunden ist	A.12.5 und Bild A.13
A_w	cm ²	Scherstegbereich einer Versteifung	Tabelle A.9, H.4 und G.4
EI_{NA}	Nmm ²	Produkt aus Querschnittsträgheitsmoment und E -Modul bei neutraler Achse	3.4, Tabelle A.9, H.4
Q	Nmm	Statisches Moment einer Versteifung	Tabelle A.9, H.4
q	N/mm	Scherfluss des Scherstegbereichs	Tabelle A.9, H.2.7 und H.4
SM	cm ³	Widerstandsmoment einer Versteifung	3.5, Tabelle A.9, Anhang G und H.4
Schotten, Sandwich-Paneel			
D_b	m	Tiefe des Schotts	Tabelle A.13
t_b	mm	Dicke eines Einzellagen-Schotts aus Sperrholz	Tabelle A.7, Anhang E, H.4
t_c	mm	Stärke der Einlage in Sandwich-Bauweise	Tabelle A.7, Anhang E, H.4
t_i, t_o	mm	Dicke der Innen- und Außenlage eines Sandwich-Paneels	Tabelle A.7, Anhang E, H.4

Symbol	Einheit	Bezeichnung/Symbolbedeutung	Verweisung/ Unterabschnitt
t_s	mm	Dicke der symmetrischen Lagen eines Sandwich-Paneels	Tabelle A.7, Anhang E, H.4
Faktoren und Verhältnisse			
A_{RE}	1	Effektives Seitenverhältnis eines Paneels	Tabelle A.2
A_{RG}	1	Geometrisches Seitenverhältnis eines Paneels	Tabelle A.2
k_{AM}	1	Beurteilungsverfahrens faktor	Tabelle 16 und Tabelle 17
k_{AR}	1	Reduzierungsfaktor des Bereichsdrucks	Tabelle 9
k_{AS}	1	Faktor der tatsächlichen/Entwurfsscherkraft in einer Versteifung	Tabelle A.12
k_{BB}	1	Bootsbaufaktor	Tabelle 15 und Tabelle 17
k_{BM}	1	Biegemomentfaktor für Versteifungen	Tabelle A.8
k_C	1	Krümmungskorrekturfaktor für Beplattungen	A.8.2.2 und Tabelle A.3
k_{CH}	1	Kimmwinkelkorrekturfaktor	A.5.4 und Bild A.2
k_{CS}	1	Krümmungskorrekturfaktor für Versteifungen	Tabelle A.10
k_{DC}	1	Faktor Entwurfskategorie	Tabelle 6
k_{DYN}	1	Dynamischer Lastfaktor (k_{DYN} ; k_{DYN1} ; k_{DYN2})	Tabelle 7
k_G	1	„GREEN“-Faktor für Lamine, siehe Fußnote b in Tabelle C.6	Tabelle C.6, Tabelle C.9 und Tabelle C.10
k_L	1	Druckverteilungsfaktor in Längsrichtung	Tabelle 8 und Bild 7
k_R	1	Tragende-Bauteile- und Wasserfahrzeugtyp-Faktor	Tabelle 9
k_{SF}	1	Scherkraftkorrekturfaktor der Versteifung	Tabelle A.8
k_{SH}	1	Plattenverhältnissfaktor für die Scherkraft (k_{SHb} , k_{SHl})	Tabelle A.2
k_{SLS}	1	Schlagdruckfaktor für leichte und stabile Segelfahrzeuge	Tabelle 11
k_{SM}	1	Faktor des tatsächlichen/Entwurfsbiegemoments in einer Versteifung	Tabelle A.12.3
k_{SUP}	1	Druckreduzierungsfaktor der Aufbauten	Tabelle 10
k_2	1	Plattenverhältnissfaktor für das Biegemoment (k_{2b} , k_{2l})	Tabelle A.2 und Tabelle A.4
k_5 bis k_{10}	1	Mindeststärke einwandiger Platten oder Faserfaktor	Tabelle I.1
Drücke			
P_{BMD}	kN/m ²	Bodendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Verdrängungsmodus	Tabelle 12
$P_{BMD\ BASE}$	kN/m ²	Basis-Bodendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Verdrängungsmodus	Tabelle 12
$P_{BM\ MIN\ PLT}$	kN/m ²	Mindestbodenbeplattungsdruck motorisierter Wasserfahrzeuge (Verdrängungs- und Gleitmodus)	Tabelle 12
$P_{BM\ MIN\ STF}$	kN/m ²	Mindestbodenversteifungsdruck motorisierter Wasserfahrzeuge (Verdrängungs- und Gleitmodus)	Tabelle 12

Symbol	Einheit	Bezeichnung/Symbolbedeutung	Verweisung/ Unterabschnitt
P_{BMP}	kN/m ²	Bodendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Gleitmodus	Tabelle 12
$P_{\text{BMP BASE}}$	kN/m ²	Basis-Bodendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Gleitmodus	Tabelle 12
P_{DM}	kN/m ²	Motorfahrzeugdeck- und Cockpitbodendruck	Tabelle 12
$P_{\text{DM BASE}}$	kN/m ²	Basis-Deckdruck motorisierter Wasserfahrzeuge	Tabelle 12
P_{SMD}	kN/m ²	Seitendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Verdrängungsmodus	Tabelle 12
P_{SMP}	kN/m ²	Seitendruck motorisierter Wasserfahrzeuge im Gleitmodus	Tabelle 12
$P_{\text{SMD MIN PLT}}$	kN/m ²	Mindestbeplattungsseitendruck motorisierter Wasserfahrzeuge (Verdrängungs-/Gleitmodus)	Tabelle 12
$P_{\text{SUP M}}$	kN/m ²	Aufbautendruck motorisierter Wasserfahrzeuge	Tabelle 12
P_{BS}	kN/m ²	Bodendruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{BS BASE}}$	kN/m ²	Basis-Bodendruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{BS MIN PLT}}$	kN/m ²	Mindestbodenbeplattungsdruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{BS MIN STF}}$	kN/m ²	Mindestbodenversteifungsdruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
P_{SS}	kN/m ²	Seitendruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{SS MIN PLT}}$	kN/m ²	Mindestseitendruck der Beplattung von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{SS MIN STF}}$	kN/m ²	Mindestseitenversteifungsdruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
P_{DS}	kN/m ²	Segelfahrzeugdeck- und Cockpitbodendruck	Tabelle 13
$P_{\text{DS BASE}}$	kN/m ²	Basis-Deckdruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
$P_{\text{SUP S}}$	kN/m ²	Aufbautendruck von Segelfahrzeugen	Tabelle 13
P_{WB}	kN/m ²	Entwurfsdruck, wasserdichte Grenze	Tabelle 14
P_{TB}	kN/m ²	Entwurfsdruck, integrierte Tankumwallung	Tabelle 14
Spannungen und andere Daten			
σ_d, τ_d	N/mm ²	(Direkt- oder Scher-)Entwurfsspannung für Platten/Versteifungen	Tabelle 17
σ_u, τ_u	N/mm ²	(Direkt- oder Scher-)Bruchspannung für Platten/Versteifungen	Tabelle 17
σ_{dco}, τ_{dco}	N/mm ²	(Direkt- oder Scher-)Entwurfsspannung für Sandwich-Einlagen	Tabelle 17
σ_{uco}, τ_{uco}	N/mm ²	(Direkt- oder Scher-)Bruchspannung für Sandwich-Einlagen	Tabelle 17
E, G	kN/m ²	Elastizitäts- oder Schermodul für Platten/Versteifungen	Tabelle 17
E_{co}, G_{co}	kN/m ²	Elastizitäts- oder Schermodul für Sandwich-Einlagen	Tabelle 17
w	kg/m ²	Faserverstärkungstrockenmasse je Quadratmeter	11.1, Anhang A, Anhang C, Anhang H und Anhang I
F_d	N, N/mm	Entwurfsscherkraft (Beplattung, Sandwich, Versteifungen)	Tabelle A.4 und Tabelle A.8

Symbol	Einheit	Bezeichnung/Symbolbedeutung	Verweisung/ Unterabschnitt
M_d	Nm, Nmm/mm	Entwurfsbiegemoment (Beplattung, Sandwich, Versteifungen)	Tabelle A.4 und Tabelle A.8
Die Symbole werden nach Gruppentyp und in alphabetischer Reihenfolge angegeben. Sofern nicht anders angegeben, sind alle unter m_{LDC} -Bedingungen gemessenen Abmessungen in Übereinstimmung mit ISO 8666.			

5 Allgemeines

5.1 Materialien

Die in diesem Dokument berücksichtigten Materialien sind die in Abschnitt 1 und Tabelle 17 angegebenen modernen Hauptbaumaterialien. Dieses Dokument darf mit anderen Materialien, einschließlich neuer Fasern und Harze, angewendet werden, soweit sie dieselbe Kohäsion, Haltbarkeit, Festigkeit gegen Meeresumgebungseinflüsse und Bruchdehnungsfestigkeit wie die in Tabelle 17 angegebenen Materialien aufweisen.

5.2 Gesamtverfahren für die Ermittlung der Dimensionierung

Tabelle 2 beschreibt schrittweise das Gesamtverfahren dieses Dokuments für die Ermittlung der Dimensionierung.

Tabelle 2 — Gesamtverfahren für die Ermittlung der Dimensionierung

Schritt Nr.	Gegenstand	Abschnitt Nr.
1	Ermittlung der Hauptabmessungen, Daten und Bereiche	6
2	Ermittlung der Abmessungen von Platten und Versteifungen	7
3	Ermittlung der Druckanpassungsfaktoren	8
4	Ermittlung der Entwurfsdrücke	9
5	Ermittlung der mechanischen Eigenschaften und Entwurfsspannungen (Tabelle 17)	10
6	Die strukturelle Analyse und die Ermittlung der Dimensionierung müssen unter Verwendung eines der folgenden Verfahren oder einer Kombination aus den folgenden Verfahren erreicht werden (siehe Tabelle 18)	11
	— Verfahren 1 (vereinfacht)	11.2 und Anhang A
	— Verfahren 2 (verbessert) Faserlagenanalyse	11.3, Anhang A und Anhang H
	— Verfahren 3 (entwickelt) CLT-Anwendung	11.4 und Anhang A
	— Verfahren 4 (Direktprüfung)	11.5
	— Verfahren 5 (FEM)	11.6
	— Alternative Prüfung (Fallversuch)	11.7 und Anhang D
7	Zusätzliche Anforderungen für gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote	12 und Anhang J
8	In das Eignerhandbuch einzufügende Elemente	13

6 Hauptabmessungen, Daten und Bereiche

6.1 Abmessungen und Daten

Sofern nicht anders festgelegt, müssen alle Abmessungen in Übereinstimmung mit ISO 8666 bei voller Beladung des Wasserfahrzeugs mit einer Masse m_{LDC} (angegeben in Kilogramm) nach der Definition in 3.2 und Tabelle 1 gemessen werden.

Bild 1 erläutert die Bestimmung des Kimmbalkens und der Aufkimmung für Gleitwasserfahrzeuge. Für runde Bilgen muss die äußere Grenze oder Kimm an dem Punkt gemessen werden, an dem eine Linie bei 50° zur Horizontalen die Tangente zum Rumpf ist. Der Kimmbalken B_C bei $0,4 L_{WL}$ ab dem Achterende wird für die Druckbestimmung bei Gleitwasserfahrzeugen verwendet.

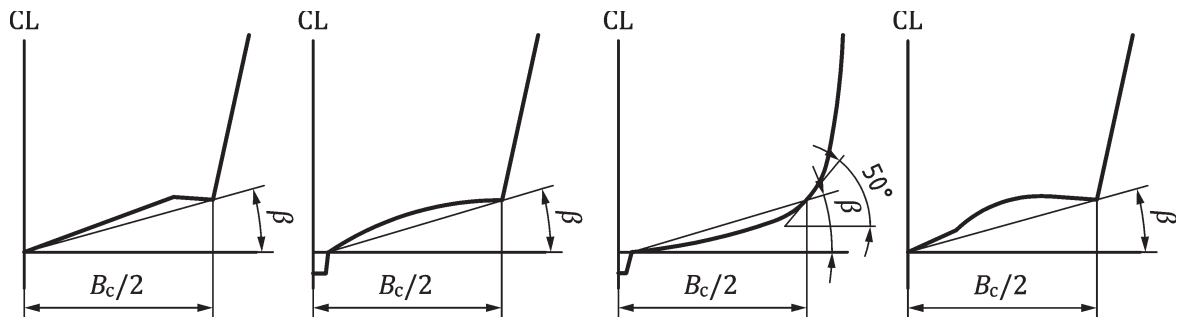


Bild 1 — Messung des Kimmbalkens B_C und der Aufkimmung β

6.2 Bereiche

6.2.1 Allgemeines

Die Rumpfhülle, das Deck und die Aufbauten sind in verschiedene Bereiche unterteilt: Boden, Seiten, Decks und Aufbauten, wie in Bild 2 und Bild 6 und Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt. Die nachfolgend festgelegten Bereiche und ihre Entwurfsdrücke nach Abschnitt 9 gelten ungeachtet der strukturellen Anordnung des Wasserfahrzeugs.

Die Koordinaten x und Z werden vom Achterende der Schwimmebene gemessen, wie in Bild 2 dargestellt.

Die theoretische Rumpf-Deck-Grenze Z_{SDT} oberhalb der Wasserlinie in Tabelle 3 bestimmt die Grenze zwischen dem Seitendruck und dem Deckdruck. Dies dient dazu, eine Benachteiligung der Struktur von Wasserfahrzeugen mit einem hohen Freibord zu vermeiden. Im Gegensatz dazu wird, wenn $Z_{SDA} < Z_{SDT}$, der Deckdruck erhöht (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13).

Tabelle 3 — Höhe Z_{SDT} der theoretischen Rumpf-Deck-Grenze nach L_{WL} und x/L_{WL}

$Z_{SDT} = (0,028\,6 \times L_{WL} + 0,115) \times \frac{x}{L_{WL}} + 0,057\,1 \times L_{WL} + 0,229 \text{ (m)}$ <p>Zu Informationszwecken werden unten vorberechnete Werte von Z_{SDT} für drei Werte von x/L_{WL} angegeben.</p>											
L_{WL} m		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
		Werte für Z_{SDT} m									
x/L_{WL}	0,00	0,57	0,69	0,80	0,91	1,03	1,14	1,26	1,37	1,49	1,60
	0,50	0,71	0,86	1,00	1,14	1,29	1,43	1,57	1,71	1,86	2,00
	1,00	0,86	1,03	1,20	1,37	1,54	1,72	1,89	2,06	2,23	2,40

Die Festlegungen in Tabelle 4 dienen lediglich den Zwecken des vorliegenden Dokuments und basieren auf den Festlegungen nach ISO 8666, die gegebenenfalls erklärt oder implementiert werden. Diese Bereiche sind durch die „Höhenlinien“ der Wasserlinie, der Aufkimmung oder der theoretischen Rumpf-Deck-Verbindung begrenzt: Z_{SDT} , siehe Bild 2.

Tabelle 4 — Festlegung der Bereiche und Grenzen des Bodens, der Seiten, der Decks und Aufbauten

Rumpfboden oder Rumpfseite einschließlich Heckspiegel und Deck ^a		
Fläche	Segelfahrzeug und Motorfahrzeug im Verdrängungsmodus	Gleitwasserfahrzeug im Gleitmodus
Rumpfboden und Heckspiegelboden	Teil der äußeren Rumpfhülle unterhalb der Wasserlinie (W_L)	Teil der äußeren Rumpfhülle bis zur Aufkimmung für lokale $\beta \leq 30$ bei Aufkimmung unter W_L Teil der äußeren Rumpfhülle bis zur W_L für lokale $\beta > 30$ und bei Kimmwinkel über W_L . Ein Heckspiegel unterhalb von W_L ist ausgeschlossen und unterliegt Heckspiegelseitendruck
Rumpfseite und Heckspiegelseite	Teil der Rumpfhülle zwischen dem Boden und der lokalen Höhe Z_{SDT}	
Deck und Cockpitboden	Unterer horizontaler oder fast horizontaler Bereich der Struktur des Wasserfahrzeugs über Rumpfseite. Im Fall mehrerer Decksebenen wird das untere Deck in dem betrachteten Block genommen. Wenn $Z_{SDA} \leq Z_{SDT}$, unterliegt es dem Seiten-/Heckspiegeldruck und andernfalls dem Deckdruck (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13).	
Cockpitseiten und Aufbauten		
Fläche	Stehfläche	Unzugänglicher Bereich (siehe 3.10)
Tabelle 10 gibt Details zu den Bereichen und ihrem Reduktionsfaktor k_{SUP} an.		
^a Diese Festlegung gilt auch, wenn dieser Bereich nicht als Teil des Arbeitsdecks nach ISO 15085 angesehen wird, solange er der Witterung ausgesetzt ist. Innendecks werden in diesem Dokument nicht behandelt, da sie nicht der Witterung ausgesetzt sind.		

1	theoretische Rumpf-Deck-Grenze Z_{SDT} über W_L	5	Cockpit-Seite
2	tatsächliche Rumpf-Deck-Grenze Z_{SDA} über W_L	6	Heckspiegel (unter und über Z_{SDA})
3	geschützte Achterseite der Aufbauten (siehe Tabelle 10)	7	Ursprung der Koordinaten x, y, z am Achterende der Wasserlinie
4	Cockpit-Boden		

ANMERKUNG Bild 2 zeigt den Fall, in dem $Z_{\text{SDA}} > Z_{\text{SPT}}$, das Gegenteil ist jedoch ebenfalls möglich.

Diese Sekundär- und manchmal auch Primärversteifungen sind oftmals keine „speziellen“, sondern „natürliche“ Versteifungen (z. B. Knickspanten, Rumpf-Deck-Verbindungen, Rundbilgen, Kojen oder Süllflansche usw.).

Beide strukturellen Anordnungen sind nur gültig, wenn die folgenden 3 Bedingungen erfüllt werden:

- a) Die Beplattung ist stark genug, um ihre Form zu behalten und die aus der Drucklast resultierende Scherkraft und das Biegemoment auf ihre Stützen, die Sekundärversteifungen, zu übertragen.
- b) Die Sekundärversteifungen (sofern vorhanden) sind stark genug, um ihre Form zu behalten und die Scherkraft und das Biegemoment von der Beplattung auf ihre Stütze, die Primärversteifungen, zu übertragen.
- c) Die Primärversteifungen (sofern vorhanden) sind stark genug (üblicherweise steifer und stärker als die Sekundärversteifungen), um ihre Form zu behalten und die Scherkraft und das Biegemoment von der Sekundärversteifung auf die restliche Struktur zu übertragen.

Die Bewertung der Abmessungen und Abstände der Sekundär- und Primärversteifungen ist nur gültig, wenn die vorgenannten Bedingungen erfüllt werden. Dieses Dokument geht durch verschiedene Gleichungen und Berechnungen davon aus, dass die Beplattung und die Versteifungen nur in der Biegung und ohne Membranwirkung arbeiten. Bei der Bewertung der Abmessungen muss immer gleichzeitig geprüft werden, ob die verschiedenen Versteifungen ihre Aufgabe als Lastübertragungsweg für den lokalen Druck durch das Meer und die Wellen erfüllen, bevor dieser übertragen und schließlich auf den Rest der Struktur verteilt wird.

Moderne Strukturen und insbesondere FRP-Konstruktionen basieren in hohem Maß auf „natürlichen“ Versteifungen und Krümmungen (einfach oder doppelt). In diesem Fall darf die Bestimmung der Unterkunftsräume oder anderer Elemente, die als natürliche Versteifungen dienen, mehrere wiederholte Versuchs- und Irrtumsverfahren umfassen. Nachfolgend werden einige Grundsätze und Beispiele für Analysen angegeben. Es können jedoch nicht alle Fälle vorhergesehen werden, die von dem Ansatz des Konstrukteurs und der bewertenden Personen, die dieses Dokument anwenden, abhängen. Anhang A enthält eine ausführlichere Beschreibung mehrerer Methoden zur Beurteilung des Abstands dieser „natürlichen“ Versteifungen.

Um einen möglichst einfachen analytischen Ansatz zu ermöglichen, werden ein rechtwinkliges Plattengitter und Versteifungen, die sich im rechten Winkel kreuzen, angenommen. Diese Vereinfachung lässt sich jedoch nur schwer im dreidimensionalen Raum anwenden, sodass einige Äquivalenzen vorgeschlagen werden. Dieses Dokument lässt eine FEM-Analyse (Finite-Element-Verfahren) zu, die die Lasten und Spannungen der verschiedenen strukturellen Elemente mit höherer Präzision beurteilt.

7.2 Rechtwinkliges Gitter aus Platten und Versteifungen

Bild 3 zeigt die FRP-Strukturen mit Stringern und Spanten: Knickspanten a) und Rundbilgen b) bestehen aus Hutprofilen. Siehe auch Bild 4. Die Abmessungen sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Zur Erklärung: in Bild 3 und Bild 4 wird der Wert für l_u respektive l_s und l_f für Stringer und Spant genannt, muss aber im übrigen Dokument l_u genannt werden; Gleiches gilt für s_s und s_s^{N1} für den Abstand zwischen Versteifungen, der im weiteren Verlauf s genannt wird.

N1) Nationale Fußnote : gemeint ist S_F

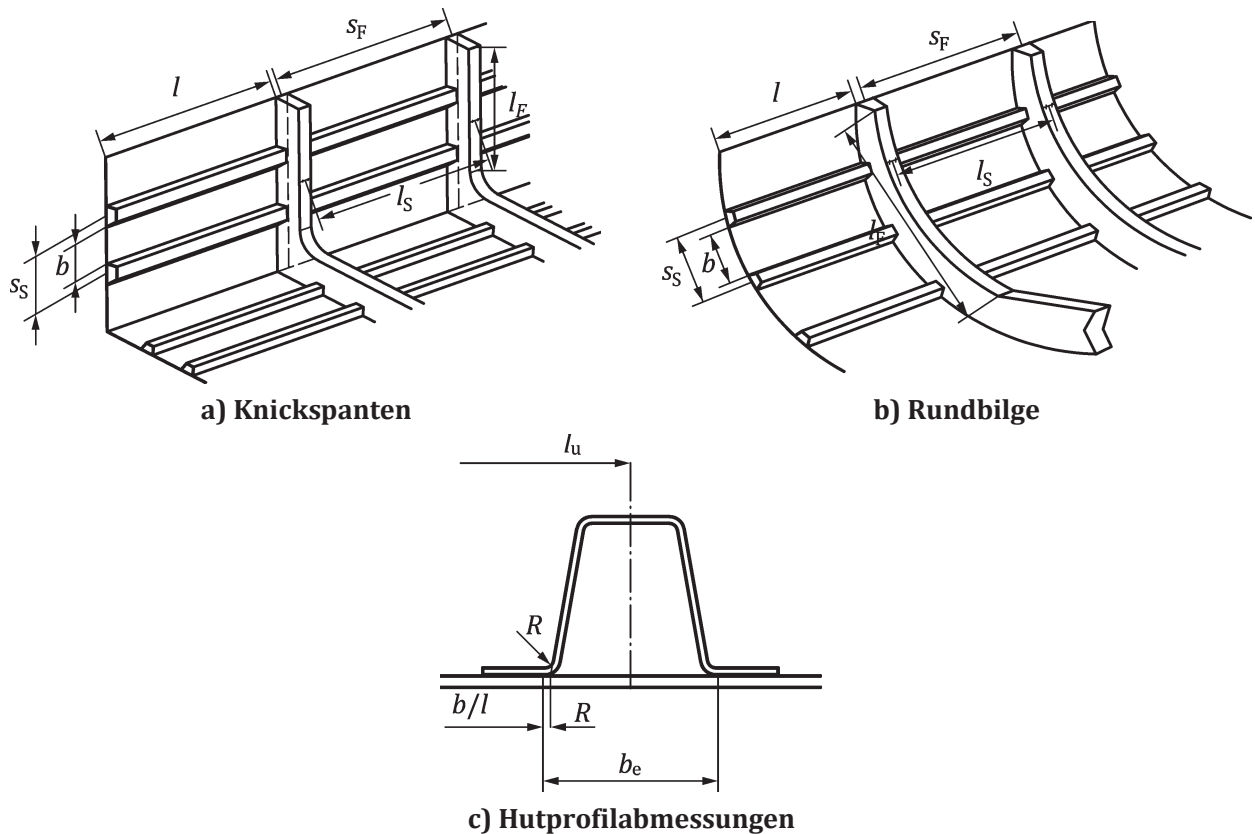


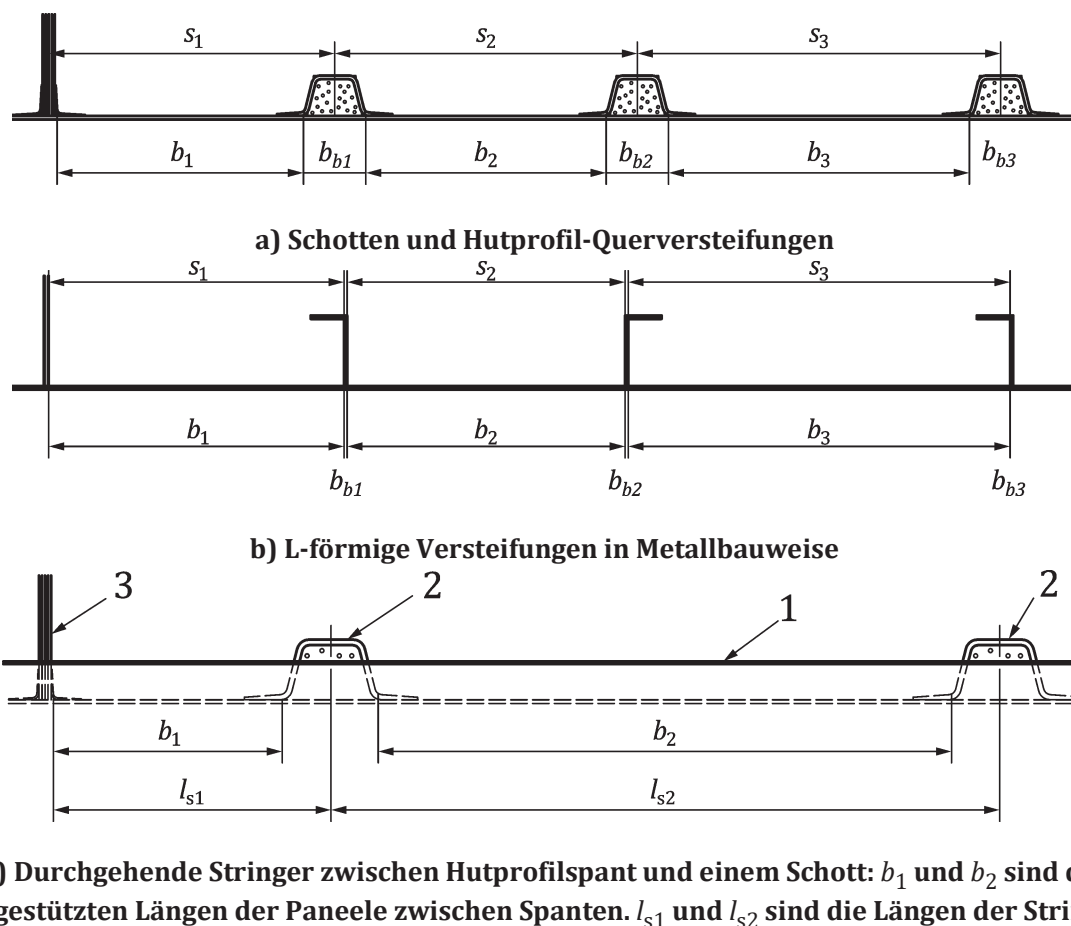
Bild 3 — Zeichnung zur Erläuterung der Abmessungen in Abschnitt 7

Tabelle 5 — Abmessungen von Platten und Versteifungen

Variable	Einheiten	Definition
b und l	mm	Die kleinen bzw. großen ungestützten ^a Abmessungen eines Paneels
s und l_u	mm	Die kleinen bzw. großen ungestützten Abmessungen für Versteifungen, gemessen bei mittlerer Stützenbreite (in Bild 3 wird der Index „u“ durch F für den Spant und s für Stringer ersetzt). Für Hutprofil- oder Verbundversteifungen ist l_u üblicherweise größer als l , da $l_u = l + b_e$ [siehe Bild 3 c)].
<p>Für Hutprofile dürfen die Abmessungen b und l bis zur Schnittlinie der Erweiterung des nächsten (inneren) Stegs mit der Beplattung abzüglich eines Ummantelungsradius R genommen werden, siehe Bild 3 c).</p> <p>Unterabschnitt A.12.1 und Bild A.9 zeigen Beispiele für die Betrachtung von nicht rechtwinklig zur Beplattung angeordneten Versteifungen.</p> <p>Wenn 3 aufeinander folgende Versteifungen nicht denselben Abstand haben, ist s als ihr Mittelwert zu nehmen.</p>		
<p>^a Die Stützen sind die Stützgrenzen, an denen die Reaktion auf die Plattendruckkräfte wirkt. Dies ist üblicherweise der kürzeste Abstand zwischen belasteten Stegen, d. h. die näherliegende Seite von Hutprofilen wie in Bild 3 c), 4 a) oder die einzelne metallische Flanschachse wie in Bild 4 b).</p>		

ANMERKUNG b und s_s sind relativ vergleichbar in metallischen Konstruktionen mit T-, L- oder Flachstabstringern, können aber bei FRP-Konstruktionen aufgrund der Breite der Hutprofilversteifungen abweichen. Die gleiche Anmerkung gilt für l und l_s für die Länge der Beplattung und Versteifung.

Sofern keine definitiven Versteifungen festgelegt sind, können Knickspanten oder Rundbilgen mit den erforderlichen Abmessungen sowie der erforderlichen Festigkeit als „natürliche“ Versteifungen betrachtet werden. Abschnitt A.5 enthält Analyseverfahren für solche Versteifungen.



Legende

- 1 Stringer (Länge l_{s1} oder l_{s2})
- 2 Hutprofilspant
- 3 Schott

Bild 4 — Beispiele für b -, s - und l_s -Messungen

7.3 Nicht-rechteckige Paneele

Nicht-rechteckige Paneele müssen anhand von vergleichbaren rechteckigen Paneelen mit den Abmessungen $b \times l$, oder $s_u \times l_u$ beurteilt werden. Diese vergleichbaren rechteckigen Paneele müssen auf der Grundlage der gleichen Fläche des tatsächlichen Paneels beurteilt werden. Die Unterabschnitte 7.3.1 und 7.3.2 legen die zu diesem Zweck zu verwendenden Annäherungsverfahren fest.

7.3.1 Trapezförmige oder dreieckige Paneele

Bild 5 bietet Beispiele (schraffiert) für vergleichbare rechteckige Paneele für ein Trapez oder Dreieck mit der gleichen Fläche.

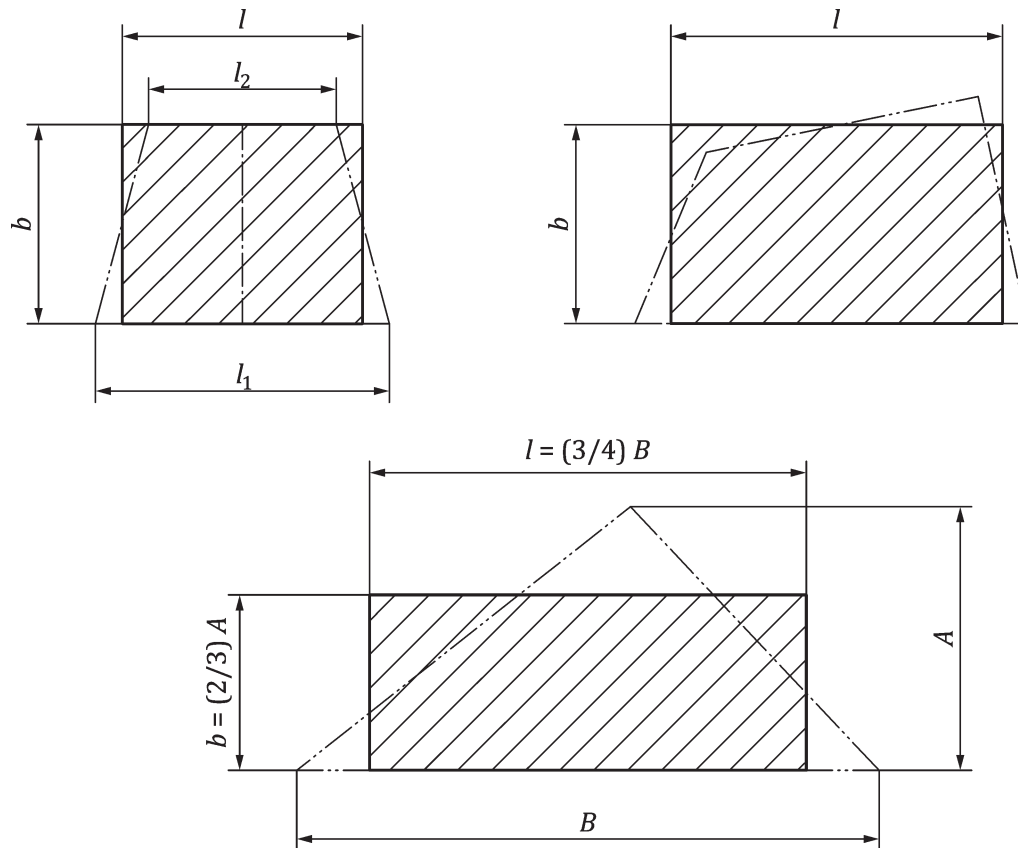
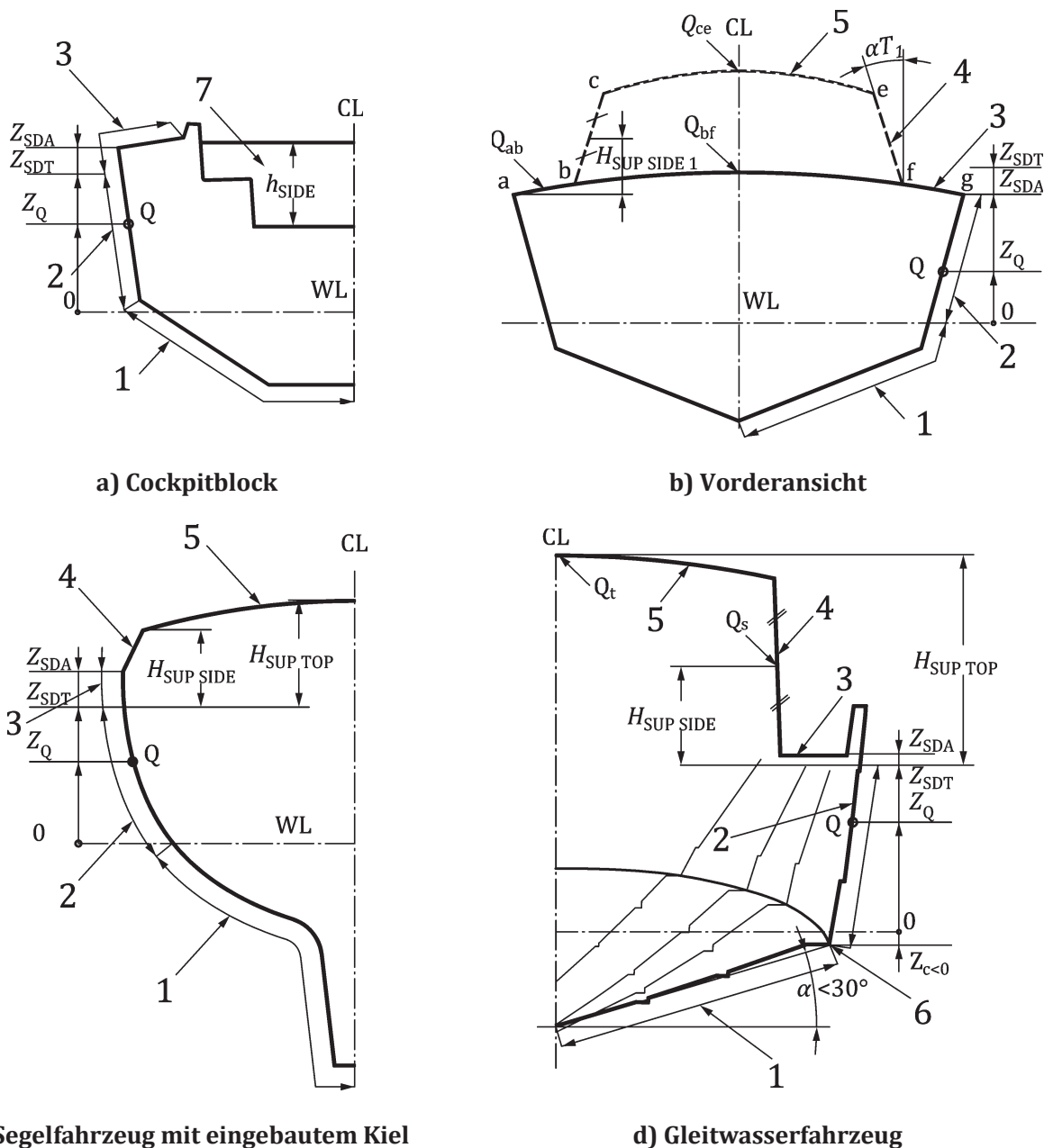


Bild 5 — Beispiele für vergleichbare rechteckige Paneele für ein Trapez oder Dreieck

7.3.2 Andere Formen

Bei anderen Formen, wie z. B. „Halbmond“- oder „Bananenformen“ muss die Länge l verwendet und $b = A_D / l$ für vergleichbare rechteckige Formen abgezogen werden. Dabei ist A_D die Bemessungsfläche der Paneelenbeplattung. Einige Paneele, einschließlich dünner Dreiecke, trotzen dieser Analyse, und die Unterstützungslängen l und b müssen geschätzt werden. Die Anwendung der Finite-Element-Analyse kann für diesen Zweck hilfreich sein.

7.4 Druck auf ein Paneel oder eine Versteifung



Legende

- | | |
|---------------------------|---|
| 1 Bodenbereich | 5 oberer Aufbautenbereich |
| 2 Seitenbereich | 6 Kimm unter W_L in Block x und $\beta \leq 30^\circ$ |
| 3 Deckbereich | 7 geschlossenes Cockpit |
| 4 Aufbauten-Seitenbereich | |

Bild 6 — Festlegung von Bereichen und Beurteilung des Drucks auf ein Paneel oder einen Stringer

Bild 6 zeigt typische Wasserfahrzeugblöcke an der mittleren Wasserlinie.

- a) Block eines geschlossenen Cockpits auf einem Verdränger-Motor-Wasserfahrzeug mit Knickspanten und einer lokale tatsächlichen Deckshöhe Z_{SDA} über dem theoretischen Wert Z_{SDT} , sodass der Teil der Überwasserteile über Z_{SDT} als unter Deckdruck stehend gilt. Nach Tabelle 12 wird der Seitendruck zwischen dem 0,8-fachen Bodendruck und Deckdruck bis zu Z_{SDT} interpoliert und entspricht dem obigen Deckdruck Z_{SDT} . Der Wert von h_{SIDE} für das Cockpitachterpaneel nach Tabelle 10 für die Seite des geschlossenen Cockpits wird vom Cockpitboden bis zur Paneelmitte gemessen. Ähnliches Verfahren für senkrechte Boden- und Rückenstützen von Sitzen (unzugänglicher Bereich) und horizontale Sitzfläche (zugänglicher Bereich).
- b) Verdränger-Motor-Wasserfahrzeug mit Knickspanten. Die tatsächliche Deckhöhe ist niedriger als die theoretische Höhe: $Z_{SDA} < Z_{SDT}$, die Überwasserteile befinden sich vollständig im Seitenbereich und der tatsächliche Druck auf das Deck wird erhöht, wie in Tabelle 12 oder Tabelle 13 vorgeschrieben. Der Querwinkel α_{T1} macht die Kabinendachseite zu einem unzugänglichen Bereich (siehe 3.10). Der Seitendruck an Punkt Z_Q wird nach Tabelle 12 berechnet. Für das seitliche Deck wird der Druck für Paneel a-b an Punkt Q_{ab} gemessen; für Paneel b-f muss er an Punkt Q_{bf} an der Paneelmitte und am höchsten Punkt der Wölbung gemessen werden; Gleiches gilt für Punkt Q_{ce} an der Kabinendachoberseite.
- c) Segelfahrzeug mit windschlüpfiger Verbindung zwischen Boden und Kiel. Der Bodenbereich geht hinunter bis zum Kiel und/oder zur Wulst. Siehe A.13 und ISO 12215-9 für die Kielverstärkung oder dickere Beplattung anstelle des Kiels. Da $Z_{SDA} > Z_{SDT}$, wird der Wert für H_{SUP} für die Kabinendachoberseite ab Z_{SDT} gemessen.
- d) Knickspanten-Gleitwasserfahrzeug. Da der nach Bild 1 berechnete Kimmwinkel (Aufkimmung) $\beta \leq 30^\circ$ ist, reicht der Bodenbereich bis hinauf zur Kimm. Weiter vorne gelegene Blöcke haben einen Kimmwinkel von $\beta > 30^\circ$ und der vordere Bodenbereich gilt als bis zur Schwimmebene hinaufgehend (die Kimm liegt in jedem Fall über der Wasserlinie). Z_C ist die Kimmhöhe gemessen ab der Wasserlinie; da in diesem Block $Z_C < 0$, da er sich unterhalb der Wasserlinie befindet, und in Tabelle 12 $Z_Q - Z_C = Z_Q + \text{absoluter Wert für } Z_C$, gleiche Logik für $Z_{SDT} - Z_C$. Die Deckhöhe Z_{SDA} ist etwas höher als Z_{SDT} , sodass der obere Teil der Überwasserteile und das äußere Schanzkleid dem Deckdruck unterliegen. Der innere Teil des Schanzkleids unterliegt dem Seitendruck des Cockpits. Die Kabinendachseite und -oberseite werden an den Punkten Q_s und Q_t gemessen (nur wenn die Kabinendachoberseite über keine Zwischenversteifung verfügt).

ACHTUNG — Nach 9.1 müssen für Motor-Gleitwasserfahrzeuge der Entwurfskategorien A und B die Seitenpaneele und Versteifungen unter Anwendung des Worst Case im Gleit- und Verdrängungsmodus analysiert werden. Wenn die Kimm unterhalb der Wasserlinie liegt, verläuft das Seitenpaneel über die Seite und den Boden [siehe Bild 2 a)].

8 Druckanpassungsfaktoren

8.1 Allgemeines

Der endgültige lokale Entwurfsdruck wird durch eine Reihe von Faktoren je nach Entwurf, Wasserfahrzeugtyp, Standort, Bereich usw. bestimmt.

8.2 Entwurfskategoriefaktor k_{DC}

Der Entwurfskategoriefaktor ist in Tabelle 6 festgelegt.

Tabelle 6 — Werte für k_{DC} nach Entwurfskategorie

Entwurfskategorie	A	B	C	D
Wert für k_{DC}	1	0,8	0,6	0,4

ANMERKUNG Der Entwurfskategoriefaktor k_{DC} berücksichtigt Schwankungen des Drucks und der Schlagbelastung durch das Meer entsprechend der Entwurfskategorie.

8.3 Dynamischer Lastfaktor k_{DYN}

- Für Gleitwasserfahrzeuge im Gleitmodus muss der dynamische Lastfaktor k_{DYN} , der für den Bodendruck und die Bestimmung von k_L genutzt wird, als der geringere Wert von k_{DYN1} und k_{DYN2} angenommen werden, wie in Tabelle 7 festgelegt.
- Bei Segel- und Motorwasserfahrzeugen im Verdrängungsmodus wird k_{DYN} nicht für die Druckbestimmung, sondern für die Bestimmung von k_L in Tabelle 8 und Bild 7 unter Verwendung der Werte für $k_{DYN} = 3$ verwendet.

ANMERKUNG Der Faktor k_{DYN2} wurde für Fälle eingeführt, in denen die Gleichung für k_{DYN1} (entwickelt nach Prüfung an dem Wasserfahrzeug > 20 m) unrealistisch hohe Werte bei kleinen und leichten Wasserfahrzeugen ergibt. Der dynamische Lastfaktor k_{DYN} gilt als nahe der einzelnen vertikalen Beschleunigungsamplitude n_{CG} , gemessen mit einem Tiefpassfilter am Massenschwerpunkt des Wasserfahrzeugs. Dieser Faktor ist die von dem Wasserfahrzeug unterstützte vertikale Beschleunigung bei Auftreffen auf eine Welle mit Geschwindigkeit oder Fall vom Kamm einer Welle in ihr Tal. n_{CG} wird angegeben in g , dabei ist $1g$ die Beschleunigung durch Schwerkraft ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Tabelle 7 — Werte des dynamischen Lastfaktors k_{DYN}

Der dynamischer Lastfaktor für Einrumpf-Motorwasserfahrzeuge im Gleitmodus: k_{DYN} ist der niedrigere Wert aus k_{DYN1} und k_{DYN2}	
Anfänglicher dynamischer Lastfaktor für Einrumpf-Motorwasserfahrzeuge im Gleitmodus k_{DYN1}	$k_{DYN1} = 0,32 \left(\frac{L_{WL}}{10 \times B_C} + 0,084 \right) \times (50 - \beta_{0,4}) \times \frac{V^2 \times B_C^2}{m_{LDC} a}$
Korrigierter dynamischer Lastfaktor k_{DYN2} , wenn $k_{DYN1} > 3$	$k_{DYN2} = \frac{0,5 \times V}{m_{LDC}^{0,17}}$ darf weder $> 6^b$ noch ≤ 3 sein
ACHTUNG — Für Sportboote und Charter-Wasserfahrzeuge darf die maximale Geschwindigkeit nicht > 50 Knoten betragen, während diese Geschwindigkeit für Arbeitsboote „schwerer Beanspruchung“ höher sein darf (siehe Anhang J).	
<p>^a $\beta_{0,4}$ ist der Kimmwinkel bei $0,4 L_{WL}$ vor seinem Achterende, gemessen nach Bild 1, der nicht weniger als 10° und nicht mehr als 30° betragen darf.</p> <p>^b Der Wert für k_{DYN} wird als nicht höher als 6 angenommen: Bei rauem Seegang beschränkt die Mannschaft die Geschwindigkeit üblicherweise, um Schlagbeschleunigungen innerhalb akzeptabler Komfort- und Sicherheitsgrenzen zu halten. Dieser Grenzwert von 6 darf für Arbeitsboote „schwerer Beanspruchung“ überschritten werden, siehe Anhang J.</p>	

8.4 Längsdruckverteilungsfaktor k_L

Der in Tabelle 8 festgelegte Längsdruckverteilungsfaktor k_L berücksichtigt die Schwankungen der Drucklasten in Abhängigkeit der längsgerichteten Position auf dem Wasserfahrzeug. Bild 7 zeigt die tabellierten Werte der Tabelle 8.

Tabelle 8 — Werte des Längsdruckverteilungsfaktors k_L

Allgemeine Gleichung für k_L (siehe Bild 7)	$k_L = (1,667 - 0,222 \times k_{DYN}) \times \frac{x}{L_{WL}} + 0,133 \times k_{DYN}^a$ darf nicht > 1 betragen
Werte für k_L für Motor-Gleitwasserfahrzeuge	Es wird die Gleichung für k_L verwendet mit $3 \leq k_{DYN} < 6$
Werte für k_L für motorisierte Verdrängungswasserfahrzeuge und Segelfahrzeuge, dabei ist $k_{SLS} = 1$	Es wird die Gleichung für k_L mit $k_{DYN} = 3$ verwendet
Werte für k_L für leichte und stabile Segelfahrzeuge, dabei ist $k_{SLS} > 1$	Für Einrumpf-Segelfahrzeuge mit $k_{SLS} > 1$ wird k_L mit $k_{DYN} = \max(k_{DYN1}; k_{DYN2})$ berechnet unter Verwendung der maximalen vorgesehenen Geschwindigkeit bei scheinbarer Windgeschwindigkeit zwischen 60° und 90° in m_{LDC} -Bedingung mit $B_C = B_{WL}$. k_{DYN} darf nicht < 3 betragen.
ANMERKUNG Der Wert der Liniensegmente bei $x/L_{WL} = 0$ beträgt respektive 0,4/0,6/0,8 für $k_{DYN} = 3/4,5/6$.	
^a x in (m) ist die Längsposition der Mitte des Panels oder der Mitte der Versteifung in Vorwärtsrichtung von Achterende der L_{WL} in m_{LDC} . $x/L_{WL} = 0$ und 1 sind das Achterende bzw. das Vorderende der L_{WL} .	

Bild 7 gibt nur Werte von k_L für $k_{DYN} = 3, 4,5$ und 6 an; für andere Zwischenwerte muss k_L entweder durch Berechnung nach der Gleichung in Tabelle 8 oder Interpolation im Graphen bestimmt werden.

Für Arbeitsboote, bei denen k_{DYN} -Werte zwischen 6 und 8 liegen können, gibt die Gleichung in Tabelle 8 $k_L = 1$ überall für $k_{DYN} = 8$ an.

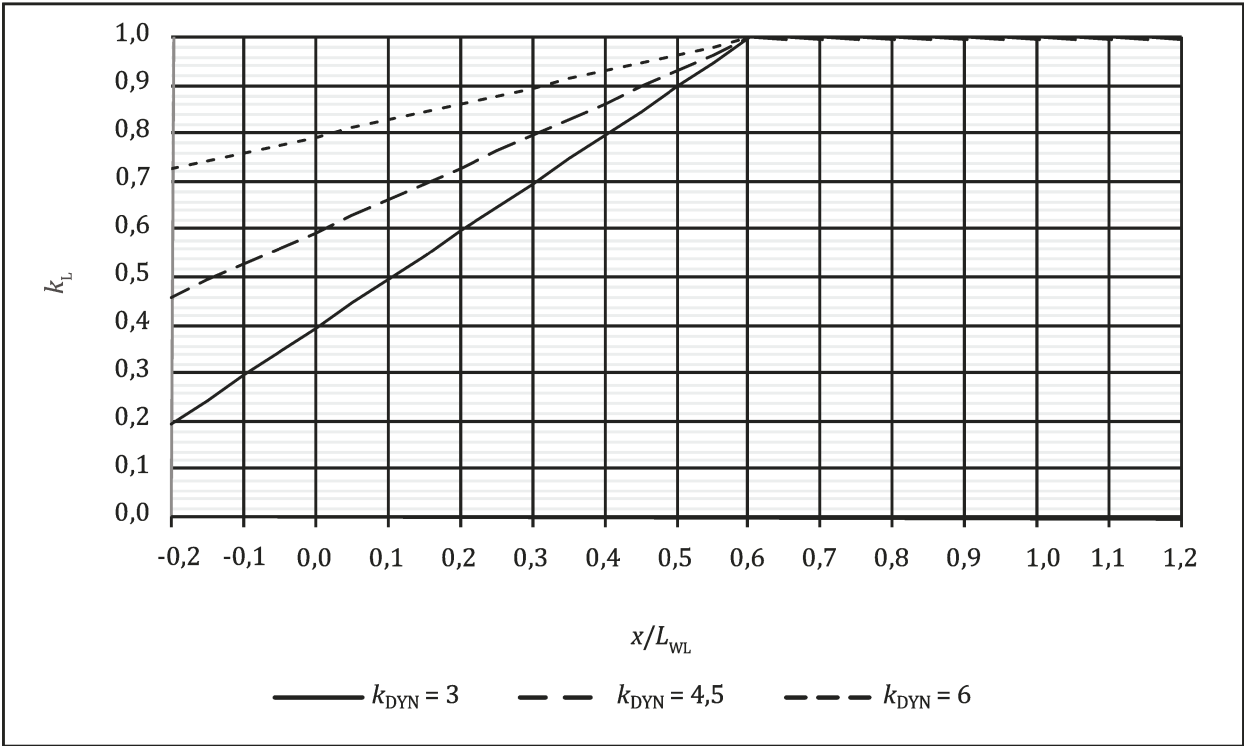


Bild 7 — Längsdruckverteilungsfaktor k_L

8.5 Flächendruckreduktionsfaktor k_{AR}

Der Flächendruckreduktionsfaktor k_{AR} ist in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9 — Werte des Flächendruckreduktionsfaktors k_{AR}

Allgemeine Gleichung für k_{AR}	$k_{AR} = \frac{k_R \times 0,1 \times m_{LDC}^{0,15}}{A_D^{0,3}}$ darf weder < 0 noch > 1 sein ACHTUNG — k_{AR} ist für Beplattungen und Versteifungen unterschiedlich.
Werte für k_R	
Für die Unterseiten und Deck-Außenhaut und -Versteifungen des Gleit-Motor-Wasserfahrzeugs im Gleitmodus	$k_R = 1$
Für die Unterseiten- und Deck-Außenhaut des Segelfahrzeugs, Verdränger-Motor-Wasserfahrzeugs und motorisierten Gleitwasserfahrzeugs im Verdrängungsmodus	$k_R = 1,5 - 3 \times 10^{-4} \times b$
Für die Unterseiten- und Deck-Versteifung des Segelfahrzeugs, Verdränger-Motor-Wasserfahrzeugs und motorisierten Gleitwasserfahrzeugs im Verdrängungsmodus	$k_R = 1 - 2 \times 10^{-4} \times l_u$

Werte für die Bemessungsfläche A_D (m ²)	
Für die Außenhaut	$A_D = (l \times b) \times 10^{-6}$
Für Versteifungen	$A_D = (l_u \times s) \times 10^{-6}$ braucht jedoch nicht $< 0,33 l_u^2 \times 10^{-6}$ betragen
Alle Abmessungen wie in Tabelle 1 festgelegt.	
ANMERKUNG Dieses Dokument geht davon aus, dass der lokale Druck abnimmt, wenn sich die Fläche eines Panels erhöht, da das Panel einem Mittelwert hoher Schlaglasten auf kleinen Flächen und geringeren Seelasten auf größeren Flächen unterliegt.	

8.6 Aufbauten- und Deckhaus-Druckreduzierungsfaktor k_{SUP}

Der Aufbauten-, Kabinendach- und Cockpitseiten-Druckreduzierungsfaktor k_{SUP} ist in Tabelle 10 festgelegt. Er trägt zum Druck auf Aufbauten und Cockpitseite nach Tabelle 12 und Tabelle 13 bei.

Die Höhe H_{SUP} wird gemessen ab dem tatsächlichen Deck, das mit dem Aufbautenelement verbunden ist, Z_{SDA} oder Z_{SDT} , je nachdem, welches niedriger ist, bis zur Mitte des Panels oder der Versteifung, siehe Bild 6. So wie sich der Deckdruck gegenüber dem Ausgangswert erhöht, wobei $Z_{SDA} < Z_{SDT}$ ist, erhöht sich auch der Aufbautendruck (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13).

Tabelle 10 — Werte für k_{SUP} für Aufbauten, Deckhäuser oder Cockpits

Aufbautenbereiche	Wert für k_{SUP} für Motor- und Segelfahrzeuge	
	Zugänglicher Bereich (siehe 3.10)	Unzugänglicher Bereich (siehe 3.10)
Vordere Aufbauten	$\max\left(1 - \frac{0,3 H_{SUP}}{\cos \alpha_L \times Z_{SDT}}; 0,67\right)$	$\max\left(1 - \frac{0,3 H_{SUP}}{\cos \alpha_L \times Z_{SDT}}; 0,50\right)$
Seite der Aufbauten	$\max\left(1 - \frac{0,4 H_{SUP}}{\cos \alpha_T \times Z_{SDT}}; 0,67\right)$	$\max\left(1 - \frac{0,4 H_{SUP}}{\cos \alpha_T \times Z_{SDT}}; 0,50\right)$
Seite des „offenen“ Cockpits ^c	0,67	0,5
Seite des „geschlossenen“ Cockpits ^c	Ein k_{SUP} von 0,67 oder 0,5 wird wie zuvor verwendet, und es wird geprüft, dass der Cockpitdruck $\geq 10 \times 2 / 3 \times h_{SIDE}$ ist.	
Aufbautendach, einschließlich oberer Ebenen	$\max\left(1 - \frac{0,5 H_{SUP}}{Z_{SDT}}; 0,5\right)$	$\max\left(1 - \frac{0,5 H_{SUP}}{Z_{SDT}}; 0,35\right)$
Ungeschützte Achterseite von Aufbauten, einschließlich der oberen Ebenen ^b	Nicht relevant — siehe ^b	$\max\left(1 - \frac{0,6 H_{SUP}}{Z_{SDT}}; 0,35\right)$
Geschützte ^a Achterseite der Aufbauten, einschließlich der oberen Ebenen ^b	Nicht relevant — siehe ^b	$\max\left(1 - \frac{0,7 H_{SUP}}{Z_{SDT}}; 0,35\right)$
H_{SUP} (m) ist die Höhe des mittleren Panels oder der mittleren Versteifung des Aufbautenbereichs in einem Block x der Achter- W_L , gemessen oberhalb der tatsächlichen lokalen Deckhöhe Z_{SDA} oder Z_{SDT} , je nachdem, welcher Wert niedriger ist. h_{SIDE} (m) ist die Höhe von der Mitte des Cockpitseitenpanels unterhalb der Überlaufebene, siehe Bild 6 a). Die Winkel α_L und α_T sind jeweils Längs- und Querschnittswinkel der Flächen (oder ihrer Tangenten, wenn gekrümmt) gegenüber dem vertikalen Winkel (siehe Bild 1).		
^a Geschützt bedeutet „geschützt von der vollen Kraft der Wellen“ bei permanentem Ober-, Sonnensegel usw., deren vertikale Projektion mindestens über die Unterseite des Panels und $\geq 0,04 L_H$ über die Oberseite des Panels ragt, siehe Bild 2.		
^b Platte auf unzugänglichen Bereichen.		
^c ISO 11812 legt „offene“ Rezesse fest, in denen Wasser nicht verbleiben kann.		

8.7 Druckkorrekturfaktor k_{SLS} bei Schlag für leichte und stabile Segelfahrzeuge

Der Druckkorrekturfaktor k_{SLS} bei Schlag für leichte und stabile Segelfahrzeuge ist in Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11 — Werte für k_{SLS}

Entwurfskategorie	Wert für k_{SLS} für leichte und stabile Segelfahrzeuge
C und D	$k_{SLS} = 1$
A und B	$k_{SLS} = 1$, wenn $m_{LDC} > 5 L_{WL}^3$, andernfalls
	$k_{SLS} = \left(\frac{10 GZ_{MAX < 60} \times L_{WL}^{0,5}}{m_{LDC}^{0,33}} \right)^{0,5}$ aber nicht < 1
Dabei ist $GZ_{MAX < 60}$ in (m) der maximale aufrichtende Momenthebel bei einem Krängungswinkel von $\leq 60^\circ$ mit allen stabilitätsverbessernden Einrichtungen wie etwa Kippkielen oder Wasserballast in ihrer effektivsten Position unter Vollastbedingungen. Wenn der maximale aufrichtende Hebelarm bei einem Krängungswinkel $> 60^\circ$ auftritt, muss der Wert von 60° verwendet werden. Die Mannschaft muss in der Berechnung des oberen $GZ_{MAX < 60}$ als in der windseitigen Fahrposition befindlich gelten.	
ACHTUNG — $GZ_{MAX < 60}$ und die Verdrängung müssen übereinstimmen: ISO 12217-2 verwendet üblicherweise den beladenen Zustand bei Ankunft m_{LA}, um $GZ_{MAX < 60}$ zu berechnen, und es muss um den vollbeladenen m_{LDC} korrigiert werden, der, sofern relevant, nur den gemeinsamen verwendeten Wasserballast berücksichtigen darf, d. h. nicht den gesamten befüllten Wasserballast.	

ANMERKUNG Dieser Faktor richtet sich an Segelfahrzeuge mit sehr hoher Stabilität aufgrund ihrer Verdrängung (Wasserballast, Kippkiel, schwerer und tiefer Ballast usw.). Die Beschränkung des Krängungswinkels bei 60° berücksichtigt die Stabilitätsmerkmale, die sich auf die Leistung auswirken können, d. h. bei Winkeln unter 30° , und nicht die Überlebensstabilität bei $> 60^\circ$. Die Auswirkungen möglicher Florette (Tragflügel) (mögliche erhöhte Schlaglasten bis mögliche erhöhte Geschwindigkeit und dynamische Stabilität) werden in k_{SLS} aufgrund fehlender Daten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments nicht berücksichtigt. Konstrukteuren und Schiffsbauern wird jedoch empfohlen, ihre Auswirkungen, einschließlich derer auf die Struktur, zu berücksichtigen.

9 Entwurfsdrücke

9.1 Entwurfsdruck für Motorfahrzeuge

Tabelle 12 legt die Entwurfsdrücke für Motorfahrzeuge fest.

Der Bodendruck des Motorfahrzeugs muss in jeder Entwurfskategorie der größere Wert des Bodendrucks im Verdrängungsmodus P_{BMD} oder des Bodendrucks im Gleitmodus P_{BMP} sein (siehe ANMERKUNG 1 und ANMERKUNG 2).

In der Entwurfskategorie A oder B muss der Seitendruck des Motor-Gleitwasserfahrzeugs der größere Wert des Seitendrucks im Verdrängungsmodus P_{SMD} oder des Seitendrucks im Gleitmodus P_{SMP} sein. (Siehe Anmerkung 3).

In der Entwurfskategorie C oder D muss der Seitendruck des Motor-Gleitwasserfahrzeugs dem entsprechenden Gleit- oder Verdrängungsmodus entsprechen: Der zu berücksichtigende „Modus“ ist derjenige, bei dem der Bodendruck höher ist (Gleitmodus oder Verdrängungsmodus). (Siehe ANMERKUNG 4).

Der in der Tabelle 12 festgelegte Druck für die seitliche Beplattung wird durch Interpolation zwischen dem Bodendruck (oder einem Teil desselben) und dem Deckdruck und für das gleiche Paneel, d. h. unter Verwendung des gleichen Druckreduktionsfaktors einschließlich k_{AR} , für Boden und Deck bestimmt.

ANMERKUNG 1 Der Grund für diese doppelte Anforderung besteht darin, dass Wasserfahrzeuge, die bei flachem Seegang üblicherweise gleiten, bei rauem Seegang mit reduzierter Geschwindigkeit wie ein Verdrängungswasserfahrzeug fahren und hierbei gegebenenfalls brechenden Wellen ausgesetzt sind.

ANMERKUNG 2 Ein Wasserfahrzeug im normalen Gleitmodus mit $V/L_{WL}^{0,5} \geq 5$ verzeichnet üblicherweise P_{BMP} -Werte $> P_{BMD}$.

ANMERKUNG 3 Im Gleitmodus kann der Seitendruck geringer sein als im Verdrängungsmodus, da im Gleitmodus der Seitendruck zwischen $0,25 P_{BMP}$ und Deckdruck interpoliert und im Verdrängungsmodus der Seitendruck zwischen dem 0,8-fachen Bodendruck und dem Deckdruck interpoliert wird.

ANMERKUNG 4 In der Entwurfskategorie D besteht ein geringes Risiko, aufgrund rauen Seegangs abbremsen zu müssen, und dieses Risiko ist in Kategorie C begrenzt.

Tabelle 12 — Entwurfsdrücke für Motorfahrzeuge (kN/m²)

ACHTUNG — k_{AR} und somit Drücke sind für Beplattungen und Versteifungen unterschiedlich, siehe Tabelle 9.

Motorfahrzeugboden im Verdrängungs- modus P_{BMD}	$P_{BMD\ BASE} = 2,4 m_{LDC}^{0,33} + 20$
	$P_{BMD} = \max(P_{BMD\ BASE} \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L; P_{BM\ MIN})$ mit $P_{BM\ MIN\ PLT} = \max[(0,45 \times m_{LDC}^{0,33} + 0,9L_{WL} \times k_{DC}) \times k_L; 10 T_C; 7]$ für die Außenhaut und $P_{BM\ MIN\ STF} = \max(0,85P_{BM\ MIN\ PLT}; 7)$ für Versteifungen
Motorfahrzeugboden im Gleitmodus P_{BMP}	$P_{BMP\ BASE} = \frac{0,1m_{LDC}}{L_{WL} \times B_C} \times (1 + k_{DC}^{0,5} \times k_{DYN})$
	$P_{BMP} = \max(P_{BMP\ BASE} \times k_{AR} \times k_L; P_{BM\ MIN})$ mit $P_{BM\ MIN\ PLT}$ und $P_{BM\ MIN\ STF}$ sind die gleichen Werte wie im Verdrängungsmodus.
Motorfahrzeugdeck und Cockpitboden P_{DM} gleich für Verdrängungs- und Gleitmodus	$P_{DM\ BASE} = 0,31 m_{LDC}^{0,33} + 12$
	$P_{DM} = \left[0,8P_{BMD\ BASE} - (0,8P_{BMD\ BASE} - P_{DM\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_Q}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L$ nicht < 5 für zugänglichen Bereich oder < 3,5 für unzugänglichen Bereich, sowohl für Beplattungen als auch für Versteifungen
Motorfahrzeugseite im Verdrängungs- modus P_{SMD}	$P_{SMD} = \left[0,8 P_{BMD\ BASE} - (0,8 P_{BMD\ BASE} - P_{DM\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_Q}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L$ $P_{SMD\ MIN\ PLT} = \max\left[0,8P_{BM\ MIN\ PLT} - (0,8P_{BM\ MIN\ PLT} - 5) \times \frac{Z_Q}{Z_{SDT}}; 0,9L_{WL} \times k_{DC}; 5 \right]$ für Beplattungen $P_{SMD\ MIN\ STF} = \max(0,85P_{SMD\ MIN\ PLT}; 5)$ für Versteifungen
	$P_{SMP} = \left[0,25P_{BMP\ BASE} - (0,25P_{BMP\ BASE} - P_{DM\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_Q - Z_C}{Z_{SDT} - Z_C}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L$ $P_{SMP\ MIN\ PLT} = \left[\max\left(0,25P_{BM\ MIN\ PLT} - (0,25P_{BM\ MIN\ PLT} - 5) \times \min\left(\frac{Z_Q - Z_C}{Z_{SDT} - Z_C}; 1\right); 0,9L_{WL} \times k_{DC}; 5 \right) \right]$ für Beplattungen $P_{SMP\ MIN\ STF} = \max(0,85P_{SMP\ MIN\ PLT}; 5)$ für Versteifungen
Motorfahrzeug- aufbau und Cockpitseite P_{SUPM}	$P_{SUPM} = \left[0,8P_{BMD\ BASE} - (0,8P_{BMD\ BASE} - P_{DM\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_{SDA}}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L \times k_{SUP}$ nicht < 5 für zugänglichen Bereich oder < 3,5 für unzugänglichen Bereich, sowohl für Beplattungen als auch für Versteifungen Dabei wird k_{SUP} aus Tabelle 10 für den Bereich entnommen
	<p>ZQ ist die Höhe von Punkt Q des mittleren Paneels oder der mittleren Versteifung über der Wasserlinie (WL oder Kimm siehe Bild 6), ZC ist die Höhe der Kimm über der Wasserlinie und ZSDA und ZSDT sind die Höhe der tatsächlichen bzw. theoretischen Rumpf-Deck-Grenze über der Wasserlinie (siehe Tabelle 4 und Bild 6), wobei alle Werte bei Abstand x vom Achterende von LWL angenommen werden. Für den Cockpitboden braucht ZQ nicht weniger als ZSDA betragen.</p> <p>ANMERKUNG 1 Der Basisdruck für Gleitwasserfahrzeuge im Gleitmodus beinhaltet den k_{DC}-Faktor, jedoch bei Leistung 0,5, weil für den Druck Stoßlasten aufgrund von Geschwindigkeit ausschlaggebender sind als Stoßlasten aufgrund von Seebedingungen.</p>

9.2 Entwurfsdruck für Segelfahrzeuge

Tabelle 13 legt die Entwurfsdrücke für Segelfahrzeuge fest.

Tabelle 13 — Entwurfsdrücke für Segelfahrzeuge (kN/m²)

ACHTUNG — k_{AR} und somit Drücke sind für Beplattungen und Versteifungen unterschiedlich, siehe Tabelle 9.

Segelfahrzeug- boden P_{BS}	$P_{BS\ BASE} = (2 m_{LDC}^{0,33} + 18) \times k_{SLS}$
	$P_{BS} = \max(P_{BS\ BASE} \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L; P_{BS\ MIN})$ mit
	$P_{BS\ MIN\ PLT} = \max[(0,3 \times m_{LDC}^{0,33} + 0,66 L_{WL} \times k_{DC}) \times k_L; 10 T_C; 7]$ für Beplattungen $P_{BS\ MIN\ STF} = \max(0,85 P_{BS\ MIN\ PLT}; 7)$ für Versteifungen
Segelfahrzeugdeck und Cockpitboden P_{DS}	$P_{DS\ BASE} = 0,5 m_{LDC}^{0,33} + 12$
	$P_{DS} = \left[P_{BS\ BASE} - (P_{BS\ BASE} - P_{DS\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_Q}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L$
	nicht < 5 für zugänglichen Bereich oder < 3,5 für unzugänglichen Bereich, sowohl für Beplattungen als auch für Versteifungen
Segelfahrzeugseite P_{SS}	$P_{SS} = \left[P_{BS\ BASE} - (P_{BS\ BASE} - P_{DS\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_Q}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L$
	$P_{SS\ MIN\ PLT} = \max\left[P_{BS\ MIN\ PLT} - \frac{Z_Q}{Z_{SDT}} (P_{BS\ MIN\ PLT} - 5); 5\right]$ für Beplattungen
	$P_{SS\ MIN\ STF} = \max(0,85 P_{SS\ MIN\ PLT}; 5)$ für Versteifungen
Segelfahrzeug- aufbauten und Cockpitseite P_{SUPS}	$P_{SUPS} = \left[P_{BS\ BASE} - (P_{BS\ BASE} - P_{DS\ BASE}) \times \min\left(\frac{Z_{SDA}}{Z_{SDT}}; 1\right) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L \times k_{SUP}$
	nicht < 5 für zugänglichen Bereich oder < 3,5 für unzugänglichen Bereich, sowohl für Beplattungen als auch für Versteifungen
	Dabei wird k_{SUP} aus Tabelle 10 für den Bereich entnommen
Z_Q ist die Höhe von Punkt Q des mittleren Panels oder der mittleren Versteifung über der Wasserlinie (W_L oder Kimm siehe Bild 6), Z_{SDA} und Z_{SDT} sind die Höhe der tatsächlichen bzw. theoretischen Rumpf-Deck-Grenze über der Wasserlinie (siehe Tabelle 4 und Bild 6), wobei alle Werte bei Abstand x vom Achterende von L_{WL} angenommen werden. Für den Cockpitboden braucht Z_Q nicht weniger als Z_{SDA} betragen.	

9.3 Entwurfsdruck von wasserdichten Schotten und integrierten Tankumwallungen

9.3.1 Allgemeines

Tabelle 14 definiert die Entwurfsdrücke für wasserdichte Schotten und integrierte Tanks.

Tabelle 14 — Entwurfsdruck von wasserdichten Schotten und integrierten Tanks

Art des wasserdichten Abteils	Entwurfsdruck (kN/m ²)
Wasserdichtes Schott	$P_{WB} = 7 h_B$
Integrierter Tank	$P_{WB} = 10 h_B$

Dabei ist h_B die Hubhöhe (m), gemessen wie folgt (siehe Bild 8):

- für Beplattungen der Abstand von einem Punkt 2/3 der Tiefe des Paneels unter der Oberseite des Schotts;
- für vertikale Versteifungen der Abstand von einem Punkt 2/3 der Tiefe der Versteifung unter der Oberseite des Schotts;
- für horizontale Versteifungen die Höhe gemessen ab der Versteifung bis zur Oberseite des Schotts.

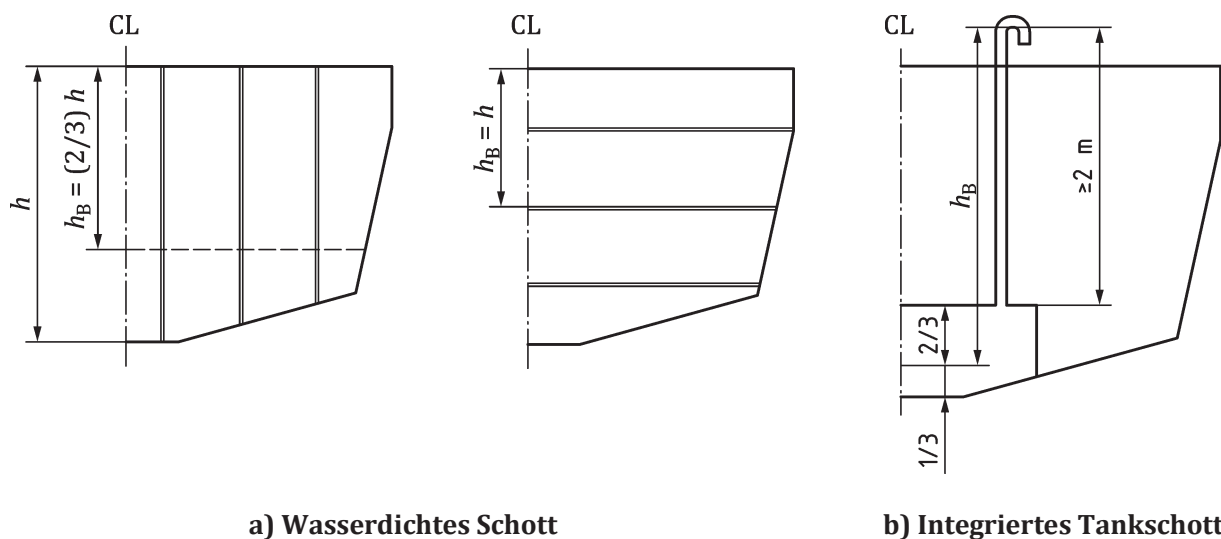


Bild 8 — Wasserdichte und integrierte Tankschotten

Sofern Platten mit unterschiedlicher Stärke oder Dimensionierungen vorliegen, muss h_B für jedes Paneel am tiefsten Punkt des Paneels gemessen werden.

Für die Bestimmung des TankEntwurfsdrucks darf die Oberseite des Überlaufs nicht < 2 m über der Oberseite des Tanks gemessen werden. Sofern der Tank Teil des Decks ist, muss dies nach den Anforderungen dieses Abschnitts beurteilt werden.

9.3.2 Schwallwände integrierter Tanks

Integrierte Tanks müssen im Bedarfsfall durch innere Trennwände oder Schwallwände unterteilt werden. Trennwände oder Schwallwände, die Rumpfspanten stützen, müssen den Versteifungen an derselben Position entsprechende Dimensionierungen haben.

Schwallplatten und Schwallschotte müssen grundsätzlich eine Perforationsfläche von nicht > 20 % der Gesamtfläche des Schotts haben. Die Perforierungen müssen so angeordnet werden, dass die Wirksamkeit der Schotten als Stütze nicht beeinträchtigt wird.

Die allgemeinen Versteifungsanforderungen für das Widerstandsmoment dürfen 50 % der erforderlichen Werte für Versteifungen integrierter Tanks betragen.

9.3.3 Kollisionsschotten

Die Dimensionierungen von gegebenenfalls angebrachten Kollisionsschotten dürfen die erforderlichen Abmessungen von integrierten Tankschotten nicht unterschreiten.

9.3.4 Nicht wasserdichte oder Teilschotten

Wenn ein Schott tragend, aber nicht wasserdicht ist, müssen die Dimensionierungen als Versteifung berechnet werden. Abschnitt A.13 stellt Empfehlungen für strukturelle Sperrholz- oder Sandwich-Schotten auf.

Nicht strukturelle oder redundante Versteifungen gelten nicht als Teil der Struktur und sind daher nicht von diesem Dokument umfasst. Siehe A.7.4 für weitere Informationen.

9.3.5 Schwerter von am Kiel anhebbaren Lenzbrunnen

Zusätzlich zu den Anforderungen von ISO 12215-9 muss der Entwurfsdruck von Schwertern/am Kiel anhebbaren Lenzbrunnen/Gehäusen mindestens $10 T_c$ unter D_{WL} betragen.

Für Schwerter oder Florette (Tragflügel) besteht eine anerkannte Praktik darin, den Achterboden des Lenzbrunnens/Rumpfes zu verstärken, um im Falle von Stößen in Längsrichtung auf Anhänge, wie z. B. Bodenwrange, Extralaminat, UD-Gurt, Aufprallelement usw., Schäden zu vermeiden.

9.3.6 Übertragung von Säulenlasten

Schotten, die als Säulen anstelle von Unterdeckträgern vorgesehen sind und konzentrierten Lasten ausgesetzt sind oder andere Strukturen, die schwere Lasten tragen, sind für diese Lasten zu dimensionieren. ISO 12215-10 enthält eine Mastspuranalyse für Segelfahrzeuge.

9.3.7 Lasten durch Außenbordmotoren

Anhang K enthält Informationen zu durch Außenbordmotoren auf die Struktur des Wasserfahrzeugs ausgeübte Lasten. Sie sind keine Anforderung dieses Dokuments, da es sich nicht um eine Drucklast handelt, sie können jedoch gegebenenfalls für die strukturelle Analyse des Heckspiegels oder Wasserfahrzeugs nützlich sein. Literaturhinweis Nr. [15] liefert weitere Informationen zu diesem Punkt.

10 Mechanische Eigenschaften und Entwurfsspannungen

10.1 Faktor der Bootsbauqualität K_{BB}

Dieses Dokument geht zunächst davon aus, dass der Bootsbauer den Stand der Technik im Hinblick auf die Bauverfahren und das Material angemessen beachtet hat, z. B., sofern anwendbar:

- die Bauumgebung (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw. während der Lagerung und des Baus);
- den Bauprozess (z. B. Vorbereitungsprozess vor dem Bau wie etwa Entstauben, Entfetten, Grundieren usw.);
- die Materialart (z. B. die richtige Materialkombination usw.);
- usw.

Darüber hinaus und nur für glasfaserverstärkte Kunststoffe (FRP) gibt der Faktor k_{BB} die Qualität des vom Bootsbauern erhaltenen Materials im Bauzustand an. Anhang C ist für die Beurteilung der anfänglichen mechanischen Eigenschaften von Verbundwerkstoffen zu verwenden, die anschließend um den Faktor k_{BB} korrigiert werden.

Tabelle 15 legt eine Reihe aus 3 Bauprozessqualitätsstufen, die die Zuverlässigkeit der mechanischen Eigenschaften wiedergibt, fest. Die entsprechenden Werte für k_{BB} müssen in Tabelle 17 verwendet werden.

Tabelle 15 — Werte für den k_{BB} -Faktor

Bau- qualität	Bootsbauermerkmale	Wert für k_{BB}	
		Handverlegt	Eingespritzt, Prepreg oder vergleichbar
GEPRÜFT	Mechanische Merkmale der produzierten Lamine ^a , wie gefertigt, basierend auf der Prüfung der mechanischen Eigenschaften (Modul, Bruchbelastung usw.) ^b . Überwachungsprotokolle, Materialchargenrückverfolgbarkeit, Häufigkeit (mindestens einmal je Jahr) und Prüfverfahren werden in einer Qualitätsverfahrensanweisung wie etwa ISO 9001 oder vergleichbar festgehalten.	1 auf den geprüften Wert	1 auf den geprüften Wert
HOCH	Überwachung des Fasermassenanteils, entweder aus einer Probendicke mit einem theoretischen Ansatz oder durch einen Verbrennungsprozess für eine Auswahl repräsentativer Laminierungen. Überwachungsprotokolle, Materialchargenrückverfolgbarkeit, Häufigkeit (mindestens einmal je Jahr) und Prüfverfahren werden in einer Qualitätsverfahrensanweisung wie etwa ISO 9001 oder vergleichbar festgehalten.	0,95 des Berechnungs-/Tabellenwerts	1 des Berechnungs-/Tabellenwerts
GERING	Keine Messung oder Prüfung des Fasermassenanteils. Der Volumengehalt ist aus Tabelle C.7 entsprechend dem relevanten Bauprozess entnommen (Mindestwert im Fall von Wertebereichen)	0,75 des Berechnungs-/Tabellenwerts	0,80 des Berechnungs-/Tabellenwerts
^a Nicht nur auf UD-Schichten basierend. ^b Prüfungen basieren für Spannungen auf 90 % der Mittelwerte oder dem Mittelwert abzüglich 2 Standardabweichungen, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, und dem Mittelwert des Moduls, siehe Punkt 2 in Tabelle C.1.			

ANMERKUNG Metall, Holz/Sperrholz und Sandwich-Einlagen stehen durch industrielle Prozesse und/oder Auswahl zur Verfügung und ihre mechanischen Eigenschaften hängen nicht wesentlich von dem Herstellungsprozess des Wasserfahrzeugs ab. Der Baufaktor k_{BB} gilt daher als 1, sodass Tabelle 17 die Entwurfsspannungen dieser Materialien ohne k_{BB} festlegt.

10.2 Beurteilungsverfahrensfaktor k_{AM}

Der Beurteilungsverfahrensfaktor k_{AM} ist in Tabelle 16 festgelegt.

ANMERKUNG Dieser Faktor dient dazu, ein „ausgewogenes“ Verhältnis der Ergebnisse der verschiedenen Beurteilungsverfahren und und hierdurch sicherzustellen, dass einfachere Beurteilungsverfahren konservativere Ergebnisse liefern als wissenschaftlich entwickelte Verfahren.

Tabelle 16 — Beurteilungsverfahrens faktor k_{AM}

Bestimmung von k_{AM}		
Bewertungsverfahren	Wert von k_{AM}	
	FRP und Holz	Metall
Verfahren 1 „vereinfachtes“ Verfahren	0,9	1
Verfahren 2 „erweitertes“ (Faserlagen-)Verfahren	0,95	1
Verfahren 3 „Entwickelt“ und 5 „FEM“-Verfahren	1	1
Verfahren 4 „Direktprüfung“	1	1

10.3 Entwurfsspannungen nach Material und Berechnungsverfahren

Die Entwurfsspannungen werden in Tabelle 17 festgelegt.

Tabelle 17 — Entwurfsspannungen für Beplattungen und Versteifungen nach Material

Material	Strukturelles Element	Direkte Spannung σ_d N/mm ²	Scherbeanspruchung τ_d N/mm ²	
FRP	Einlagige Beplattung, vereinfachtes Verfahren	$\sigma_d = 0,5 \sigma_{uf} \times k_{BB} \times k_{AM}$	$\tau_d = 0,5 \tau_u \times k_{BB} \times k_{AM}$	
	Versteifungen ^a	$\sigma_{do} = 0,5 \sigma_{ut} \times k_{BB} \times k_{AM}$	$\tau_d = 0,5 \tau_u \times k_{BB} \times k_{AM}$	
	Außenlage von Sandwichplatten	$\sigma_d = 0,5 \sigma_{ut} \times k_{BB} \times k_{AM}$	$\tau_d = 0,5 \tau_u \times k_{BB} \times k_{AM}$	
	Innenlage von Sandwichplatten ^{a,b}	$\sigma_{di} = \min[0,5 \sigma_{uc} ; 0,3(E_c \times E_{CO} \times G_{CO})^{0,33}] \times k_{BB} \times k_{AM}$	$\tau_d = 0,5 \tau_u \times k_{BB} \times k_{AM}$	
	Sandwicheinlage oder Füllmaterial Mindestwert oder σ_{uco} - oder τ_{uco} -Einlagenwert vom Einlagenhersteller/-lieferanten in <i>b</i> - und <i>l</i> -Richtung verwenden, sofern relevant (siehe Tabelle A.4)	Einlagen-Druckspannung senkrecht zur Plattenebene		Einlagen-Scherbeanspruchung
		Hirnholzbalsa	$\sigma_{dcco} = 0,5 \sigma_{ucco} \times k_{AM}^c$	$\tau_{dco} = 0,5 \tau_{uco} \times k_{AM}^c$
		Bruchdehnung ≤ 35 %	$\sigma_{dcco} = 0,55 \sigma_{ucco} \times k_{AM}^d$	$\tau_{dco} = 0,55 \tau_{uco} \times k_{AM}^d$
		Bruchdehnung > 35 % ^d	$\sigma_{dcco} = 0,65 \sigma_{ucco} \times k_{AM}^d$	$\tau_{dco} = 0,65 \tau_{uco} \times k_{AM}^d$
		Wabenstruktur	$\sigma_{dcco} = 0,5 \sigma_{ucco} \times k_{AM}^e$	$\tau_{dco} = 0,5 \tau_{uco} \times k_{AM}^e$
Aluminium-legierung	Beplattung	$\sigma_d = \min(0,6 \sigma_{uw} ; 0,9 \sigma_{yw})$	$\tau_d = 0,58 \sigma_d$	
	Versteifungen	$\sigma_d = 0,7 \sigma_{uw}^f$	$\tau_d = 0,58 \sigma_d$	

Material	Strukturelles Element	Direkte Spannung σ_d N/mm ²	Scherbeanspruchung τ_d N/mm ²
Stahl	Beplattung	$\sigma_d = \min(0,6 \sigma_u ; 0,9 \sigma_y)$	$\tau_d = 0,58 \sigma_d$
	Versteifungen	$\sigma_d = 0,8 \sigma_y$	$\tau_d = 0,58 \sigma_d$
Schichtholz und Sperrholz	Beplattung	$\sigma_d = 0,5 \sigma_{uf} \times k_{AM}^f$	$\tau_d = 0,5 \tau_u \times k_{AM}$
	Versteifung	$\sigma_d = 0,45 \sigma_{uf} \times k_{AM}^g$	$\tau_d = 0,45 \tau_u \times k_{AM}$
Sperrholz am Rand	Versteifung	$\sigma_d = 0,45 \sigma_{uf} \times k_{AM}^g$	$\tau_d = 0,45 \tau_u \times k_{AM}$
Massives Bestandsholz	Versteifung	$\sigma_d = 0,4 \sigma_{uf} \times k_{AM}^g$	$\tau_d = 0,4 \tau_u \times k_{AM}$

ACHTUNG — k_{BB} ist ein Bootsbaufaktor und betrifft nur FRP, siehe Anhang C.

Mechanische Eigenschaften für Einlagen (σ_{co} , τ_{co} , E_{co} und G_{co}) müssen dem von dem Hersteller/Lieferanten angegebenen Mindestwert entnommen werden.

Die Anforderungen an die Einlage berücksichtigen Faltenbildungswirkungen, auch wenn diese nicht formell angegeben sind.

- ^a σ_c wird bei Druckspannungen (üblicherweise der obere Flansch der Versteifung) und σ_t bei Zugspannungen (üblicherweise die Beplattung) berücksichtigt. Beide Verifizierungen müssen berechnet werden; siehe Anhang C zur Beurteilung von σ_c . Für die Innenlage von Sandwichplatten gibt es die zusätzliche Anforderung $0,3(E_c \times E_{CO} \times G_{CO})^{0,33}$, wodurch Faltenbildung auf der Lage verhindert wird.
- ^b E_c ist der Kompressionsmodul E der Innenlage in Richtung b , $0/90^\circ$ Ebenenachse des Paneels, E_{CO} ist der Kompressionsmodul E der Einlage rechtwinklig zu den Lagen, G_{CO} ist der Schermodul der Einlage parallel zur Lastrichtung.
- ^c Wenn Balsaholz eine geringe Variabilität der mechanischen Eigenschaften aufweist und Maßnahmen getroffen werden, um die Einlage durch Harzverkapselung zu versiegeln, wo diese angewendet wird, darf der Faktor 0,5 bei 0,55 τ_u angehoben werden.
- ^d In Abhängigkeit der Art des Einlagenmaterials.
- ^e Eine Wabenstruktur weist in b - und l -Richtung möglicherweise andere Werte auf, siehe Tabelle A.4.
- ^f Für geschweißtes Aluminium und wo die maximale Spannung in der HAZ (Wärmeeinflusszone) liegt. Nach Eurocode 9 und MIG-Schweißverfahren beträgt der HAZ-Abstand zum nächsten Schweißnahtende 20 mm für $t < 6$; 30 mm für $6 < t < 12$, und 35 für $12 < t < 30$. Wenn Aluminium nicht geschweißt, sondern genietet, geklebt usw. wird oder der analysierte Bereich eindeutig außerhalb der HAZ liegt, dürfen die nicht-geschweißten Eigenschaften verwendet werden. Als geschweißt dokumentierte Daten dürfen ebenfalls verwendet werden.
- ^g Die Biegebruchfestigkeit von laminierter Holz- oder Sperrholzbeplattung wird parallel zur b -Richtung des Paneels gemessen.

ANMERKUNG Diese Entwurfsspannungen gelten in Lastrichtung, d. h. entlang der kleinen Abmessung b eines Paneels, und für Versteifungen entlang seiner Länge, dies gilt auch für an der Versteifung angebrachte Beplattungen. Für orthotrope Paneele, siehe A.9, sind die Entwurfsspannungen möglicherweise in b - und l -Richtung erforderlich. Für Sandwich-Beplattungen und Versteifungen ist die Spannung entweder eine Zug- oder Druckfestigkeit entsprechend dem Abstand zur neutralen Achse; ausführliche Erläuterungen sind in Anhang H enthalten.

11 Verfahren für strukturelle Analyse und Ermittlung der Dimensionierung

11.1 Die sechs verfügbaren Verfahren

Sechs Verfahren für strukturelle Analyse und Ermittlung der Dimensionierung sind in Tabelle 18 in der Reihenfolge ihrer Einfachheit festgelegt. Für das gleiche Boot können mehrere Analyseverfahren angewendet werden. Die genaue Anwendung der Verfahren ist in den Anhängen angegeben.

Tabelle 18 — Verfahren für strukturelle Analyse und Ermittlung der Dimensionierung für Beplattungen und Versteifungen

Analyseverfahren	Material	Verfahrenstyp	Geprüftes Element	Abschnitte und Tabellen	Werkstoffeigenschaften
1 Vereinfacht	Metall und Holz (Sperrholz und kaltgeformt)	Gleichung für t_d	Einzellage	A.1 bis A.9 und A.10.1 σ_d aus Tabelle 17	Anhang B für Metall Anhang G für Holz
	GRP	Gleichung für t_d umgewandelt in w_f	Einzellage und Sandwich	A.1 bis A.9 und A.10.2 E und H.3 für Sandwich σ_d aus Tabelle 17	Anhang C für GRP Anhang G für Holz
	GRP	F_d, M_d, SM, t_{web}	Versteifung	A.1 bis A.9, A.12, G und H.4 für Versteifungen A.13 für Schotten σ_d aus Tabelle 17	Anhang C
2 Erweitert	Metall, Holz und quasi-isotropische FRP	Faserlagen-Analyse F_d, M_d, t_{web}	Beplattung (Einzellage und Sandwich) Versteifungen	A.1 bis A.9 und A.11 und H.3 Sandwich A.12 und H.4 Versteifungen A.13 und H.4 Schotten σ_d aus Tabelle 17	Anhang B, Anhang C und Anhang F
3 Entwickelt	Alle FRP	Wie oben und CLT			
4 Direkte Prüfung	Alle, aber hauptsächlich FRP	F_d, M_d, SM und Biegeversuch		11.5	Nicht relevant
5 FEM	Alle, einschließlich entwickelte FRP	3D-Finite-Element-Verfahren	Beplattung (Einzellage und Sandwich) Versteifungen und Allgemein	11.6 und Drücke aus Tabelle 12 und Tabelle 13 σ_d aus Tabelle 17	Anhang B, Anhang C und Anhang F
Alternative Prüfung					
6 Fallprüfung	FRP und nicht verstärkte Kunststoffe	Prüfung	Alle	Anhang D	Nicht relevant

ACHTUNG — Für FRP darf die erforderliche Dicke aus Tabelle A.5 oder, sofern diese in diesem Dokument angegeben wird, nicht gemessen werden, sondern muss in die Masse der Trockenfaserverstärkung w_f (kg/m²) unter Verwendung des Faservolumenanteils ϕ oder Massenteils ψ nach Tabelle C.2 oder Tabelle C.7 umgerechnet und mit der tatsächlichen Verstärkungsmasse verglichen werden.

11.2 Verfahren 1: „vereinfachtes“ Verfahren

Das „vereinfachte“ Verfahren gilt nur für:

- Einzellagen- oder Sandwich-GRP (glasfaserverstärkte Kunststoffe) mit denselben Eigenschaften in b - und l -Richtung und hergestellt aus den in Tabelle C.5 bis C.10 aufgeführten Glasfaserschichten;
- Metalle und Holz (Sperrholz oder Schichtholz, siehe Anhang F).

Dieses Verfahren wird im Detail unter Unterabschnitt A.10 und in der linken Spalte von Tabelle A.5 für Einzellagen- oder Sandwich-Bepplattung oder für Versteifungen mit den folgenden Eingaben erläutert, sofern anwendbar:

- die in Tabelle 12 bis Tabelle 14 festgelegten Entwurfsdrücke;
- die in den Tabelle 15 bis Tabelle 17 und in Anhang B für Metalle, Anhang C für GRP und Anhang F für Holz-/Schichtholzlamine festgelegten Entwurfsspannungen;
- für Sandwich-Paneele spezifische Anforderungen nach Tabelle A.6 für Spannungen in Lagen und Tabelle A.7 für Einlagenfestigkeit.

Anhang E und Anhang H dürfen für das Widerstandsmoment (SM) oder die Berechnung der Scherkraft und des Biegemoments verwendet werden.

11.3 Verfahren 2: „erweitertes“ Verfahren (Faserlagen-Analyse)

Das „erweiterte“ Verfahren gilt für Bepplattungen und Versteifungen aus denselben Materialien wie im vereinfachten Verfahren plus allgemeiner orthotroper Materialien, siehe Anmerkung, die aus den in Tabelle C.5 bis Tabelle C.10 aufgeführten Schichten hergestellt werden.

Dieses Verfahren wird im Detail in der rechten Spalte von Tabelle A.5 und unter H.1 mit denselben Eingaben wie für das vereinfachte Verfahren erläutert.

Für Versteifungen gelten der Abschnitt A.12 bis Abschnitt A.14 zur Verifizierung, dass das tatsächliche Entwurfsbiegemoment und die Scherkraft größer sind als die Entwurfswerte aus Tabelle H.6 bis Tabelle H.8 oder die vorberechneten Werte in Anhang G.

ANMERKUNG Isotropische Materialien haben dieselben Eigenschaften in allen Richtungen, allgemeine orthotrope (anisotrope) Materialien haben unterschiedliche Eigenschaften bei 0 und 90°, manche orthotrope Materialien haben jedoch dieselben Eigenschaften in 0- und 90°-Richtung relativ zu den Paneelabmessungen b und l .

11.4 Verfahren 3: „Entwickeltes“ Verfahren für alle Lamine, einschließlich nicht ausgeglichener Lamine

Das „entwickelte“ Verfahren gilt für alle Laminat-Arten, einschließlich nicht-ausgeglichener Lamine. Die Eingaben sind dieselben wie für das erweiterte Verfahren, siehe auch rechte Spalte von Tabelle A.5.

Das Verfahren nutzt die CLT (klassische Laminat-Theorie), die die Lamine lagenweise wie in Anhang H analysiert, aber üblicherweise die Dehnung oder Spannung in den beiden Richtungen b und l unter Anwendung von Tsai-Wu oder Tsai-Hill oder anderer Festigkeitskriterien prüft. Zahlreiche CLT-Softwareprogramme sind im Handel erhältlich. Es muss geprüft werden, ob die CLT-Software Faltenbildung auf der inneren Lage eines Sandwich-Paneels und die Scherbeanspruchung in der Einlage berücksichtigt.

ANMERKUNG Das erweiterte Verfahren Faserlagenanalyse verwendet ϵ_f für Einzellagen in Anhang H, aber nicht die Tsai-Wu-Spannungsanalyse des SRM-Verfahrens in Anhang C. Für andere Lamine (nicht ausgeglichene Lamine, d. h. triaxiales Gewebe oder UDs in nur einer Richtung) erfordert das erweiterte Verfahren das CLT-Verfahren mit Tsai-Wu. Aus diesem Grund haben die Verfasser dieses Dokuments k_{AM} eingeführt, um die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren auszugleichen und das vereinfachte Verfahren konservativer zu gestalten.

11.5 Verfahren 4: „Direktprüfung“

Das Bruchbiegemoment und die Scherkraft eines Laminatpaneels/-streifens (Einzellage oder Sandwich) oder einer Versteifung mit angebrachter Beplattung werden auf einer Biegemaschine/Bank geprüft, um festzustellen, ob dieser Wert mindestens dem vorgeschriebenen Wert entspricht. Dies ermöglicht es, die Eigenschaften jeder Schicht außer Acht zu lassen.

Bei den in Tabelle C.1 genannten Prüfnormen muss die Berechnungsfestigkeit (Biegemoment und Scherkraft) 90 % der mittleren Bruchspannung oder den Mittelwert abzüglich zweier Standardabweichungen betragen, je nachdem, welcher Wert geringer ist; Das Entwurfsbiegemoment und die Scherkraft müssen $0,5 \times k_{BB}$ dieses Ergebnisses mit $k_{AM} = 1$ betragen, siehe Tabelle 16.

Da die Prüfung üblicherweise zu erheblichen Durchbiegungen führt, verlaufen die Reaktionskräfte an den Endstützen möglicherweise nicht parallel zu der/den Lastkraft/Lastkräften. In diesem Fall muss das tatsächliche Biegemoment möglicherweise neu berechnet werden, um eine Fehlausrichtung zu berücksichtigen, sofern nicht eine spezielle Stützvorrichtung dies berichtigt.

11.6 Verfahren 5: „FEM“ – Finite-Elemente-Verfahren

11.6.1 Allgemeine Erwägungen

Dieses Verfahren, das hauptsächlich für „entwickelte“ FRP-Konstruktionen gilt, erkennt an, dass strukturelle Komponenten am besten durch heute bequem verfügbare numerische 3D-Verfahren analysiert werden. Das Verfahren nutzt die Tabelle 12 und Tabelle 13 für den Entwurfsdruck und Tabelle 17 für die Entwurfsspannung oder -dehnung. Die mechanischen Eigenschaften der Materialien müssen aus dem relevanten Anhang (Anhang B, C, oder F) abgeleitet werden.

Das nur für die lineare Analyse anwendbare empfohlene Verfahren besteht darin:

- 1) einen Einheitsdruck auf die analysierten Elemente anzuwenden, wobei sorgfältig darauf geachtet wird, wie das Modell „gehalten“ wird, und sichergestellt wird, dass die Ergebnisse von externen Kräften und Momenten gleich null sind;
- 2) die Spannungen σ_i in jedem analysierten Element aufgrund des Einheitsdrucks zu berechnen;
- 3) für alle signifikanten Elemente zu prüfen, dass $\sigma_i \times P_d \leq \sigma_d$, wobei P_d der Entwurfsdruck, bestimmt für jedes Paneel mit allen relevanten Faktoren, ist. Siehe Anmerkung für eine alternative Berechnung.

Die Auswahl des/der Spannungsanalyseverfahrens und -software unterliegt den in diesem Unterabschnitt angegebenen Kriterien.

Das FEM-Verfahren darf, wie in 7.3.2 und an anderer Stelle vorgeschlagen, ebenfalls angewendet werden, um spezifische Paneele oder Anordnungen zu analysieren und, wenn möglich, einen Grundsatz für natürliche Versteifungen usw. zu ermitteln.

ANMERKUNG Da $P_{\text{Deck}} \approx 0,25 P_{\text{Boden}}$ und $P_{\text{Seite}} \approx 0,6 P_{\text{Boden}}$, könnten ein Einheitsdruck für den Boden, 0,6 für die Seite und 0,25 für das Deck verwendet werden.

WICHTIG — Es gilt als sorgfältige Konstruktionspraktik, aus diesem Verfahren 5 abgeleitete Dimensionierungen mit aus dem erweiterten Verfahren abgeleiteten Abmessungen zu vergleichen (siehe 11.3). Eine technische Erläuterung muss in allen Fällen vorgelegt werden, in denen numerische 3D-Verfahren erheblich geringere Dimensionierungen ergeben als die durch das erweiterte Verfahren ermittelten Abmessungen.

11.6.2 Allgemeine Anleitung für die Beurteilung durch numerische 3D-Verfahren

Der Begriff „numerisches 3D-Verfahren“ bezeichnet alle strukturellen Analyseverfahren, die nicht auf reine Geometrien beschränkt sind. Der Begriff entspricht in den meisten Fällen der Finite-Elemente-Analyse (FEA).

11.6.3 Grenzannahmen und Lastanwendung

In diesem Dokument werden keine expliziten Grenzannahmen festgelegt. Der Analyst muss sicherstellen, dass der zu analysierende kritische Bereich weit genug von den Modellgrenzen entfernt ist.

Lasten sollten so weit wie möglich als verteilte Lasten angewendet werden. Sofern Kräfte oder Momente als konzentrierte nodale Lasten angewendet werden, müssen diese weit genug von dem zu analysierenden kritischen Bereich entfernt sein.

11.6.4 Modell-Idealisierung

Modelle können Strahlen-, Platten- oder Blockmodelle sein. Sofern Strahlenelemente angewendet werden, müssen die effektiven Beplattungsabmessungen, sofern nicht anders dokumentiert, aus A.12.5 oder veröffentlichten effektiven Breitengleichungen ermittelt werden. Bei geschlossenen Blöcken mit erheblicher Torsionssteife sollte dieser Parameter anhand anerkannter Verfahren wie etwa der Bredt-Batho-Theorie berechnet werden.

Bei Verwendung plattenbasierter Modelle müssen zwischen den Spanten ausreichende Elemente verwendet werden, um lokale Biegewirkungen zu replizieren.

Sofern keine nichtlineare Analyse verwendet wird, sollten Analysten sicherstellen, dass Ausfallarten durch Knickbeanspruchung ausgeschlossen sind. Dies kann üblicherweise durch Beachtung der zulässigen Schlankheitsrate für Träger und Flansche nach A.12.6 berücksichtigt werden.

11.7 Verfahren 6: Alternative Prüfung – Fallprüfung

Die in Tabelle 2 und Anhang D angegebene Fallprüfung gilt nur für Wasserfahrzeuge mit $L_H < 6$ m. Für diese Wasserfahrzeuggröße können die doppelte Krümmung und/oder Schalenrumpfwirkungen und die Robustheit in den Verfahren nach 11.2 bis 11.6 nicht vollständig berücksichtigt werden. Das Fallprüfungsverfahren bietet eine Alternative, die insbesondere für Wasserfahrzeuge aus nichtverstärktem Kunststoff gilt, bei denen die Dicke und die Abmessungen nicht leicht zu messen sind und erhebliche Durchbiegungen von der in diesem Dokument angewendeten Theorie nicht behandelt werden können.

11.8 Mindestdicke aus „anerkannten Praktiken“

Dieses Dokument erfordert keine Mindestdicke für Wasserfahrzeuge, mit Ausnahme von Arbeitsbooten mit „schwerer Beanspruchung“, siehe Abschnitt 12, der informative Anhang I nennt jedoch ausschließlich zu Informationszwecken Werte aus „anerkannten Praktiken“.

12 Wasserfahrzeuge für gewerbliche Nutzung: gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote

Für kommerzielle Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote muss Anhang J zusätzlich zu oder anstelle von den anderen Anforderungen dieses Dokuments angewendet werden. Er beinhaltet zusätzliche Anforderungen für die Beurteilung von gewerblichen Wasserfahrzeugen für die professionelle Nutzung (Bareboat-Vermietung und -Charter, Arbeitsboote mit leichter oder schwerer Beanspruchung).

13 Eignerhandbuch

13.1 Allgemeines

Wo notwendig, müssen die Informationen aus 13.2 bis 13.4 dem Eignerhandbuch hinzugefügt werden.

13.2 Normale Betriebsart

ACHTUNG — Der Nutzer ist dafür verantwortlich, einen normalen Betriebsmodus einzuhalten. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeit des Wasserfahrzeugs an den vorherrschenden Seegang angepasst werden muss, indem das Wasserfahrzeug mit der „gebotenen seemännischen Sorgfalt“ betrieben wird.

13.3 Informationen zur Instandhaltung von Sandwich-Beplattungen

Sofern die Sandwich-Außenlage dünner ist als die Werte „anerkannter Praktiken“ aus Anhang I, werden die folgenden Informationen oder vergleichbare oder ausführlichere Informationen in das Eignerhandbuch aufgenommen:

ACHTUNG — Die Außenhaut des Wasserfahrzeugs ist stark genug, um dem Entwurfsdruck, aber nicht lokalen Beschädigungen durch den Zusammenprall mit harten oder scharfen Gegenständen zu widerstehen. Schäden an der Außenhaut müssen unverzüglich repariert werden.

13.4 In Anhang J geforderte Informationen — für gewerbliche Wasserfahrzeuge und Arbeitsboote

Sofern relevant, werden die in Abschnitt J.3 geforderten Informationen aufgenommen.

14 Anwendungsformblatt

Das Anwendungsformblatt aus Anhang L oder ein vergleichbares Formblatt darf verwendet werden, um genau darzulegen, wie dieses Dokument angewendet wurde.

Anhang A (normativ)

Anwendung der Analyseverfahren 1 bis 3 aus Tabelle 18

A.1 Zweck dieses Anhangs

Wenn eines der Analyseverfahren 1 bis 3 nach Tabelle 2 und Tabelle 18 für die strukturelle Analyse des Wasserfahrzeugs ausgewählt wurde, muss dieser Anhang verwendet werden. Dieser Anhang gilt für Verfahren 1, 2 und 3 gleichermaßen.

A.2 Paneel-Prüfung

A.2.1 Allgemeiner Fall: eigene Sekundärversteifung in gleichmäßigen Abständen

Bei traditionellen Rumpfhautkonstruktionen aus Metall oder Holz sind die „Sekundärversteifungen“, d. h. die Versteifungen, die die Beplattung direkt stützen (siehe 7.1), spezifische Versteifungen wie etwa Stringer, Spanten, Balken oder Böden mit relativ regelmäßigem Abstand. Hier kann 7.1 problemlos angewendet werden. In diesem Fall geht dieses Dokument davon aus, dass die Beplattung vollständig an ihrer Verbindung mit der Sekundärversteifung befestigt (verklemmt) ist, da sie einem nahezu konstanten Druck über einen nahezu konstanten Stützabstand unterliegt, und A.7 wird ohne Einschränkungen angewendet.

A.2.2 Paneel-Prüfung in anderen Fällen

Die Geschichte kleiner Wasserfahrzeugstrukturen und insbesondere das Aufkommen der FRP-Bauweise haben zu anderen strukturellen Konfigurationen als bei Metall-Wasserfahrzeugen geführt, die die Vorteile gekrümmter Formen, von Unterkunftsräumen usw. nutzen, und die strukturelle Konfiguration basiert oftmals auf der folgenden Art von Versteifungen:

- Spezielle Versteifungen wie etwa Stringer, Träger, Kojenkanten, Spanten, Auskleidungen, Schalenformteile usw.
- Natürliche Versteifungen wie etwa abgewinkelte Mittelachsen, Deck-/Rumpfwinkel, Knickspanten und Rundbilgen usw.

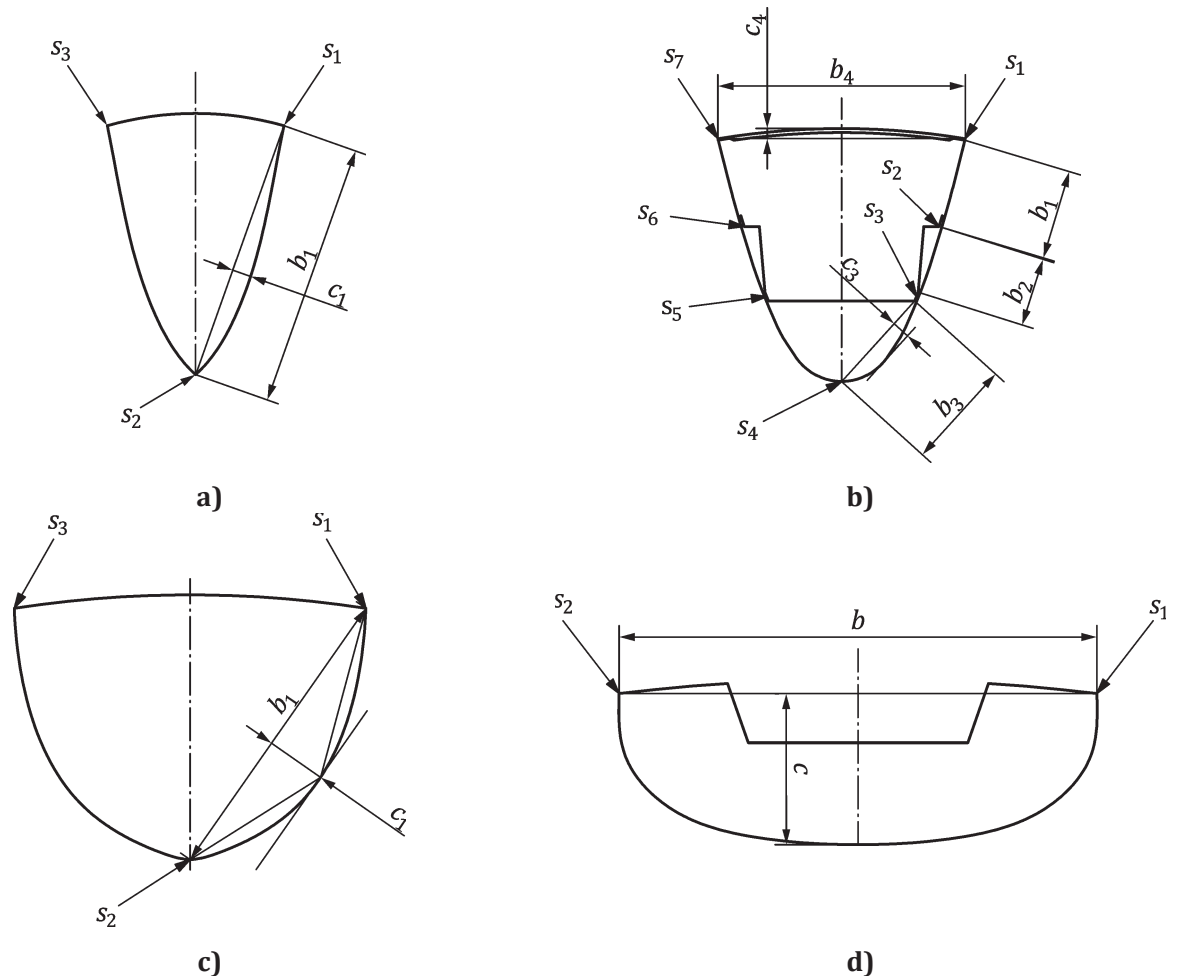
Bild A.1 und Bild A.2 zeigen verschiedene natürliche und spezielle Versteifungen. Bild A.1 a) und Bild A.1 c) zeigen Blöcke ohne spezielle natürliche Versteifungen, aber mit drei natürlichen Versteifungen s_1 , s_2 , s_3 durch die Verbindung zwischen Rumpf und Deck und die Mittelachse. In Bild A.1 d) hat die Mittelachse keine Kimm oder V-Stücke und kann daher nicht als Versteifung betrachtet werden. Darüber hinaus sind mit den Rumpf-/Deckwinkeln nur zwei natürliche Versteifungen vorhanden. Bild A.1 b) zeigt einen Block, bei dem die Auskleidung zwei spezielle Versteifungen auf jeder Seite hinzufügt: s_2 , s_3 , s_5 und s_6 .

A.3 Bestimmung der kurzen Abmessung und Krümmung eines Paneels

Es wird eine gerade Linie zwischen den nächstgelegenen Punkten dieser Versteifungen gezogen. b und die Wölbung c werden gemessen (siehe Bild A.1) und anschließend wird k_C nach Tabelle A.3 und Bild A.8 berechnet.

A.4 Sehr große Paneele

Der Mindestabstand zwischen den beiden nächstgelegenen „natürlichen“ Versteifungen wird ermittelt. In dem Fall in Bild 6 d) sind die beiden Deck-/Rumpfwinkel die einzigen natürlichen Versteifungen, da die Mittelachse nicht steif genug ist, um als natürliche Versteifung zu gelten. Die Wölbung des Paneels c wird gemessen und k_C wird nach Tabelle A.3 und Bild A.8 berechnet.



Legende

$s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7$ Versteifungen

Bild A.1 — Beispiele für die Beurteilung der Größe und Krümmung von Paneelen

In Bild A.1 d) wird die Berücksichtigung des gesamten Bodens als ein Paneel mit der Wölbung c wahrscheinlich zu einer übermäßig konservativen Beurteilung führen und die Lösung in Bild A.3 a) bis d) ist wahrscheinlich besser geeignet.

A.5 Fälle, in denen rund gekrümmte und Knickspanten-Paneele als „natürliche“ Versteifungen dienen

A.5.1 Allgemeines

Um festzustellen, ob eine „Rundbilge“ als Versteifung dient, wird das folgende Verfahren empfohlen, siehe Bild A.3. Andere dokumentierte Verfahren sind zulässig, einschließlich über die Nutzung von FEM.

A.5.2 Fall a: gekrümmte oder u-förmige Paneele:

Nach Möglichkeit wird ein Kreis gefunden, der ungefähr der Form des Rumpfs entspricht. Seine Verbindung zu dem Rumpf ist üblicherweise an dem Tangentialpunkt mit einer Parallelen zur Diagonalen zwischen dem Boden bei C_L und der Deckkante.