

**DIN EN ISO 12215-8**

ICS 47.020.10; 47.080

**Kleine Wasserfahrzeuge –  
Rumpfbauweise und Dimensionierung –  
Teil 8: Ruder (ISO 12215-8:2009);  
Deutsche Fassung EN ISO 12215-8:2009**

Small craft –  
Hull construction and scantlings –  
Part 8: Rudders (ISO 12215-8:2009);  
German version EN ISO 12215-8:2009

Petits navires –  
Construction de coques et échantillonnage –  
Partie 8: Gouvernails (ISO 12215-8:2009);  
Version allemande EN ISO 12215-8:2009

Gesamtumfang 55 Seiten

Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12215-8:2009) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/SST 01 „Schiffbau und maritime Strukturen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom CMC gehalten wird. In Zusammenarbeit mit dem CEN/BT/WG 69 „Kleine Wasserfahrzeuge“ ist für die deutsche Mitarbeit der Arbeitsausschuss NA 132-08-01 AA der Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN zuständig.

Aufgrund der Änderung der EG-Richtlinie 94/25/EG durch die EG-Richtlinie 2003/44/EG werden folgende Hinweise gegeben:

Der Begriff „Auslegungskategorie“ wurde durch den Begriff „Entwurfskategorie“ ersetzt. Die Entwurfskategorien weichen in dieser Norm von der geänderten Richtlinie ab. Nach EG-Richtlinie 2003/44/EG lauten die Definitionen wie folgt:

**A. Hochsee:** Entworfen für ausgedehnte Fahrten, bei denen Wetterverhältnisse mit einer Windstärke über 8 (Beaufort-Skala) und signifikanten Wellenhöhen über 4 m auftreten können und die diese Boote weitgehend aus eigener Kraft bestehen können, jedoch ausschließlich extremer Wetterverhältnisse.

**B. Außerhalb von Küstengewässern:** Ausgelegt für Fahrten außerhalb von Küstengewässern, bei denen Wetterverhältnisse mit einer Windstärke bis einschließlich 8 und signifikanten Wellenhöhen bis einschließlich 4 m auftreten können.

**C. Küstennahe Gewässer:** Ausgelegt für Fahrten in küstennahen Gewässern, großen Buchten, Flussmündungen, Seen und Flüssen, bei denen Wetterverhältnisse mit einer Windstärke bis einschließlich 6 und signifikanten Wellenhöhen bis einschließlich 2 m auftreten können.

**D. Geschützte Gewässer:** Entworfen für Fahrten in geschützten küstennahen Gewässern, kleinen Buchten, auf kleinen Seen, schmalen Flüssen und Kanälen, bei denen Wetterverhältnisse mit einer Windstärke bis einschließlich 4 und signifikanten Wellenhöhen bis einschließlich 0,3 m und gelegentlich Wellenhöhen von höchstens 0,5 m, beispielsweise aufgrund vorbeifahrender Schiffe, auftreten können.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 8666      siehe    DIN EN ISO 8666  
ISO 12215-5   siehe    DIN EN ISO 12215-5

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 8666, *Kleine Wasserfahrzeuge — Hauptdaten*

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

**Deutsche Fassung**

**Kleine Wasserfahrzeuge —  
Rumpfbauweise und Dimensionierung —  
Teil 8: Ruder  
(ISO 12215-8:2009)**

Small craft —  
Hull construction and scantlings —  
Part 8: Rudders  
(ISO 12215-8:2009)

Petits navires —  
Construction de coques et échantillonnage —  
Partie 8: Gouvernails  
(ISO 12215-8:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. April 2009 angenommen.

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 Management-Zentrum des CEN 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

## Inhalt

|                                                                                 | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                   | 4     |
| Einleitung.....                                                                 | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                       | 6     |
| 2 Normative Verweisungen.....                                                   | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                                | 6     |
| 4 Symbole .....                                                                 | 7     |
| 5 Entwurfsspannungen .....                                                      | 10    |
| 5.1 Ruderwerkstoff.....                                                         | 10    |
| 6 Ruder- und Steuerungsanlagen, Rudertypen .....                                | 11    |
| 6.1 Allgemeines.....                                                            | 11    |
| 6.2 Rudertypen .....                                                            | 12    |
| 7 Berechnung der Entwurfsruderkraft.....                                        | 17    |
| 7.1 Allgemeines.....                                                            | 17    |
| 7.2 Kraft $F_1$ und entsprechender Lastfall .....                               | 17    |
| 7.3 Kraft $F_2$ und entsprechender Lastfall .....                               | 18    |
| 8 Ruderbiegemoment und Reaktionen an den Lagern .....                           | 19    |
| 8.1 Allgemeines.....                                                            | 19    |
| 8.2 Spatenruderanalyse (Typ I).....                                             | 19    |
| 8.3 Analyse von Skegrudern (Typen II bis V).....                                | 20    |
| 9 Entwurfsdrehmoment des Ruderschafts $T$ .....                                 | 23    |
| 10 Ruder und Ruderschaftkonstruktion .....                                      | 24    |
| 10.1 Lasttragende Teile des Ruders .....                                        | 24    |
| 10.2 Metallene Ruderschaftwerkstoffe .....                                      | 24    |
| 10.3 Entwurfsspannung für metallene Ruderschafte.....                           | 25    |
| 10.4 Erforderlicher Durchmesser für massive metallene Ruderschafte .....        | 25    |
| 10.5 Unterschiedliche Durchmesser bei Rudertyp I (Spatenruder) .....            | 25    |
| 10.6 Runder, rohrförmiger Ruderschaft .....                                     | 27    |
| 10.7 Nicht runde, metallene Ruderschafte .....                                  | 28    |
| 10.8 Einfache nicht isotropische Ruderschafte (z. B. Holz oder GfK) .....       | 28    |
| 10.9 Tragende Ruder und Ruderschafte aus komplizierten Verbundwerkstoffen ..... | 28    |
| 10.10 Durchbiegungskontrolle von Typ I Ruderschaften zwischen den Lagern .....  | 29    |
| 11 Gleichwertiger Durchmesser in der Ebene von Einkerbungen .....               | 29    |
| 12 Ruderlager, Spurzapfen und Ruderklöben .....                                 | 30    |
| 12.1 Lageranordnung .....                                                       | 30    |
| 12.2 Luftspalt zwischen Schaft und Lagern (Lagerspiel) .....                    | 31    |
| 13 Ruderschaftbauweise und Ruderkonstruktion.....                               | 32    |
| 13.1 Ruderschaftbauweise.....                                                   | 32    |
| 13.2 Ruderkonstruktion.....                                                     | 32    |
| 13.3 GfK-Ruderblätter.....                                                      | 32    |
| 13.4 Nicht GfK-Ruderblätter.....                                                | 33    |
| 14 Skegkonstruktion.....                                                        | 33    |
| 14.1 Allgemein.....                                                             | 33    |
| 14.2 Entwurfsspannung .....                                                     | 33    |
| Anhang A (normativ) Metall für Ruderschaft .....                                | 34    |
| Anhang B (normativ) Ruderschaftentwürfe aus komplexen Verbundwerkstoffen .....  | 38    |

|                                                                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Anhang C (normativ) Komplette Berechnung für Ruder mit Skeg .....</b>                                                                                                                            | <b>40</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Geometrische Eigenschaften von einigen typischen Ruderblattformen .....</b>                                                                                                | <b>44</b> |
| <b>Anhang E (informativ) Vertikale Durchmesserabweichung für Rudertyp I.....</b>                                                                                                                    | <b>47</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Typ I Ruder — Durchbiegung des Schafts zwischen den Lagern .....</b>                                                                                                       | <b>49</b> |
| <b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br/>grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 94/25/EG mit der Änderung EG-Richtlinie<br/>2003/44/EG .....</b> | <b>52</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                                                                                                                      | <b>53</b> |

## Tabellen

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Symbole, Koeffizienten, Parameter .....</b>                                                                                               | <b>7</b>  |
| <b>Tabelle 2 — Werte für Entwurfsspannungen.....</b>                                                                                                     | <b>10</b> |
| <b>Tabelle 3 — Berechnete Werte von <math>k_b</math> für trapezförmige Spatenruder als Funktion von <math>c_2/c_1</math> .....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>Tabelle 4 — Ruder und Wirkflächen .....</b>                                                                                                           | <b>15</b> |
| <b>Tabelle 5 — Werte von <math>r</math> und <math>r_{\min}</math> entsprechend des Rudertyps .....</b>                                                   | <b>24</b> |
| <b>Tabelle 6 — Entsprechende Durchmesser <math>d</math>.....</b>                                                                                         | <b>27</b> |
| <b>Tabelle 7 — Berechnete, empfohlene Lagerspiele <math>D - d</math> zwischen Schaft und Buchse .....</b>                                                | <b>31</b> |
| <b>Tabelle A.1 — Werte von <math>\sigma_d</math> für metallene Ruderschäfte .....</b>                                                                    | <b>36</b> |
| <b>Tabelle A.2 — Äquivalenz zwischen Edelstahl-Standardbezeichnungen .....</b>                                                                           | <b>37</b> |
| <b>Tabelle D.1 — Werte von <math>k_f</math> und <math>k_{f1}</math> für typische Grundrissformen .....</b>                                               | <b>45</b> |
| <b>Tabelle E.1 — Berechnete Werte für <math>\alpha = 1</math>, <math>\alpha = 0,75</math> und <math>\alpha = 0,5</math> .....</b>                        | <b>48</b> |
| <b>Tabelle F.1 — Berechnete maximale Werte des <math>h_u/d</math>-Verhältnisses und von <math>h_u</math> für <math>30 &lt; d &lt; 120</math> mm.....</b> | <b>51</b> |
| <b>Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 94/25/EG<br/>mit der Änderung 2003/44/EG .....</b>                   | <b>52</b> |

## Bilder

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bild 1 — Graphische Ermittlung des Flächenschwerpunkts, CS, für ein Trapez .....</b>                                               | <b>13</b> |
| <b>Bild 2 — Spatenruder: Typ I .....</b>                                                                                              | <b>14</b> |
| <b>Bild 3 — Weitere Rudertypen: Typ II bis Typ V .....</b>                                                                            | <b>16</b> |
| <b>Bild 4 — Idealisierte Darstellung für vereinfachtes Verfahren .....</b>                                                            | <b>22</b> |
| <b>Bild 5 — Veränderung von <math>d/d_{\max}</math> in Abhängigkeit von <math>h_{in}/h_u</math> bzw. <math>h_{ou}/h_r</math>.....</b> | <b>26</b> |
| <b>Bild 6 — Bestimmung des gleichwertigen Durchmessers in der Ebene von Einkerbungen oder<br/>Vierkantzapfen.....</b>                 | <b>30</b> |
| <b>Bild C.1 — Ruder mit Teilskeg .....</b>                                                                                            | <b>42</b> |
| <b>Bild C.2 — Ruder mit Vollskeg .....</b>                                                                                            | <b>43</b> |
| <b>Bild D.1 — Skizze von massiven und hohlen, rechteckigen oder stromlinienförmigen<br/>Querschnitten .....</b>                       | <b>44</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12215-8:2009) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit dem CEN/SS T01 „Schiffbau und maritime Strukturen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom CMC gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, dass die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

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

EN ISO 12215 *Kleine Wasserfahrzeuge — Rumpfbauweise und Dimensionierung* besteht aus:

- *Teil 1: Werkstoffe: Härtbare Harze, Verstärkungsfasern aus Textilglas, Referenzlaminat*
- *Teil 2: Werkstoffe: Kernwerkstoffe für Verbundbauweise, eingebettete Werkstoffe*
- *Teil 3: Werkstoffe: Stahl, Aluminiumlegierungen, Holz, andere Werkstoffe*
- *Teil 4: Werkstatt und Fertigung*
- *Teil 5: Entwurfsdrücke für Einrumpffahrzeuge, Entwurfsspannungen, Ermittlung der Dimensionierung*
- *Teil 6: Bauanordnung und Details*
- *Teil 7: Mehrrumpffahrzeuge*
- *Teil 8: Ruder*
- *Teil 9: Segelboote — Anhänge und Takelagezubehör*

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

## Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 12215-8:2009 wurde vom CEN als EN ISO 12215-8:2009 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Der Zweck der Erarbeitung dieser Internationalen Norm liegt darin, dass sich Normen und empfohlene Verfahren für die Lasten auf Rumpf und Dimensionierung kleiner Wasserfahrzeuge erheblich unterscheiden und damit die allgemeine, weltweite Anerkennung von Booten einschränken. Dieser Teil von ISO 12215 setzt an die niedrigere Grenzwertskala der üblichen Bootsbaupraxis an.

Ziel dieser Internationalen Norm ist es, eine strukturelle Gesamtfestigkeit zu erlangen, die die Wasserdichtigkeit und Wetterfestigkeit des Wasserfahrzeugs sicherstellt.

Nach Ansicht der Arbeitsgruppe wurde diese Internationale Norm unter Berücksichtigung des Standes der Technik und anerkannter technischer Prinzipien entwickelt. Die Entwurfslasten und Kriterien dieser Norm dürfen mit den Verfahren der Dimensionierungsbestimmung aus dieser Norm verwendet werden oder unter Verwendung von gleichwertigen Verfahren wie beispielsweise die Durchlaufträger Theorie, das Matrizenverdrängungsverfahren und das klassische Beschichtungsverfahren, wie hierin angegeben.

Hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen von Techniken, Bootstypen und kleinen Wasserfahrzeugen, die derzeit außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Internationalen Norm liegen, und vorausgesetzt dass Verfahren vorhanden sind, die von entsprechender Technik untermauert sind, könnte deren Anwendung in Erwägung gezogen werden, vorausgesetzt, dass eine dieser Internationalen Norm gleichwertige Festigkeit erreicht wird.

Die Dimensionierung nach dieser Internationalen Norm entspricht der aktuellen Praxis, unter der Voraussetzung, dass das Wasserfahrzeug nach den Regeln guter Seemannschaft ordnungsgemäß geführt und einer dem vorherrschenden Seegang angemessenen Geschwindigkeit ausgerüstet und eingesetzt wird.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 12215 legt die Bestimmungen für die Dimensionierung von Rudern, die an kleinen Wasserfahrzeugen mit einer Rumpflänge ( $L_H$ ) bis 24 m, gemessen nach ISO 8666, befestigt sind, fest. Dieser Teil von ISO 12215 gilt nur für Einrumpf-Wasserfahrzeuge.

Dieser Teil der ISO 12215 enthält keine Anforderungen für Rudereigenschaften zur ordnungsgemäßen Steuerung.

Dieser Teil der ISO 12215 berücksichtigt nur Drucklasten auf das Ruder, die durch das Manövrieren des Fahrzeugs entstehen. Lasten auf dem Ruder oder dem Steg, wo vorhanden, hervorgerufen durch Grundberührung oder Andocken, wo zutreffend, sind außerhalb des Anwendungsbereichs und müssen separat berücksichtigt werden.

**ANMERKUNG** Dimensionierungen, die sich aus diesem Teil von ISO 12215 ergeben, sind in erster Linie für Freizeitwasserfahrzeuge einschließlich Charterboote vorgesehen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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, *Small craft — Principle data*

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

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

**3.1 Entwurfskategorie**  
See- und Windverhältnisse, für die ein Boot nach diesem Teil der ISO 12215 geeignet ist, vorausgesetzt, das Boot wird im Sinne guter Seemannschaft ordnungsgemäß behandelt und bei einer dem vorherrschenden Seegang angemessenen Geschwindigkeit betrieben

**3.1.1 Entwurfskategorie A („Hochsee“)**  
Entwurfskategorie, die dafür geeignet ist, bei Wetterverhältnissen betrieben zu werden mit einer Wellenhöhe von mehr als 4 m und einer Windgeschwindigkeit von mehr als Windstärke 8 (Beaufort-Skala), ausschließlich extremer Wetterverhältnisse wie beispielsweise Orkane

**3.1.2 Entwurfskategorie B („Außerhalb von Küstengewässern“)**  
Entwurfskategorie, die geeignet ist, bei Wetterverhältnissen betrieben zu werden mit Wellenhöhen bis 4 m und einer Windgeschwindigkeit bis Windstärke 8 (Beaufort-Skala) oder weniger

**3.1.3 Entwurfskategorie C („Küstennahe Gewässer“)**  
Entwurfskategorie, die geeignet ist, bei Wetterverhältnissen betrieben zu werden mit Wellenhöhen bis 2 m und einer üblichen, dauerhaften Windgeschwindigkeit bis Windstärke 6 (Beaufort-Skala) oder niedriger

### 3.1.4

#### Entwurfskategorie D („Geschützte Gewässer“)

Entwurfskategorie, die geeignet ist, auf Gewässern mit Wellenhöhen bis und einschließlich 0,30 m betrieben zu werden mit gelegentlichen Wellen bis 0,5 m Höhe, beispielsweise von vorbeifahrenden Schiffen, und einer üblichen, dauerhaften Windgeschwindigkeit bis Windstärke 4 (Beaufort-Skala) oder niedriger

### 3.2

#### Masse des voll beladenen Bootes

$m_{LDC}$

Masse des voll beladenen, fahrbereiten Wasserfahrzeugs, einschließlich sämtlicher Anhänge, wie in ISO 8666 definiert

### 3.3

#### Segelfahrzeug

Boot, dessen Hauptantriebsmittel Windkraft ist, mit  $A_S > 0,07 (M_{LDC})^{2/3}$ , es gilt  $A_S$  ist die Gesamtsegelfläche, wie in ISO 8666 definiert, in Quadratmeter ( $m^2$ ), von allen Segeln, die gleichzeitig gesetzt werden können, wenn am Wind gesegelt wird

ANMERKUNG 1 Für Vordersegel ist dies die Fläche des vorderen Dreiecks.

ANMERKUNG 2 Im Folgenden dieser ISO 12215-8 werden Nicht-Segelfahrzeuge als Motorboote bezeichnet.

## 4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments, soweit nicht ausdrücklich gesondert festgelegt, gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole.

ANMERKUNG Die in den Anhängen verwendeten Symbole sind nicht in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1 — Symbole, Koeffizienten, Parameter**

| Symbol | Einheit | Bestimmung/Bedeutung des Symbols                                                                                                                                           | Entsprechender Unterabschnitt/Tabelle |
|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $A$    | $m^2$   | Gesamtfläche des beweglichen Teils des Ruders                                                                                                                              | 6.2.1, 6.2.3                          |
| $A_0$  | $m^2$   | Wirksame Ruderblattfläche (Typen II bis IV)                                                                                                                                | 6.2.3                                 |
| $A_1$  | $m^2$   | Ruderblattfläche (Typen II bis IV) oder obere Ruderblattfläche (Typ V)                                                                                                     | 6.2.3                                 |
| $A_2$  | $m^2$   | Untere Ruderblattfläche (Typ V)                                                                                                                                            | 6.2.3                                 |
| $A_3$  | $m^2$   | Ruderspornfläche [nur zur Typenbestimmung benutzt (siehe Bild 2)]                                                                                                          | 6.2.3                                 |
| $c$    | m       | Breite des Ruderblattes in der Höhe seines Flächenschwerpunktes                                                                                                            | 6.2.1, 6.2.2                          |
| $c_1$  | m       | Breite des Ruderkörpers an Oberkante Ruderblatt (Typ 1)                                                                                                                    | 6.2.1                                 |
| $c_2$  | m       | Breite des Ruderkörpers an Unterkante Ruderblatt (Typ 1)                                                                                                                   | 6.2.1                                 |
| $co_1$ | m       | Berücksichtigung für die Balancierung des Ruders an der Oberkante des Ruderblattes (Abstand zwischen der Vorderkante des Ruderblattes (LE) bis Mitte Ruderschaft) (Typ I)  | 6.2.2                                 |
| $co_2$ | m       | Berücksichtigung für die Balancierung des Ruders an der Unterkante des Ruderblattes (Abstand zwischen der Vorderkante des Ruderblattes (LE) bis Mitte Ruderschaft) (Typ I) | 6.2.2                                 |
| $d$    | mm      | Erforderlicher Ruderschaftsdurchmesser, der aus einer Vollwelle gefertigt ist                                                                                              | 10.4                                  |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol     | Einheit | Bestimmung/Bedeutung des Symbols                                                                                                           | Entsprechender Unterabschnitt/Tabelle |
|------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $d_i$      | mm      | Der Innendurchmesser eines Ruderschaftes, der aus einem Rohr gefertigt ist                                                                 | 10.6                                  |
| $d_o$      | mm      | Der Außendurchmesser eines Ruderschaftes, der aus einem Rohr gefertigt ist                                                                 | 10.4.2                                |
| $F$        | N       | Entwurfs Ruderkraft                                                                                                                        | 7.1                                   |
| $F_1$      | N       | Seitenkraft auf dem Ruder in Entwurfskategorie-Seegang                                                                                     | 7.2                                   |
| $F_2$      | N       | Seitenkraft auf dem Ruder während einer Wende mit hoher Geschwindigkeit bei leichtem Seegang                                               | 7.3                                   |
| $h_b$      | m       | Abstand zwischen Oberkante Ruderblatt und der Mitte des Hauptlagers                                                                        | 6.2.1                                 |
| $h_c$      | m       | Abstand zwischen Oberkante Ruderblatt und dem Flächenschwerpunkt des Ruderblattes                                                          | 6.2.1                                 |
| $h_d$      | m       | Abstand zwischen Oberkante Ruderblatt und der Mitte des Fingerlinglagers (Typ V)                                                           | 6.2.3                                 |
| $h_e$      | m       | Abstand zwischen Unterkante Ruderblatt und der Mitte des Fingerlinglagers (Typ V)                                                          | 6.2.3                                 |
| $h_{in}$   | m       | Abstand zwischen Mitte Hauptlager und einem beliebigen Punkt innerhalb des Rumpfes (Typ I)                                                 | 6.2.1                                 |
| $h_{ou}$   | m       | Abstand zwischen Mitte Hauptlager und einem beliebigen Punkt außerhalb des Rumpfes (Typ I)                                                 | 6.2.1                                 |
| $h_r$      | m       | Durchschnittliche Ruderblatthöhe (siehe Bild 1)                                                                                            | 6.2.1                                 |
| $h_s$      | m       | Höhe des Rudersporns vertikal gemessen von der Befestigung im Rumpf bis zur Mitte des Fingerlinglagers (Typen II bis V)                    | 6.2.3                                 |
| $h_u$      | m       | Abstand zwischen Mitte Hauptlager und der Mitte des Halslagers                                                                             | 6.2.1                                 |
| $k_b$      | 1       | Ruderbiegefaktor                                                                                                                           | 6.2.1                                 |
| $k_{FLAT}$ | 1       | Kraftreduzierungsfaktor für Plattenruder oder keilförmige Ruderblattformen                                                                 | 7.3                                   |
| $k_{GAP}$  | 1       | Kraftreduzierungsfaktor in folge des Spaltes zwischen Rumpf und Oberkante Ruderblatt                                                       | 7.2                                   |
| $k_{LD}$   | 1       | Längenverdrängungskoeffizient                                                                                                              | 7.2                                   |
| $k_S$      | 1       | Verformungsbeiwert für den Rudersporn                                                                                                      | 8.3.4                                 |
| $k_{SEA}$  | 1       | Koeffizient zur Berücksichtigung zusätzlicher Last aufgrund von Seegang in den Kategorien A und B                                          | 7.2                                   |
| $k_{SERV}$ | 1       | Koeffizient zur Berücksichtigung niedrigerer Beanspruchung für die Kategorien C und D                                                      | 7.3                                   |
| $k_{SIG}$  | 1       | Koeffizient zur Reduzierung der Entwurfsspannung für $F_2$                                                                                 | 7.3                                   |
| $k_{USE}$  | 1       | Koeffizient zur Berücksichtigung geringeren Gebrauchs des Wasserfahrzeugs mit der Auflage von zwischenzeitlichen Besichtigungen des Ruders | 7.2                                   |
| $k_5$      | 1       | Fasermaterialfaktor                                                                                                                        | 13.3.1.2                              |
| $L_S$      | m       | Effektive Länge des Rudersporns                                                                                                            | 8.3.4                                 |
| $L_{WL}$   | m       | Wasserlinienlänge nach ISO 8666 unter $m_{LDC}$ -Bedingungen                                                                               | 7.2                                   |
| $M$        | Nm      | Biegemomente auf Ruderschaft oder Rudersporn                                                                                               | 8                                     |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol          | Einheit           | Bestimmung/Bedeutung des Symbols                                                                                                                           | Entsprechender Unterabschnitt/Tabelle |
|-----------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $M_S, M_H$      | Nm                | Biegemomente auf Rudersporn oder Rumpf                                                                                                                     | 8.3.4                                 |
| $m_{LDC}$       | kg                | Masse des voll beladenen Wasserfahrzeugs                                                                                                                   | 3.2, 7.2                              |
| $r$             | m                 | Horizontaler Abstand zwischen Ruderkraft und Ruderschaftachse                                                                                              | 6.2.1                                 |
| $r_{\min}$      | m                 | Mindestwert für $r$                                                                                                                                        | 9                                     |
| $R_U, R_H, R_S$ | N                 | Auflagerkräfte an den Lagern (Halslager, Hauptlager, Spurzapfenlager)                                                                                      | 8                                     |
| $t$             | mm                | Wanddicke von Rohren oder Hohlprofilen                                                                                                                     | Tabelle 6                             |
| $T$             | Nm                | Drehmoment am Ruderschaft                                                                                                                                  | 9                                     |
| $u$             | m                 | Horizontaler Abstand, gemessen in der Höhe des Flächenschwerpunktes des Ruderblattes, von der Vorderkante des Ruderblattes bis zur Achse des Ruderschaftes | 6.2.1                                 |
| $V_{\max}$      | Knoten            | Maximale Geschwindigkeit von Wasserfahrzeugen auf ruhigem Gewässer, $m_{LDC}$ -Bedingungen                                                                 | 7.3                                   |
| $w$             | kg/m <sup>2</sup> | Mindestfasermasse pro Quadratmeter für das Ruderblatt                                                                                                      | 13.3.1.2                              |
| $z_b$           | m                 | Wirksamer Hebelarm für das Biegemoment $z_b = k_b \times h_r + h_c$                                                                                        | 8.2.1                                 |
| $z_{eq}$        | m                 | Gleichwertiger Hebelarm für das Biegemoment                                                                                                                | 10.4                                  |
| $\alpha$        | 1                 | Verhältnis zwischen der oberen und unteren Breite des Ruderblattes ( $c_2/c_1$ )                                                                           | 6.2.2                                 |
| $\Lambda$       | 1                 | Geometrisches Längen-/Breitenverhältnis des Ruders                                                                                                         | 6.2.1, 6.2.3                          |
| $\sigma$        | N/mm <sup>2</sup> | Direkte Spannung (Bruchspannung, Streckgrenze, Entwurfs-<br>spannung)                                                                                      | 5                                     |
| $\tau$          | N/mm <sup>2</sup> | Schubspannung (Bruchspannung, Streckgrenze, Entwurfs-<br>spannung)                                                                                         | 5                                     |
| $\chi$          | 1                 | Verhältnis zwischen der Auflagerkraft am Rudersporn und der Ruderkraft                                                                                     | 8.3.4                                 |

## 5 Entwurfsspannungen

### 5.1 Ruderwerkstoff

Entwurfsspannungswerte müssen aus Tabelle 2 entnommen werden.

**Tabelle 2 — Werte für Entwurfsspannungen**

Spannungen in Newton durch Quadratmillimeter

| Werkstoff                                                                                                                                                        | Direkte Spannungen               |                   |                        | Kombinierte Spannungen                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                  | Zug-/Druckspannung<br>$\sigma_d$ | Schub<br>$\tau_d$ | Lager<br>$\sigma_{db}$ |                                                                                      |
| Metalle <sup>a</sup>                                                                                                                                             | $\min(\sigma_y; 0,5 \sigma_u)$   | $0,58 \tau_d$     | $1,8 \sigma_d$         | $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_d$                                            |
| Holz oder Glasfaser-verstärkter Kunststoff (GfK)                                                                                                                 | $0,5 \times \sigma_u$            | $0,5 \tau_u$      | $1,8 \sigma_d$         | $\left(\frac{\sigma}{\sigma_u}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_u}\right)^2 < 0,25$ |
| <sup>a</sup> Für Stahl, Edelstahl, Aluminiumlegierungen, Titanlegierungen, Kupferlegierungen, (siehe Anhang A). Im geschweißten Zustand für geschweißte Metalle. |                                  |                   |                        |                                                                                      |

In Tabelle 2 ist

- $\sigma_d$  die Entwurfs-Zugfestigkeit, -Druckfestigkeit oder -Biegefestigkeit (wo zutreffend);
- $\sigma_u$  die Grenz-Zugfestigkeit, -Druckfestigkeit oder -Biegefestigkeit (wo zutreffend);
- $\sigma_y$  die Streckgrenze, Quetschgrenze, oder Dehnbiegefestigkeit (wo zutreffend);
- $\sigma_{db}$  die Entwurfsfestigkeit des Lagers;
- $\tau_d$  die Entwurfs-Schubfestigkeit;
- $\tau_u$  die Grenz-Schubfestigkeit.

Zusätzliche Anforderungen sind in Anhang A (Metalle) und Anhang B (Verbundwerkstoffe) angegeben.

Für Holz und Verbundwerkstoffe müssen die Festigkeitswerte der entsprechenden Anhänge von ISO 12215-5 verwendet werden.

## 6 Ruder- und Steuerungsanlagen, Rudertypen

### 6.1 Allgemeines

#### 6.1.1 Allgemeine Definition

Die Ruder- und Steuerungsanordnung umfasst alle Bauteile, die zur Manövrierung des Wasserfahrzeugs benötigt werden, vom Ruder und der Steuerungseinrichtung bis zur Steuerungsposition.

Ruder- und Steuerungsausrüstung müssen so angeordnet sein, dass eine Überprüfung möglich ist.

**ANMERKUNG** Es ist in der Praxis üblich, dass die Steuerwirkung des Ruders nach einer Grundberührung erhalten bleibt (beispielsweise ein Spatenruder, bei dem der Schaft nicht bis ganz unten geht, was ermöglicht, dass das Ruderblatt bricht ohne den Schaft zu verbiegen).

#### 6.1.2 Mehrrudernanordnung

Hat das Wasserfahrzeug mehrere Ruder, betreffen die folgenden Bestimmungen jedes der einzelnen Ruder.

**ANMERKUNG** Auf Segelbooten sind Zwillingsruder, die oft nach außen geneigt sind, gewöhnlich nicht durch den Kiel, einem Rudersporn, dem Schwimmkörper des Rumpfes an der Mittellinie usw. gegen Kontakt mit auf der Wasseroberfläche treibenden Gegenständen geschützt. Dies ist besonders der Fall bei luvwärtigem Ruder nahe der Wasserlinie, das ebenfalls von brechenden Wellen getroffen werden kann, und deshalb einen Teil des Gewichts des Bootes stützen kann. Es ist deshalb üblich, Zwillingsruder auf Segelbooten einzubauen, die erheblich fester sind als nach dieser Norm erforderlich, die nur Lasten von gewöhnlichen Auftriebskräften berücksichtigt. Diese erhöhte Festigkeit ist hier nicht quantifiziert.

#### 6.1.3 Vertikale Stützung

Der Ruderschaft oder das Ruderblatt muss vertikal durch begrenzte axiale Aufwärtsbewegung unterstützt sein.

#### 6.1.4 Anschlag-Stopper

Ruderschäfte, die von einem Fernsteuerungssystem aktiviert werden oder werden können (d. h. nicht direkt von der Pinne) müssen mit Stoppern ausgerüstet sein in einem Winkel von 30° bis 45° von der Nulllinie (üblicherweise die Mittellinie). Dies gilt auch für Ruder, die nur über eine Pinne bedient werden für Entwurfskategorien A und B.

Die Stopper können eine Wirkung auf Ruder, Pinne, Quadrant oder jegliches andere Bauteil haben, das direkt mit dem Ruder verbunden ist.

**ANMERKUNG** Stopper sind sowohl zur Vermeidung eines übersteuerten Anstellwinkels und Auftriebs bei Rückwärtslaufen notwendig, als auch zur Vermeidung von übermäßigem Bewegungsspielraum des Steuerungssystems.

#### 6.1.5 Ruder-Aktivierungssystem

Folgende Bauteile müssen das Drehmoment  $T$  des Ruders übertragen können, wie in Abschnitt 9 definiert, ohne ihre Entwurfsspannung zu überschreiten, wie in Abschnitt 5 beschrieben:

- das Aktivierungsgerät, das das Ruder dreht, einschließlich Pinne, Ruderarm und Quadrant;
- die Verbindung zwischen Ruderschaft und Aktivierungsgerät (Kegel, Quadrant, Passfeder usw.);
- Stopper, die an beiden Enden von Pinne, Ruderarm oder Quadrant angebracht sind.

Die Verbindung zwischen Ruderschaft und Aktivierungsgerät muss so konzipiert sein, dass die Ausrichtung zwischen Ruderblatt und Pinne, Ruderhebel usw. sichergestellt ist, und eine sofortige Sichtkontrolle diese dieser Ausrichtung möglich ist.

### 6.1.6 Notpinne

Alle Bauteile der Notpinne, falls vorhanden, müssen ein Drehmoment des Ruders von  $0,5 T$  übertragen können. Dabei ist  $T$  in Abschnitt 9 definiert und darf nicht die Entwurfsspannung der Bauteile überschreiten, wie in Abschnitt 5 definiert.

## 6.2 Rudertypen

Dieser Teil der ISO 12215 betrifft fünf Arten von Ruderanordnungen: Typ I bis Typ V (siehe Bild 2 und Bild 3). In allen Fällen, außer Fall I c, gilt das Ruderblatt als rechteckig oder trapezförmig.

### 6.2.1 Spatenruder: Typ I (siehe Bild 1 und Bild 2)

Die Bezeichnungen der Hauptparameter sind wie folgt:

- $A$  die Fläche des Ruderblattes (Spatenruder);
- $\lambda = \frac{h_r^2}{A}$  das geometrische Längen-/Breitenverhältnis des Ruders (1)  
dabei ist  $h_r$  die durchschnittliche Ruderhöhe;
- $h_b$  der Abstand zwischen Oberkante Ruderblatt und der Mitte des Hauptlagers;
- $c_1$  und  $c_2$  sind jeweils die Breiten des Ruderkörpers an Oberkante bzw. Unterkante Ruderblatt;
- $co_1$  und  $co_2$  Berücksichtigung für die Balancierung des Ruders an der Oberkante bzw. der Unterkante des Ruderblattes, d. h. der Abstand zwischen der Vorderkante des Ruderblattes und der Drehachse des Ruderschafts;
- $c$  die Breite des Ruderblattes in der Höhe seines Flächenschwerpunktes;
- $h_c$  der Abstand zwischen Oberkante Ruderblatt und dem Flächenschwerpunkt des Ruderblattes (Annahme: In diesem Punkt wirkt die Ruderkraft);
- $h_{ou}$  und  $h_{in}$  ist der Abstand zwischen einem beliebigen Punkt oberhalb oder unterhalb des Hauptlagers und Mitte Hauptlager, anzuwenden in Bild 5;
- $k_b$  der Ruderbiegefaktor mit  $k_b = h_c/h_r$ ;
- $r$  der horizontale Abstand zwischen dem Punkt in dem die Ruderkraft wirkt (wird als Ruderschwerpunkt angenommen) und der Drehachse des Ruders wie in Tabelle 6 definiert. Für  $r$  darf kein kleinerer Wert als  $r_{min}$  eingesetzt werden;
- $u$  ist bei Spatenrudern (Typ I) der horizontale Abstand, von vorne nach hinten gesehen, zwischen der Vorderkante des Ruderblattes und der Drehachse des Ruderschaftes in Höhe des Flächenschwerpunktes des Ruderblattes (d. h. die geometrische Mitte der Profilfläche);  $u$  ist positiv, wenn sich die Vorderkante des Ruderblattes vor der Drehachse des Ruders befindet (siehe Bild 2, Typen I a, I b oder I c) oder negativ im umgekehrten Fall (siehe Typ I d).

## 6.2.2 Trapezförmige Spatenruder

Für trapezförmige (oder fast trapezförmige) Spatenruder können die Werte wie folgt berechnet werden.

$$A = h_r \frac{c_1 + c_2}{2} \quad \text{ist die Fläche des trapezförmigen Spatenruders} \quad (2)$$

$$k_b = \frac{h_c}{h_r} = \frac{1 + 2 \alpha}{3 (1 + \alpha)} \quad \text{für trapezförmige Spatenruder} \quad (3)$$

Dabei ist

$$\alpha = \frac{c_2}{c_1} \quad \text{der Quotient aus der unteren und oberen Ruderblattbreite.}$$

Siehe Tabelle 3.

**Tabelle 3 — Berechnete Werte von  $k_b$  für trapezförmige Spatenruder  
als Funktion von  $c_2/c_1$**

| $c_2/c_1 = \alpha$ | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,60 | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $k_b$              | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,39 |

$$h_c = k_b \times h_r \quad (4)$$

$$c = c_1 - k_b (c_1 - c_2) \quad \text{für trapezförmige Spatenruder} \quad (5)$$

$$u = c o_1 - k_b (c o_1 - c o_2) \quad \text{für trapezförmige Spatenruder} \quad (6)$$

Der Wert von  $h_c$  kann auch graphisch ermittelt werden, wie in Bild 1 gezeigt.

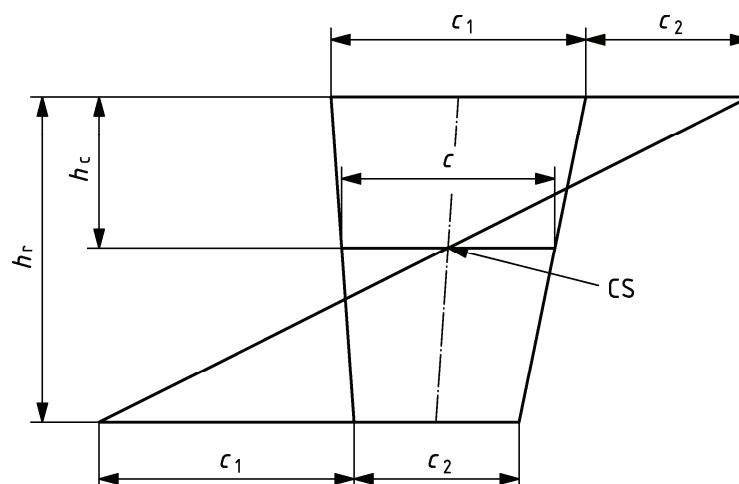
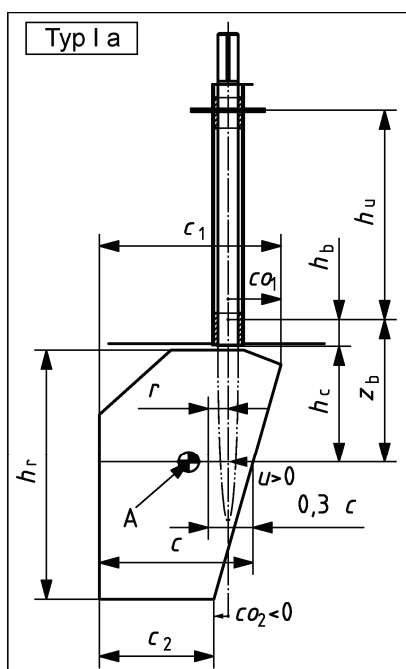
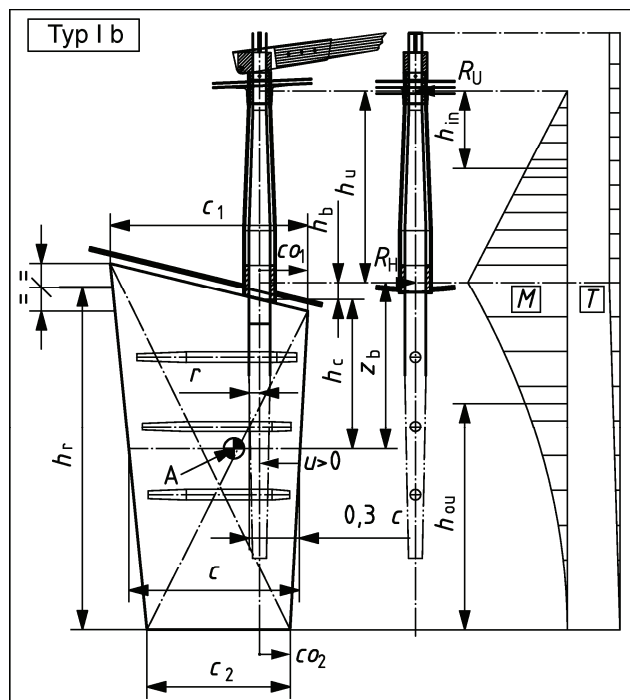
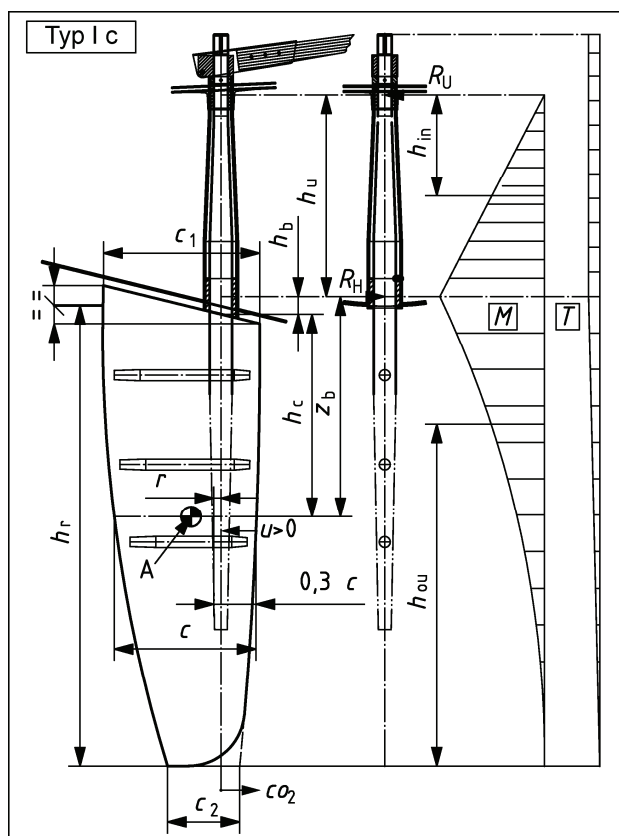
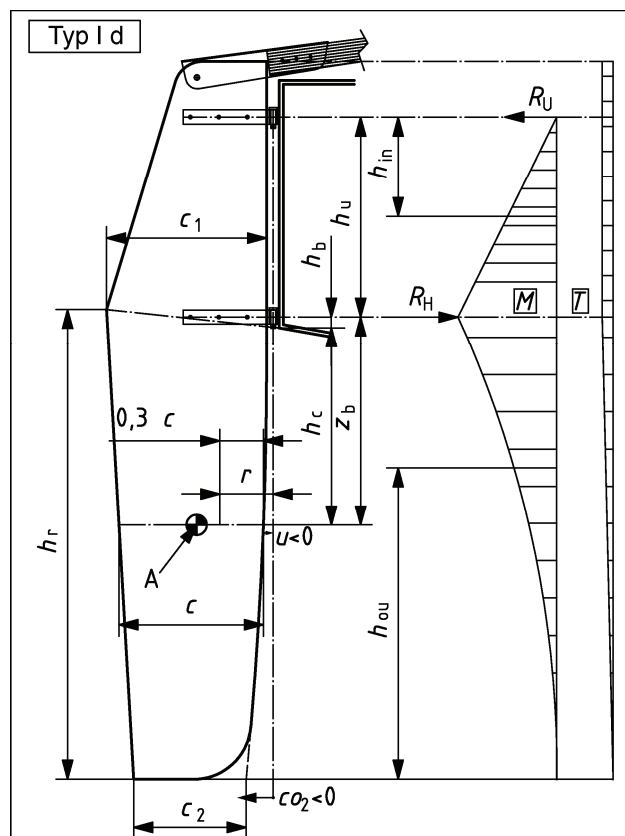


**Bild 1 — Graphische Ermittlung des Flächenschwerpunkts, CS, für ein Trapez**



Typ I a: typisches Spatenruder eines schnellen Motorbootes mit niedrigem Längen-/Breitenverhältnis, mit Ausschnitt achtern, oben, um Geräuschbildung zu vermeiden

Typ I b: fast rechteckige Form

Typ I c: halbelliptische Form, typisch auf Leistungssegelbooten

Typ I d: Spatenruder mit Spiegelaufhängung

ANMERKUNG Die Markierung mit dem schattierten Kreis zeigt den Schwerpunkt der Ruderblattfläche an. Die Ruderkraft befindet sich auf gleicher Höhe, aber mit einem Abstand von  $0,3 c$  hinter der Vorderkante des Ruderblattes.

Bild 2 — Spatenruder: Typ I

### 6.2.3 Rudertypen II bis V (siehe Bild 3)

Für die Beschreibung der Geometrie gelten die gleichen Bezeichnungen für die Formelzeichen wie für das Spatenruder, mit folgenden Abweichungen:

- $A$  ist die Fläche des beweglichen Teiles des Ruderblattes, aufgeteilt in  $A_1$  und  $A_2$  in Typ V;
- $A_3$  ist die Fläche des Rudersporns (kommt nur bei der Typenbestimmung nach Bild 3 zur Anwendung);
- $h_r$  ist die durchschnittliche Ruderhöhe;
- $A = \frac{h_r^2}{A_0}$  ist das effektive geometrische Längen-Breitenverhältnis des Ruders (7)

Dabei ist  $A_0$  die wirksame Ruderblattfläche (beweglicher Teil des Ruderblattes plus der wirksame Teil des Rudersporns, siehe Tabelle 4);

- $c = A_0/h_r$  ist die mittlere Sehne;
- $h_s$  ist die Höhe des Rudersporns zwischen Rumpf und der Mitte des Spurzapfenlagers für Typ V und der Mitte des Stevenhakenlagers für Typen III und IV.

Tabelle 4 enthält Werte von  $A$  und  $A_0$  nach Rudertyp.

**Tabelle 4 — Ruder und Wirkflächen**

| Typ | Wert        |                   |
|-----|-------------|-------------------|
|     | $A$         | $A_0$             |
| II  | $A$         |                   |
| III | $A_1$       | $A_1 + A_3$       |
| IV  | $A_1$       | $A_1$             |
| V   | $A_1 + A_2$ | $A_1 + A_2 + A_3$ |

Bei Typ V sind  $h_d$  und  $h_e$  jeweils die Teile von  $h_r$  über und unter dem Skeglager.

Bei Typen II bis V ist

- $u$  für Rudertypen II und IV der horizontale Abstand, von vorne nach hinten gesehen, zwischen der Vorderkante des Ruderblattes und der Drehachse des Ruderschaftes in Höhe des Flächenschwerpunktes des Ruderblattes. Bei Rudertypen III und V wird  $u$  von der Vorderkante des Rudersporns gemessen (siehe Bild 3);
- $r$  der horizontale Abstand zwischen dem Schwerpunkt der Ruderblattfläche und der Drehachse des Ruders, wie in Tabelle 6 definiert. Für  $r$  darf kein kleinerer Wert als  $r_{\min}$  eingesetzt werden.

Für Rudertypen II bis V wird angenommen, dass sie von drei Lagern gehalten werden (zwei Lager innerhalb des Rumpfes und ein Skeglager, siehe 8.3.1).