

IKEM

**CAMPFIRE – Wind und Wasser zu Ammoniak –
Maritimer Kraftstoff und Energiespeicher für eine
emissionsfreie Zukunft**

**Analyse und Weiterentwicklung
des Rechtsrahmens für die CE-
Kennzeichnung von
Sportyachten mit
ammoniakbasierten Antriebs-
und Energiesystem**

Juni 2023

Institut für Klimaschutz,
Energie und Mobilität e.V.

CAMPFIRE – Wind und Wasser zu Ammoniak – Maritimer Kraftstoff und Energiespeicher für eine emissionsfreie Zukunft

Analyse und Weiterentwicklung des Rechtsrahmens für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energiesystem

Im Verbundvorhaben CF07 wird ein Funktionsmuster einer Ammoniak-betriebenen Sportyacht mit einem Hybridsystem aus Festoxid-Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor entwickelt. Für eine CE-Kennzeichnung und damit die Markteinführung innerhalb der Europäischen Union fehlt es an technischen Sicherheitsnormen. In diesem Beitrag wird der Rechtsrahmen der CE-Zertifizierung von Sportyachten analysiert und weiterentwickelt.

Zitiervorschlag

Schäfer et al. (2023): *Analyse und Weiterentwicklung des Rechtsrahmens für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energiesystem*. Erstellt im Rahmen des Projekts CAMPFIRE (CF07).

Autor:innen

Judith Schäfer
judith.schaefer@ikem.de

Anna-Katharina Hübers

Mariana Moreno Kuhnke
mariana.moreno-kuhnke@ikem.de

Josefine Lyda, LL.M.
josefine.lyda@ikem.de



Auftraggeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderhinweis

Diese Studie entstand im Rahmen des vom BMBF geförderten Programms „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ unter dem Förderkennzeichen 03WIR2309B. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.



**Institut für Klimaschutz,
Energie und Mobilität e.V.**

Magazinstraße 15-16
10179 Berlin

+49 (0)30 408 1870 10
info@ikem.de

www.ikem.de

Inhaltsverzeichnis

1. Ergebnisübersicht	1
2. Identifizierung der maßgeblichen Normenwerke für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten	4
2.1. Analyse der einschlägigen Regelungen für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten	4
2.1.1. CE-Kennzeichnung allgemein	4
2.1.2. Harmonisierte Normen	7
2.1.3. Internationales Seerecht	9
2.1.4. Konformitätsbewertungsverfahren	13
2.2. Zusammenfassung der rechtlichen Hemmnisse und Regelungslücken in den untersuchten Regelwerken	15
3. Erarbeitung konkreter Normvorschläge für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten	17
3.1. Grundlagen zu der Erarbeitung konkreter Normvorschläge	17
3.2. Risiken und Gefahren bei dem Betrieb von Sportbooten mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energieversorgungssystemen	18
3.2.1. Leckage	18
3.2.2. Ammoniak als wassergefährdender Stoff	21
3.2.3. Explosionen	21
3.2.4. Ausfall des Antriebssystems	22
3.3. Grundlegende Anforderungen anhand von bestehenden Standards	22
3.3.1. Grundlegende Anforderungen aus Anhang I SportbootRL	22
3.3.2. Grundlegende EN	23
3.3.3. Grundlegende internationale Normen	24
3.4. Formulierungsvorschläge für eine harmonisierte Norm	24
3.4.1. Titel und Systematik der harmonisierenden Norm	24
3.4.2. Anwendungsbereich	25
3.4.3. Normative Verweise	26
3.4.4. Begriffsbestimmungen	28
3.4.5. Motoren und Motorräume	29

3.4.6.	Belüftung	44
3.4.7.	Kraftstoffsystem	47
3.4.8.	Elektrisches System	55
3.4.9.	Brandbekämpfung	56
3.4.10.	Abgasemissionen von Antriebsmotoren	57
3.4.11.	Kennzeichnung des Antriebmotors	58
3.4.12.	Anhänge aus EN 15609 als Grundlage der zu entwerfenden Norm	59
3.4.13.	Sonstige Vorgaben	66
4.	Darstellung der notwendigen Schritte und zuständigen Stellen für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten	68
4.1.	Ansatzpunkte für Rechtsänderungen	68
4.2.	Einführung harmonisierter Normen	70
4.2.1	Technische Gremien der CEN und CENELEC	70
4.2.2	Verfahren zur Einführung von Harmonisierten Normen	71
4.2.3	Veröffentlichung einer harmonisierten Norm im europäischen Amtsblatt	73
4.3.	Kurzfassung notwendiger Schritte	73
	Literaturverzeichnis	76
	Annex I – Übersicht relevanter harmonisierter Normen	79
1.1	Harmonisierte Normen betreffend die grundlegenden Anforderungen an Entwurf und Bau von Sportbooten	79
1.2	Harmonisierte Normen betreffend die Anforderungen für Abgasemissionen von Antriebsmotoren	103
1.3	Sonstige harmonisierte Normen mit Relevanz für den Bau eines Sportbootes	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung des Verfahrens zur CE-Kennzeichnung (Quelle: Darstellung zur Verfügung gestellt von Tobias Fabian).....	2
Abbildung 2 Verfahren zur Konformitätsbewertung und CE-Kennzeichnung (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der 10. ProdSV)	6
Abbildung 3 Darstellung der rechtlichen Systematik der Konformitätsvermutung (Quelle: Eigene Darstellung).....	8
Abbildung 4 Dampfdruck von Ammoniak in der Gasflasche, Druck (angegeben in bar) in Abhängigkeit von der Temperatur (in °C) (Quelle: Ergebnisse des Teilvorhabens CF07).	50
Abbildung 5 Darstellung nächste Schritte zur Umsetzung einer EN (Quelle: Eigene Darstellung).....	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Entwurfskategorien von Sportbooten mit Hervorhebung der Kategorie A, in die das geplante Sportboot fällt gem. Anhang I Teil A Nr. 1 SportbootRL.	14
Tabelle 2 Arbeitsrichtgrenzwerte für wasserfreies Ammoniak gem. Anhang RL 2000/39/EG.	19
Tabelle 3 Arbeitsplatzgrenzwerte für Ammoniak in der Luft gem. TRSG 900, Abschnitt 3. ...	20
Tabelle 4 PNEC-Wert für Ammoniak gelöst in Gewässern.	21
Tabelle 5 Höchstwerte für Masseströme innerhalb des Motors.....	44
Tabelle 6 Anpassung der Tabelle ZA.1 aus EN 15609 an die zu entwerfende Norm, angelehnt an Tabelle ZA.1 Anhang ZA EN 15609.	65
Tabelle 7 Auflistung der Anforderungen aus Anhang I Teil A SportbootRL und die Anforderungen spezifizierende EN für Sportbooten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen aufbauend auf Anhang I Teil A SportbootRL).....	80
Tabelle 8 Grundlegende Anforderungen in Bezug auf Abgasemissionen von Antriebsmotoren und dazugehörige spezifizierende Normen.....	103
Tabelle 9 Übersicht über Normen, die nicht in den Leitlinien der Kommission enthalten sind, aber in der zusammenfassenden Übersicht der Kommission, über die im Amtsblatt veröffentlichten, harmonisierten Normen aufgelistet sind.....	104

1. Ergebnisübersicht

Im Teilvorhaben CF07.2 erfolgt die Analyse und Weiterentwicklung des Rechtsrahmens für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen. Im Folgenden werden die einschlägigen rechtlichen Regelungen zur CE-Kennzeichnung zusammengefasst und auf Hemmnisse bei der Entwicklung und Vermarktung untersucht. Daraufhin wird ein rechtliches Konzept für die Überwindung dieser Hemmnisse erarbeitet. In diesem Rahmen werden Formulierungsvorschläge für eine harmonisierte Norm für Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen entwickelt und die erforderlichen Schritte für deren Implementierung beleuchtet.

Das Teilvorhaben CF07 ist eines der Projekte des CAMPFIRE-Bündnisses, das im Rahmen des Förderprogramms „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gegründet und gefördert wird. Das Ziel des CAMPFIRE-Bündnisses ist es, die Forschung und Entwicklung von neuen zur Energiewende beitragenden Technologien voranzutreiben. Der Fokus des CAMPFIRE-Bündnisses liegt auf grünem Ammoniak. Grünes Ammoniak bietet das Potential als klimaneutraler Energieträger in der Schifffahrt eingesetzt zu werden. Hierbei kann es direkt verbrannt oder mittels eines Cracker-Moduls in Wasserstoff umgewandelt werden. Eine solche Nutzung von grünem Ammoniak in der Schifffahrt stellt eine neue Technologie dar und ist noch nicht zur vollständigen Marktreife in der EU entwickelt. Deshalb widmet sich das Verbundvorhaben CF07 der Entwicklung eines Funktionsmusters einer Ammoniak-betriebenen Sportyacht mit Hybridsystem aus Festoxid-Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor.

In diesem Kontext ist das Ziel des Teilvorhabens CF07.2 die Analyse und Weiterentwicklung des Rechtsrahmens für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen. Es soll ein rechtliches Konzept für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen erarbeitet werden, um so eine Basis für eine zukünftige Markteinführung zu schaffen. Diese Zielstellung wird durch die folgenden Schritte im Teilvorhaben realisiert:

Zuerst werden die Anforderungen an die CE-Kennzeichnung von Sportyachten analysiert. Diese sind in unterschiedlichen Normwerken geregelt. Entsprechend werden in einem ersten Schritt der Status Quo im Zuge einer Bestandsaufnahme ermittelt und rechtliche Hemmnisse oder Regelungslücken identifiziert. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschritts lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass Produkte, die durch die CE-Kennzeichnung zertifiziert sind, von den Hersteller:innen geprüft wurden und den EU-Vorschriften über Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz entsprechen.¹ Die allgemeinen Vorgehensvorschriften für die CE-Kennzeichnung von Produkten auf europäischer Ebene werden

¹ Your Europe, CE-Kennzeichnung, abrufbar unter: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_de.htm (zuletzt abgerufen am 31.08.2022).

durch die EU-Verordnung (EG) Nr. 765/2008 über Produkthanforderungen und Marktüberwachung² geregelt. Für Sportboote gilt zusätzlich auf europäischer Ebene die Richtlinie 2013/53/EU (SportbootRL)³. Diese legt die spezifischen Anforderungen für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten fest. Die Vorschriften zur CE-Kennzeichnung von Sportbooten werden durch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)⁴ und die zehnte Verordnung über Sportboote und Wassermotorräder (10. ProdSV)⁵ ins nationale Recht umgesetzt.

CE-Kennzeichnung für Sportboote auf europäischer und nationaler Ebene

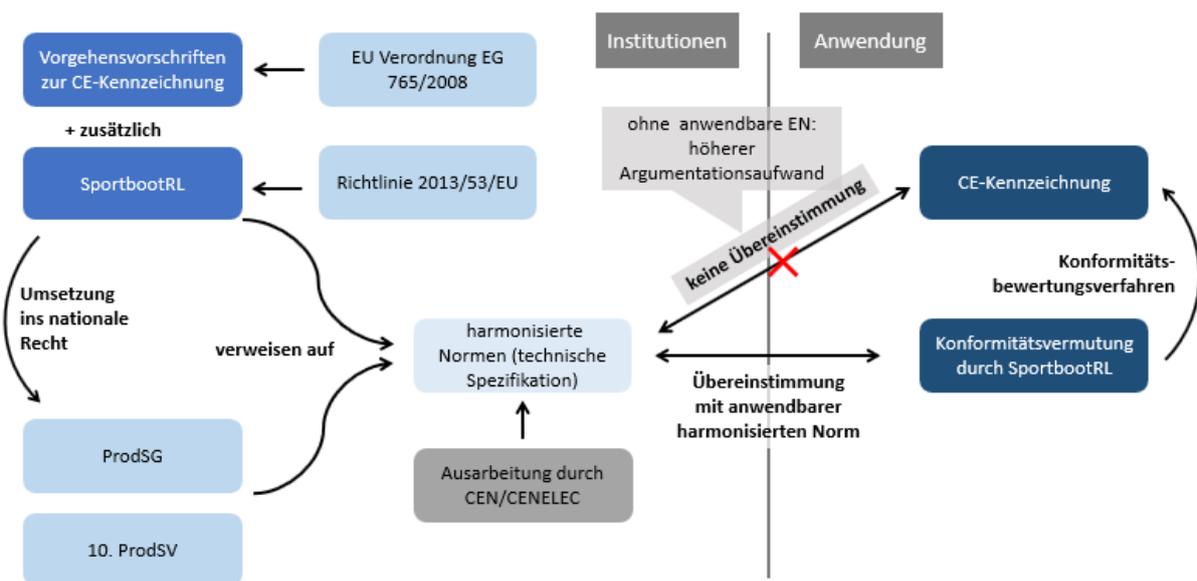


Abbildung 1 Schematische Darstellung des Verfahrens zur CE-Kennzeichnung (Quelle: Darstellung zur Verfügung gestellt von Tobias Fabian).

Innerhalb der SportbootRL wird auf die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten harmonisierten Normen (EN) verwiesen. Stimmen Sportboote mit den Vorgaben aus den EN überein, wird eine Konformität mit den Anforderungen der SportbootRL vermutet. Üblicherweise wird eine CE-Kennzeichnung über die Einhaltung von solchen vorhandenen EN im Rahmen der Konformitätsvermutung erreicht. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, eine CE-Kennzeichnung an Produkte anbringen zu können, auch wenn keine EN für eine Konformitätsvermutung angewendet werden. Mit am wenigsten Argumentationsaufwand ist jedoch die Anwendung von EN über die Konformitätsvermutung verbunden. Der Ablauf des Verfahrens zur CE-Kennzeichnung wird in Abbildung 1 schematisch zusammengefasst. Eine EN, welche die sicherheitsrelevante Regelung für Sportboote mit Ammoniak-Antrieb

² Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93 des Rates. Letzte Fassung vom 16. Juli 2021.
³ Richtlinie 2013/53/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 über Sportboote und Wassermotorräder und zur Aufhebung der Richtlinie 94/25/EG. Letzte Fassung vom 28. Dezember 2013.
⁴ Produktsicherheitsgesetz vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3147), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist.
⁵ Verordnung über Sportboote und Wassermotorräder vom 29. November 2016 (BGBl. I S. 2668), die durch Artikel 24 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist.

bestimmt, liegt derzeit noch nicht vor. Eine CE-Kennzeichnung für solche Sportboote ist somit nur über aufwendige Verfahren möglich.

Daher werden im Teilvorhaben CF07.2 in einem zweiten Schritt passgenaue gesetzliche Lösungsvorschläge zur Überwindung der Regelungslücke bezüglich der CE-Kennzeichnung der Sportyachten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energiesystem erarbeitet. Konkret wurden erste Formulierungsvorschläge für eine EN, die Sicherheitsaspekte von den Motoren und Motorräumen, der Belüftung, dem Kraftstoffsystem, dem elektrischen System, der Brandbekämpfung sowie den Abgasemissionen von Antriebsmotoren beschreibt, erarbeitet. Hierbei werden, soweit es der Stand des Projektes zulässt, konkrete Regelungen und Sicherheitsmaßnahmen für die einzelnen Baugruppen formuliert.

Sollen diese Formulierungsvorschläge in eine EN gegossen werden, müssen bestimmte Verfahrensschritte unternommen werden. Diese notwendigen Schritte zur Umsetzung der Formulierungsvorschläge in eine EN werden im Abschluss dieses Teilvorhabens beschrieben. Besonders hervorzuheben bei dem Verfahren ist, dass private Akteure bei dem Deutschen Institut für Normung e. V. (DIN) gem. Nr. 4.1.2.1 DIN 820-4⁶ selbst Normvorhaben beantragen können. Die Projektpartner:innen des CAMP-FIRE-Bündnisses sind somit selbst in der Lage den Prozess zur Einführung einer passenden EN anzustoßen.

⁶ DIN 820-4 (Ausgabe: 2021-02) Normungsarbeit – Teil 4: Geschäftsgang.

2. Identifizierung der maßgeblichen Normenwerke für die CE- Kennzeichnung von Sportbooten

Die CE-Kennzeichnung von Sportbooten wird durch die Verordnung (EG) Nr. 765/2008 und die SportbootRL normiert. Diese werden durch das ProdSG und die 10. ProdSV auf nationaler Ebene umgesetzt. Die sich aus diesen Regelungen ergebenden Anforderungen werden durch harmonisierte Normen genauer ausgestaltet. Hierbei stellt sich das Problem, dass für Sportboote mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energiesystem keine einschlägigen Normen veröffentlicht wurden.

2.1. Analyse der einschlägigen Regelungen für die CE- Kennzeichnung von Sportbooten

Die CE-Kennzeichnung setzt sich aus einem vielschichtigen Konstrukt aus internationalen, europäischen und nationalen Normen zusammen. Im Folgenden werden die bestehenden Regelungen zur CE-Kennzeichnung zusammengefasst.

2.1.1. CE-Kennzeichnung allgemein

Zweck der CE-Kennzeichnung ist es, einerseits ein hohes Niveau für den Schutz öffentlicher Interessen wie Gesundheit und Sicherheit, Verbraucher- und Umweltschutz sicherzustellen und andererseits ein einheitliches Schutzniveau innerhalb des europäischen Binnenmarktes zu gewährleisten.⁷

Die allgemeinen Grundsätze für die CE-Kennzeichnung legt die bereits oben genannte Verordnung (EG) 765/2008 fest. Sie definiert die CE-Kennzeichnung als eine „Kennzeichnung, durch die der Hersteller erklärt, dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind“.⁸ Dabei soll insbesondere die Einhaltung gewisser sicherheitstechnischer Anforderungen nachgewiesen werden. Bei der CE-Kennzeichnung handelt es sich somit um eine Erklärung der Konformität eines Produktes mit den geltenden Harmonisierungsvorschriften in der EU.

Eine CE-Kennzeichnung ist nur auf solchen Produkten anzubringen, für die entsprechende Harmonisierungsvorschriften gelten.⁹ Neben dem Beschluss Nr. 768/2008/EG zur Festlegung allgemeiner Verpflichtungen für die CE-Kennzeichnung setzt für den Sportbootbereich die SportbootRL und die entsprechenden europäischen harmonisierten Normen die Anforderungen an die CE-Kennzeichnung. Auf nationaler Ebene wird die SportbootRL durch das ProdSG und die 10. ProdSV umgesetzt. Sportboote dürfen somit nicht ohne die entsprechende CE-Kennzeichnung im EU-Binnenmarkt in Verkehr gebracht werden.

⁷ Verordnung (EG) 765/2008, Eg. 1.

⁸ Verordnung (EG) 765/2008, Art. 2 Nr. 20.

⁹ Art. 30 Abs. 2 Verordnung (EG) 765/2008.

Anwendungsbereich

§ 1 Abs. 1 des 10. ProdSV definiert den Anwendungsbereich. Demnach gelten die Vorschriften zur Produktsicherheit für:

„a) Sportboote, unvollständige Sportboote [...];

[...]

d) Antriebsmotoren, die bei Wasserfahrzeugen angebaut bzw. eingebaut sind oder speziell für den Anbau an bzw. Einbau in diese Fahrzeuge bestimmt sind“.

Als Sportboote werden dabei „sämtliche Wasserfahrzeuge — unabhängig von der Antriebsart und unter Ausschluss von Wassermotorrädern — mit einer Rumpflänge von 2,5 m bis 24 m, die für Sport- und Freizeitzwecke bestimmt sind“ verstanden.¹⁰ Damit fällt auch das ammoniakbetriebene Sportboot mit der geplanten Rumpflänge von 10,4 m¹¹ in den Anwendungsbereich.

Antriebsmotoren sind „alle direkt oder indirekt zu Antriebszwecken genutzten Fremd- oder Selbstzündungs-Verbrennungsmotoren“.¹² Darunter fallen in erster Linie Benzin- und Dieselmotoren, nicht jedoch reine Elektromotoren oder Dampftriebe.¹³ Lediglich wenn ein Verbrennungsmotor in Verbindung mit einem anderen (z.B. elektrischen) Motorantrieb direkt oder indirekt zu Antriebszwecken eingesetzt wird, gelten die Anforderungen an Antriebsmotoren nach der SportbootRL.¹⁴

Vom Anwendungsbereich ausgeschlossen sind dagegen Versuchszwecken dienende Wasserfahrzeuge, sofern sie nicht auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht werden.¹⁵ Diese Ausnahme umfasst solche Wasserfahrzeuge, die zum Erproben bestimmter innovativer Merkmale genutzt werden.¹⁶ Sie dürfen nur dann auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht werden, wenn ihre Konstruktion und ihr Design anschließend in Übereinstimmung mit der Richtlinie bewertet werden.¹⁷

Materielle Anforderungen

Nach § 3 10. ProdSV dürfen die in § 1 Abs. 1 genannten Produkte „nur dann auf dem Markt bereitgestellt oder erstmals verwendet werden, wenn sie

- bei sachgemäßer Instandhaltung und Verwendung entsprechend ihrer Zweckbestimmung
- weder die Gesundheit und die Sicherheit von Personen und Sachen noch die Umwelt gefährden und zugleich
- die einschlägigen grundlegenden Anforderungen des Anhangs I der [SportbootRL] erfüllen.“

¹⁰ §2 Abs. 1 Nr. 12 10. ProdSV.

¹¹ die Bemessung der Rumpflänge richtet sich dabei nach EN ISO 8666:2020 Kleine Wasserfahrzeuge – Hauptdaten.

¹² §2 Abs. 1 Nr. 2 10. ProdSV.

¹³ RCD 2013/53 Guidelines, S. 17.

¹⁴ RCF 2013/53 Guidelines, S. 17.

¹⁵ §1 Abs. 2, Nr. 1 lit. f, § 1 Abs. 2 lit. a) bb, § 1 Abs. 2 Nr. 3 lit. a. 10. ProdSV.

¹⁶ RCF 2013/53 Guidelines, S. 12.

¹⁷ RCF 2013/53 Guidelines, S. 12.

Die Pflicht, die Erfüllung dieser Anforderungen sicherzustellen, trifft in erster Linie den Hersteller (oder seinen Bevollmächtigten).¹⁸ Dieser muss insbesondere:

- die technischen Unterlagen erstellen (§ 21 10. ProdSV),
- das Konformitätsbewertungsverfahren durchführen (§§ 15 bis 18, § 20 10. ProdSV),
- die Konformitätserklärung abgeben – hiermit erklärt er die Erfüllung der Anforderungen aus § 3 10. ProdSV und Anhang I der SportbootRL und übernimmt die Verantwortung für die Konformität – (§ 13 ProdSV, Muster siehe Anhang IV zur SportbootRL),
- die CE-Kennzeichnung anbringen – hiermit bescheinigt er die Konformität mit den Anforderungen und übernimmt die Verantwortung für die Konformität – (§ 14 10. ProdSV) und
- ggf. stichprobenartige Sicherheitskontrollen durchführen (§ 5 Abs. 6 10. ProdSV).



Abbildung 2 Verfahren zur Konformitätsbewertung und CE-Kennzeichnung (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der 10. ProdSV)

Einführer:innen und Händler:innen treffen entsprechende Kontrollpflichten (§§ 8 bis 12 10. ProdSV). Dass die EU-Konformitätserklärung den Produkten beizufügen und eine CE-Kennzeichnung erfolgen muss, wenn diese auf dem Markt bereitgestellt oder in Betrieb genommen werden, ergibt sich für Wasserfahrzeuge und Antriebsmotoren – und damit für das Sportboot – aus § 13 Abs. 4 und § 14 Abs. 1 10. ProdSV. Abbildung 2 stellt das beschriebene Verfahren schematisch dar.

Konformitätsvermutung, §4 Abs. 2 ProdSG

Die Prüfung der Konformität mit den Anforderungen aus Art. 4 SportbootRL richtet sich primär nach harmonisierten Normen. Die Definition des Begriffs „Harmonisierte Norm“ wird gem. Art. 3 Abs. 20 SportbootRL aus Art. 2 Abs. 1 lit. c Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 übernommen. In diesem Sinne wird in der vorgenannten Verordnung der Begriff der „Norm“ als eine „von einer anerkannten Normungsorganisation angenommene technische Spezifikation zur wiederholten oder ständigen Anwendung, deren Einhaltung nicht zwingend ist und die unter eine der nachstehenden Kategorien fällt: [...] c) harmonisierte Norm: eine europäische Norm, die auf der Grundlage eines Auftrags der

¹⁸ §§5, 6 10. ProdSV.

Kommission zur Durchführung von Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union angenommen wurde“ definiert. Europäische Normen i. S. d. Art. 2 Abs. 1 lit. c Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 werden grundsätzlich mit EN abgekürzt.

EN werden im Sinne des Art. 2 Nr. 1 lit. c der Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 zur Europäischen Normung erlassen¹⁹ und im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Bei Produkten, die mit solchen harmonisierten Normen (oder Teilen davon) übereinstimmen, gilt die Konformitätsvermutung (§4 Abs. 2 ProdSG): die Konformität mit den Anforderungen aus §3 10. ProdSV wird vermutet. Dementsprechend kann bei Übereinstimmung mit den harmonisierten Normen die Konformitätserklärung abgegeben und die CE-Kennzeichnung angebracht werden.

2.1.2. Harmonisierte Normen

Während also die 10. ProdSV, das ProdSG und die SportbootRL die grundlegenden Sicherheitsanforderungen für Sportboote festlegen, wie Abbildung 3 zeigt, finden sich die technischen Einzelheiten in den vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) harmonisierten Normen und technischen Vorschriften.

Mit dem Durchführungsbeschluss C (2015) 8736²⁰ erteilte die Kommission dem CEN/CENELEC den Auftrag, diese harmonisierten Normen zur Unterstützung der SportbootRL auszuarbeiten, zu überarbeiten und abzuschließen. Die Normen werden im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung im Amtsblatt gilt die Vermutung der Konformität aus §4 Abs. 2 ProdSG. Die Normen werden regelmäßig an neue technische Entwicklungen angepasst. Zu Informationszwecken stellt die Kommission eine aktuelle zusammenfassende Liste der harmonisierten Normen, wie sie im Amtsblatt veröffentlicht wurden, zur Verfügung.²¹

¹⁹ Art. 3 Nr. 20 SportbootRL; Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur europäischen Normung, zur Änderung der Richtlinien 89/686/EWG und 93/15/EWG des Rates sowie der Richtlinien 94/9/EG, 94/25/EG, 95/16/EG, 97/23/EG, 98/34/EG, 2004/22/EG, 2007/23/EG, 2009/23/EG und 2009/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Beschlusses 87/95/EWG des Rates und des Beschlusses Nr. 1673/2006/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

²⁰ COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 15.12.2015 on a standardization request to the European Committee for Standardization and the European Committee for Electro-technical Standardization as regards recreational craft and personal watercraft in support of Directive 2013/53/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on recreational craft and personal watercraft and repealing Directive 94/25/EC, Brussels, 15.12.2015 C(2015) 8736 final.

²¹ Europäische Kommission, Summary of references of harmonized standards published in the Official Journal – Directive 2013/53/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on recreational craft and personal watercraft and repealing Directive 94/25/EC, abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/50675> (zuletzt abgerufen am 09.09.2022).

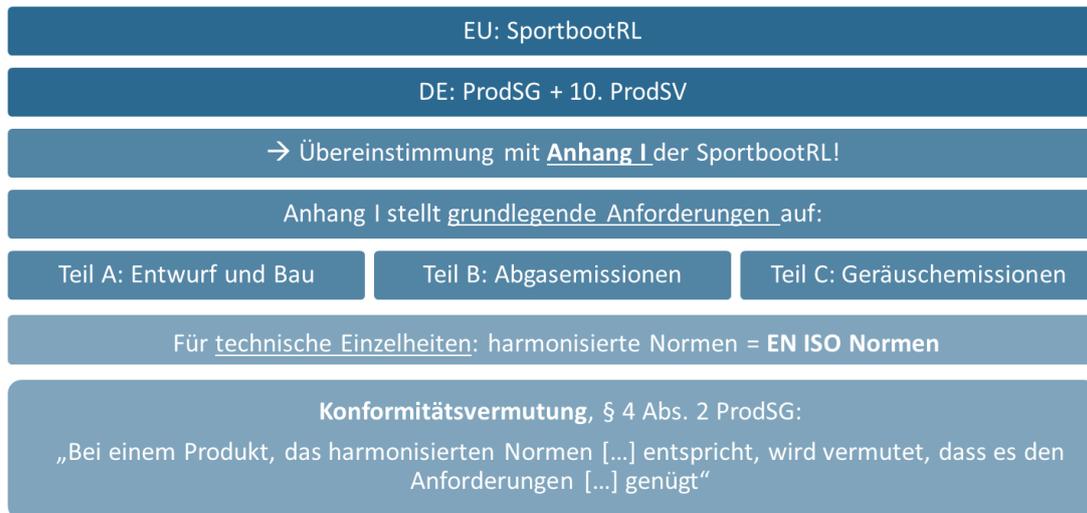


Abbildung 3 Darstellung der rechtlichen Systematik der Konformitätsvermutung (Quelle: Eigene Darstellung).

Viele der dort aufgelisteten EN sind für Sportboote allgemein anwendbar, unabhängig von ihrem Antriebssystem. Eine Übersicht über die harmonisierten Normen, die auch für den Bau einem ammoniakbetriebenen Sportboot relevant sind, findet sich in Annex 1 zu dieser Studie. Die dort gelisteten EN konkretisieren die grundlegenden Anforderungen, die Anhang I der SportbootRL aufstellt und gemäß § 3 Abs. 1 10. ProdSV erfüllt werden müssen, damit das Sportboot „bereitgestellt oder in Betrieb genommen werden“ darf und damit auch eine Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung erfolgen müssen.

Auswertung harmonisierte Normen

Die Auswertung der bestehenden harmonisierten Normen für Sportboote hat ergeben, dass (bisher) keine Harmonisierungen in Bezug auf Ammoniak- oder Wasserstoffbetrieb erfolgt ist. Auch Brennstoffzellen fallen nicht in die technischen Normen.

Zwar schafft die EN 16315²² Standards für Elektrische Antriebssysteme. Dies gilt aber nur für den Betrieb mit

- einem Gleichstromsystem (DC), gespeist aus
 - Batterie(n) oder (einem) Gleichstromgenerator(en) oder
 - Wechselstrom/Gleichstrom-Wandlern aus einer Wechselstromquelle;
 - Oder
- einem Wechselstromsystem (AC), gespeist aus
 - (einem) Generator(en) oder
 - Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit einer Gleichstromquelle [z.B. Batterie(n)].

Andere EN zu Antriebssystemen erfassen lediglich Diesel- oder Benzinmotoren.

²² DIN EN ISO 16315:2016-08 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Antriebssysteme (ISO 16315:2016).

Für Flüssiggas (LPG) Antriebsanlagen ist eine Harmonisierung in der EN 15609²³ erfolgt. Da in dem geplanten Sportboot jedoch kein LPG verwendet wird, ist auch diese EN nicht sachdienlich. Für kleine Wasserfahrzeuge mit Ammoniakbasierten Antriebs- und Energiesystem tut sich hier eine Regelungslücke auf.

Konformitätsprüfung ohne harmonisierte Normen

Normen, die konkrete Vorgaben zu den technischen Anforderungen an das Antriebssystem von Sportbooten mit Ammoniak oder Wasserstoff treffen, existieren also (noch) nicht. Dies hat Konsequenzen für den Nachweis der Konformität mit den grundlegenden Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltauforderungen aus Anhang I der SportbootRL.

Da die Konformitätsvermutung nach § 4 Abs. 2 ProdSG nur bei der Anwendung von harmonisierten Normen gilt, sind harmonisierte Normen die einfachste und vorzugswürdige Option für den Nachweis der Konformität. In den Leitlinien zur SportbootRL stellt die Kommission allerdings auch klar, dass die Hersteller:innen auch andere europäische, internationale oder nationale Normen und/oder Spezifikationen, die sich als relevant oder nützlich erweisen, verwenden können, um darzulegen, dass die grundlegenden Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltauforderungen der SportbootRL erfüllt werden.²⁴ Da in diesen Fällen die Konformitätsvermutung keine Anwendung findet, ist dabei aber mit einem höheren Begründungsaufwand zu rechnen, um eine CE-Kennzeichnung zu erreichen. Insbesondere muss in den technischen Unterlagen genauer dargelegt werden, wie das Produkt die gesetzlichen Anforderungen erfüllt. Die Konformitätsbewertungsaufgaben werden von notifizierten Stellen wahrgenommen (s. §§12 ff. ProdSG).

2.1.3. Internationales Seerecht

Als Anknüpfungspunkt für die Konformitätsbewertung könnte dann internationales Seerecht dienen. Insbesondere die Normen der International Maritime Organisation (IMO) sowie des American Bureau of Shipping (ABS) könnten Aufschlüsse über Sicherheitsaspekte von aus Ammoniak basierten Antriebssystemen geben. Inwieweit die genannten Normen auf mit Ammoniak betriebene Sportboote anwendbar sind, soll in den folgenden Abschnitten genauer dargestellt werden. Erneut: Die Konformitätsvermutung, die nach §4 Abs. 2 ProdSG bei Übereinstimmung mit harmonisierten Normen greift, findet keine Anwendung. Die Normen dienen lediglich als Argumentationshilfe, wenn die Konformität mit den gesetzlichen Anforderungen ohne Hinzuziehung von EN belegt werden muss.

SOLAS Übereinkommen und IGF Code

Der wichtigste internationale Akteur für die Sicherheit von Schiffen ist die Weltschifffahrtsorganisation IMO (International Maritime Organisation). Als Sonderorganisation der Vereinten Nationen schafft sie internationale Regelungen für „Safe, secure and efficient shipping on clean oceans“ (Sichere, geschützte und effiziente Schifffahrt auf sauberen Meeren).²⁵

²³ DIN EN 15609:2022-02 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Flüssiggas (LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Yachten und andere Wasserfahrzeuge – Einbauvorschriften; Deutsche Fassung EN 15609:2021.

²⁴ RCF 2013/53 Guidelines, S. 47.

²⁵ IMO, Frequently Asked Questions, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/About/Pages/FAQs.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Die IMO hat eine Vielzahl an internationalen Übereinkommen erarbeitet, die für die Unterzeichnerstaaten völkerrechtlich verbindlich sind. Außerdem erlässt sie unverbindliche Entschlüsse, Kodizes und Handbücher.

Der IGF Code („International Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels“)²⁶ ist ein verbindlicher Teil der International Convention for the Safety of Life at Sea (Internationales Übereinkommen von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See, SOLAS-Konvention)²⁷ in Kapitel II-1 Teil G („Ships using low-flashpoint fuels“). Somit liegt ein internationaler Standard für Schiffe vor, die mit Gas oder Flüssigkeiten mit niedrigem Flammpunkt als Brennstoff betrieben werden. Um das Risiko für Schiff, Besatzung und Umwelt zu minimieren, stellt dieser verbindliche Kriterien für solche Schiffe auf, u.a. über den Einbau von Maschinen, deren Ausrüstung und Systeme. Diese Kriterien sollen regelmäßig weiterentwickelt und an neue technologische Entwicklungen angepasst werden.

Damit die Vorschriften des IGF Codes Anwendung finden, muss es sich um ein Schiff im Sinne der SOLAS Konvention und im Sinne von Art. 2.1 IGF Code, der seinerseits auf Teil G des Kapitels II-1 der SOLAS-Konvention verweist, handeln.

Die SOLAS-Konvention findet Anwendung auf alle Schiffe, „die berechtigt sind, die Flagge von Staaten zu führen, deren Regierungen Vertragsregierungen sind“ (Art. II, eigene Übersetzung) sowie internationale Reisen unternehmen (Kapitel I, Teil A, Art. 1). Allerdings werden auch Ausnahmen, bei denen die SOLAS-Konvention nicht greift, genannt. Kapitel I, Teil A, Art. 3 lit. a röm. v SOLAS-Konvention nennt „Vergnügungsyachten, die nicht zum Handel zugelassen sind“ (eigene Übersetzung), sofern nicht ausdrücklich anders vorgesehen als vom Anwendungsbereich der SOLAS-Konvention ausgeschlossen. Der Begriff der Vergnügungsyacht (pleasure yacht) wird in der SOLAS-Konvention nicht weiter definiert. Sportboote i. S. d. Art. 3 Nr. 2 SportbootRL sind neben anderen Merkmalen Wasserfahrzeuge, die für Sport- und Freizeitwecke bestimmt sind. Diese können auch ohne weitere Legaldefinition unter den Begriff „Vergnügungsyacht“ gefasst werden. Grundsätzlich ist die SOLAS-Konvention damit nicht auf Sportboote anwendbar. Zwar bestimmt die SOLAS-Konvention in Kapitel II-1, Teil G, Art. 56, dass die speziellen Regelungen des IGF Codes auf alle neuen Schiffe anwendbar sind. Auf Vergnügungsyachten wird hier aber nicht ausdrücklich hingewiesen.

²⁶ IMO, International Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF Code), abrufbar unter: <https://www.imorules.com/IGFCODE.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

²⁷ United Nations — Treaty Series, INTERNATIONAL CONVENTION1 FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA, 1974.

„Gase oder Flüssigkeiten mit niedrigem Flammpunkt als Brennstoff“ werden in SOLAS-Konvention Kapitel II-1, Teil A, Art. 2 (Definitions), Nr. 29 definiert. Hierunter fallen alle gasförmigen oder flüssigen Brennstoffe, die einen Flammpunkt haben, der niedriger ist als jener, der nach Kapitel II-2, Art. 4.2.1.1. der SOLAS-Konvention erlaubt ist, d.h. unter 60 °C liegt. Damit steht die Definition von Stoffen mit niedrigem Flammpunkt aus der SOLAS-Konvention der in Deutschland gängigen Definition von Flammpunkten entgegen. So ist gem. Nr. 3.38 EN 13237²⁸ unter dem Flammpunkt eines Stoffes die niedrigste Temperatur zu verstehen, bei der sich über einem Flüssigstoff ein zündfähiges Dampf-Luft-Gemisch bilden kann. Dementsprechend wird nach EN 13237 der Flammpunkt nur bei Flüssigkeiten bestimmt, dagegen geht die SOLAS-Konvention auch von gasförmigen Stoffen aus. Ammoniak lässt sich nach der Definition aus EN 13237 nicht als Stoff mit Flammpunkt einordnen. Wird nach der Definition aus der SOLAS-Konvention gegangen, liegt der Flammpunkt von Ammoniak als Gas mit 132 °C weit über den von der SOLAS-Konvention vorgegeben 60 °C. Wasserstoff hat unabhängig hiervon keinen feststellbaren Flammpunkt. Wasserstoff und Ammoniak sind so aus naturwissenschaftlicher Perspektive nicht den Gasen mit niedrigem Flammpunkt zuzuordnen. Im Diskurs über klimaneutrale Kraftstoffe werden sie dennoch häufig zu den Gasen mit niedrigem Flammpunkt gezählt.²⁹

Unabhängig davon, dass der IFG Code sich formell nicht auf Sportboote mit Ammoniak-basierten Antriebssystem anwenden lässt, fehlt es dem IFG Code an auf Ammoniak als Kraftstoff angepasste Vorgaben. Bisher stellen SOLAS-Konvention und IGF Code lediglich Anforderungen an den Betrieb mit natürlichen Gasen („natural gas fuel“) auf. Jedoch wurde im April 2022 wurde auf der 105. Tagung des IMO-internen Maritime Safety Committee (Marinesicherheits-Ausschuss, MSC) beschlossen, dass die IMO die Entwicklung nicht verbindlicher Leitlinien für die Sicherheit von Schiffen, die Ammoniak als Kraftstoff verwenden, in ihr Arbeitsprogramm aufnehmen soll.

Zuständig für die Arbeiten soll das Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers (CCC) (Unterausschuss für die Beförderung von Gütern und Containern, CCC) werden. Bis zum Jahr 2023 sollen die Leitlinien veröffentlicht werden. Bisher werden noch Überlegungen angestellt, ob die Ammoniak-Leitlinien in das bereits bestehende Arbeitspaket des CCC „Amendments to the IGF Code and development of guidelines for low-flashpoint fuels“ (Änderungen des IGF-Codes und Entwicklung von Leitlinien für Kraftstoffe mit niedrigem Flammpunkt) aufgenommen werden soll, da so der Prozess beschleunigt werden könnte.

²⁸ DIN EN 13237:2013-01 Explosionsgefährdete Bereiche – Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.

²⁹ American Bureau of Shipping, ABS ADVISORY ON GAS AND OTHER LOW FLASHPOINT FUELS, S. 14, S. 48, abrufbar unter: <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/advisories-and-debriefs/gas-and-low-flashpoint-fuels-advisory.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Dem Umstand geschuldet, dass es sich bei Ammoniak nach SOLAS-Konvention um kein Gas mit niedrigem Flammpunkt handelt, steht noch nicht fest, ob Ammoniak als Kraftstoff im IFG-Code oder einem anderen Regelwerk verankert werden soll.³⁰ Weiterhin sehen der neue Entwurf für den Work Plan und den Zeitplan für die nächste Phase der Entwicklung des IGF Codes u.a. die Entwicklung von Guidelines für die Sicherheit von Schiffen, die Wasserstoff oder Ammoniak als Antriebsstoff nutzen, vor.³¹

Bis zur Umsetzung der neuen Leitlinien muss für andere Gase und Flüssigkeiten mit niedrigem Flammpunkt jedoch der alternative design approach angewandt werden, mit dem die Übereinstimmung mit den Anforderungen der SOLAS Konvention und des IGF Codes nachgewiesen werden kann.³² Der alternative design approach wird in Teil F, Art. 55 SOLAS beschrieben. Außerdem hat die IMO "Guidelines for alternative design" (MSC.1/Circ. 1455, 2013³³ und MSC.1/Circ.1212³⁴) erlassen.

Nach Teil F SOLAS Kapitel II-1 müssen *alternative designs* dem Zweck der Anforderungen, die in den Teilen C, D, E oder G der SOLAS Konvention aufgestellt werden, entsprechen. Es muss eine entsprechende strukturierte technische Analyse erfolgen, die Schritt für Schritt in den „Guidelines for alternative design“ beschrieben ist. Dass Wasserstoff und Ammoniak als Kraftstoffe unter die Vorschriften des IGF Code, die nach Teil G der SOLAS Konvention in den Anwendungsbereich dieser fallen, ist zu verneinen. Schließlich sind Wasserstoff und Ammoniak keine Gase mit niedrigem Flammpunkt. In Ermangelung anderer Regelungen können die Vorschriften des IFG Codes jedoch zumindest analog angewandt werden. Allerdings teilt die International Bunker Industry Association (IBIA) dazu mit, dass der IGF Code für LNG als Kraftstoff entwickelt worden sei, es aber möglich sei, ihn auf jede Art von Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt anzuwenden und die Einhaltung des IFG-Codes durch *alternative designs* so nachzuweisen. Die IBIA fügt dem jedoch hinzu, dass ein solches Vorgehen als suboptimal einzuordnen sei, da sich die Sicherheitsanforderungen für LNG sehr von denen für andere Arten von Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt unterscheiden.³⁵

³⁰ IBIA, IMO to develop guidelines for safe use of ammonia, PM v. 04.05.2022, abrufbar unter: <https://ibia.net/2022/05/04/imo-to-develop-guidelines-for-safe-use-of-ammonia/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); IMO, Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

³¹ IMO, Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers, 7th session (CCC 7), 6-10 September 2021, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/CCC-7th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 15.03.2022).

³² IMO, International Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF Code), Preamble, abrufbar unter: <https://www.imorules.com/GUID-2E74D3C7-CAF5-4563-A9A5-75804578DFAB.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

³³ IMO, Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments, abrufbar unter: <https://imorules.com/GUID-C39C8825-EA84-4068-97C6-187EE28CFC5C.html>.

³⁴ IMO, Revised Guidelines on Alternative Design and Arrangements for SOLAS Chapters II-1 and III – (26 June 2019), abrufbar unter: https://www.imorules.com/MSCCIRC_1212.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

³⁵ IBIA, Updates to IMO regulations for low flashpoint fuels, PM. v. 17.12.2020, abrufbar unter: <https://ibia.net/2020/12/17/updates-to-imo-regulations-for-low-flashpoint-fuels/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Daneben hat das MSC im April 2022 die MSC.1/Circ.1647 „Interim guidelines for the safety of ships using fuel cell power installations“³⁶ beschlossen, die Sicherheitsstandards für den elektrischen oder thermalen Betrieb durch Brennstoffzellen auf Schiffen schaffen sollen.³⁷

ABS-Guidelines

Das American Bureau of Shipping (ABS) ist eine amerikanische Schifffahrtsklassifikationsgesellschaft, die Klassifizierungsdienste für Schiffe und Offshore-Anlagen vornimmt. Auf Grundlage der IMO Interim Guidelines für Schiffe mit Brennstoffzellen hat sie einen „Guide for Fuel Cell Power Systems for Marine and Offshore Applications“ (2019)³⁸ veröffentlicht.

Als erste Schifffahrtsorganisation hat die ABS außerdem 2021 einen „Guide for Ammonia fueled Vessels“³⁹ veröffentlicht, der in Anlehnung an den IGF Code Anforderungen für „den Bau, die Installation und Überwachung von Maschinen, Geräten und Systemen für Schiffe, die mit Ammoniak als Brennstoff betrieben werden,“⁴⁰ aufstellt, um die Risiken für das Schiff, die Besatzung und die Umwelt zu minimieren.

2.1.4. Konformitätsbewertungsverfahren

Das Verfahren zur Bewertung der Konformität von Sportbooten mit den Anforderungen des ProdSV, ProdSG und der SportbootRL bestimmt sich nach den §§ 15 bis 20 10. ProdSV, die auf die Verfahrensoptionen („Module“) verweisen, die in Anhang II des Beschlusses Nr. 768/2008/EG ausgeführt werden und sich nach den in Anhang I der SportbootRL definierten Entwurfskategorien richten. Die Entwurfskategorien sind in Tabelle 1 abgebildet.

Das geplante Sportboot wird in Entwurfskategorie A fallen.

³⁶ IMO, MSC.1/Circular.1447 – Guidelines for the Development of Plans and Procedures for Recovery of Persons from the Water – (14 December 2012), abrufbar unter: https://imorules.com/MSCCIRC_1447.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

³⁷ IMO, Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

³⁸ ABS, Guide for Fuel Cell Power Systems For Marine and Offshore Applications, abrufbar unter: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/312_guidefuelcellpowersystemsmarineoffshoreapplications/fuel-cell-nov-2019.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2022).

³⁹ ABS, „Guide for Ammonia fueled vessels“, 2021, abrufbar unter: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/325_guide_ammonia_fueled_vessels/ammonia-fueled-vessels-sept21.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2022).

⁴⁰ Ebd., S. 12.

Tabelle 1 Entwurfskategorien von Sportbooten mit Hervorhebung der Kategorie A, in die das geplante Sportboot fällt gem. Anhang I Teil A Nr. 1 SportbootRL.

Entwurfskategorie	Windstärke (Beaufort-Skala)	Signifikante Wellenhöhe (H 1/3, Meter)
A	Mehr als 8	Mehr als 4
B	Bis einschließlich 8	Bis einschließlich 4
C	Bis einschließlich 6	Bis einschließlich 2
D	Bis einschließlich 4	Bis einschließlich 0,3

Anhang II des Beschlusses Nr. 768/2008/EG beschreibt die Module (bezeichnet mit den Buchstaben A bis H). Diese unterscheiden sich darin,

- welche Pflichten den Hersteller:innen (oder seinen Bevollmächtigten) treffen,
- und inwiefern Konformitätsbewertungsstellen bei der Konformitätsbewertung beteiligt werden müssen. Die Konformitätsbewertung wird entweder
 - o vom Hersteller:innen selbst und ohne Einbeziehung einer Konformitätsbewertungsstelle (nur Modul A)
 - oder
 - o unter Einbeziehung einer Konformitätsbewertungsstelle, die gem. Verordnung (EG) Nr. 765/2008 von einer nationalen Akkreditierungsstelle akkreditiert wurde sowie den Anforderungen aus Beschluss (EG) 768/2008 genügt und die von der Kommission als eine Stelle, die Konformitätsbewertungsaufgaben gemäß der SportbootRL wahrnimmt, notifiziert wurde (sog. „notifizierte Stelle“), durchgeführt.
- welches der konkrete Anknüpfungspunkt der Prüfung (Baumuster, Kontrolle beim Fertigungsprozess, Produktprüfung...) ist.

§ 16 10. ProdSV definiert das Konformitätsbewertungsverfahren für den Entwurf und Bau von Sportbooten. Dieses richtet sich neben der Entwurfskategorie, der das jeweilige Sportboot zuzuordnen ist, nach der Rumpflänge des Bootes (2.5m bis <12m bzw. 12m bis 24m).

Für das Sportboot der Entwurfskategorie A mit einer Länge von weniger als 12 Metern hat der:die Hersteller:in die Wahl zwischen:

- Modul A1 (interne Fertigungskontrolle mit überwachten Produktprüfungen),
- Modul B (EU-Baumusterprüfung) zusammen mit Modul C, D, E oder F,
- Modul G (Konformität auf der Grundlage einer Einzelprüfung),
- Modul H (Konformität auf der Grundlage einer umfassenden Qualitätssicherung).

Daneben regelt § 17 10. ProdSV das Konformitätsbewertungsverfahren und die unterschiedlichen Modulooptionen für in Wasserfahrzeuge an- oder in diese eingebaute (oder hierzu bestimmte) Antriebsmotoren.

Bei Prüfungen unter Verwendung der harmonisierten Normen sind anwendbar:

- Modul B (EU-Baumusterprüfung) zusammen mit Modul C, D, E oder F,
- Modul G (Konformität auf der Grundlage einer Einzelprüfung) oder
- Modul H (Konformität auf der Grundlage einer umfassenden Qualitätssicherung);

bei Prüfungen ohne Verwendung der harmonisierten Normen eines der folgenden Module:

- Modul B (EU-Baumusterprüfung) zusammen mit Modul C1,
- Modul G (Konformität auf der Grundlage einer Einzelprüfung).

Für Antriebsmotoren mit Z-Antrieb (bestimmter Motor für Wasserfahrzeuge) ohne integriertes Abgassystem gelten wiederum die speziellen Verfahren nach § 18 10. ProdSV.

2.2. Zusammenfassung der rechtlichen Hemmnisse und Regelungslücken in den untersuchten Regelwerken

Wie bereits oben beschrieben, besteht für bestimmte Produkte die Pflicht zur CE-Kennzeichnung, um einerseits ein hohes Niveau für den Schutz öffentlicher Interessen wie Gesundheit und Sicherheit, Verbraucher- und Umweltschutz sicherzustellen sowie andererseits ein einheitliches Schutzniveau innerhalb des europäischen Binnenmarktes zu gewährleisten.⁴¹ Die allgemeinen Grundsätze hierfür legt die VO (EG) 765/2008 fest. Demnach handelt es sich bei der CE-Kennzeichnung um eine Erklärung der Konformität eines Produktes mit den geltenden Harmonisierungsvorschriften in der EU. Für Sportboote setzt die SportbootRL Anforderungen an die CE-Kennzeichnung fest.

⁴¹ Verordnung (EG) 765/2008, Eg. 1.

Auf nationaler Ebene wird die SportbootRL durch das ProdSG und die 10. ProdSV umgesetzt. Nach § 3 10. ProdSV dürfen die in § 1 Abs. 1 genannten Produkte „nur dann auf dem Markt bereitgestellt oder erstmals verwendet werden, wenn sie

- bei sachgemäßer Instandhaltung und Verwendung entsprechend ihrer Zweckbestimmung
- weder die Gesundheit und die Sicherheit von Personen und Sachen noch die Umwelt gefährden und zugleich
- die einschlägigen grundlegenden Anforderungen des Anhangs I der [SportbootRL] erfüllen.“

Die Pflicht, die Erfüllung dieser Anforderungen sicherzustellen, trifft in erster Linie den Hersteller:innen (oder seinen Bevollmächtigten).⁴² Dieser muss insbesondere die technischen Unterlagen erstellen (§ 21 10. ProdSV), das Konformitätsbewertungsverfahren durchführen (§§ 15 bis 18, § 20 10. ProdSV), die Konformitätserklärung abgeben (§ 13 ProdSV, Muster siehe Anhang IV zur SportbootRL), die CE-Kennzeichnung anbringen (§ 14 10. ProdSV) und ggf. stichprobenartige Sicherheitskontrollen durchführen (§ 5 Abs. 6 10. ProdSV).

Bei Produkten, die mit harmonisierten Normen übereinstimmen, gilt die Konformitätsvermutung. Dementsprechend kann bei Übereinstimmung mit den harmonisierten Normen die Konformitätserklärung abgegeben und die CE-Kennzeichnung angebracht werden.

Die Auswertung der bestehenden harmonisierten Normen für Sportboote hat ergeben, dass (bisher) keine Harmonisierungen in Bezug auf Ammoniak- oder Wasserstoffbetrieb bei Verbrennungsmotoren erfolgt ist. Harmonisierte Normen, die die technischen Anforderungen an den Antrieb von Sportbooten mit Ammoniak oder Wasserstoff harmonisieren, existieren also (noch) nicht. Dies hat Konsequenzen für den Nachweis der Konformität mit den grundlegenden Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltauflagen aus Anhang I der SportbootRL.

Zwar ist es auch möglich, dass die Hersteller:innen auch andere europäische, internationale oder nationale Normen und/oder Spezifikationen verwenden können,⁴³ in diesen Fällen ist aber mit einem höheren Begründungsaufwand zu rechnen. Insbesondere muss in den technischen Unterlagen genauer dargelegt werden, wie das Produkt die gesetzlichen Anforderungen erfüllt. Erschwerend kommt hinzu, dass bisher veröffentlichte Regelwerke der IMO nicht passgenau auf Ammoniak-Antriebssysteme ausgelegt sind. Von ABS bestehen zwar Regelwerke, diese sind aber eher auf Handelsschiffe zugeschnitten. Um diesen erhöhten Aufwand zu vermeiden, wird an dieser Stelle die Einführung einer harmonisierten Norm über Sportboote mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen empfohlen.

⁴² §§5, 6 10. ProdSV.

⁴³ RCF 2013/53 Guidelines, S. 47.

3. Erarbeitung konkreter Normvorschläge für die CE- Kennzeichnung von Sportbooten

Ziel dieses Kapitels ist es, Möglichkeiten aufzuzeigen, um die Nutzung des Energieträgers Ammoniak auf Sportbooten künftig regulatorisch zu ermöglichen. Auf Grundlage der Risiken bei Betrieb von Sportbooten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen und bisher bestehender Standards für vergleichbare Antriebe werden in diesem Kapitel Formulierungsvorschläge für Sicherheitsstandards für diese entwickelt.

3.1. Grundlagen zu der Erarbeitung konkreter Normvorschläge

Im Folgenden werden Formulierungsvorschläge für eine EN empfohlen, die auf kleine Wasserfahrzeuge mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energiesystem anwendbar sind. Diese neu zu entwickelnden technischen Standards werden im kommenden Text als die „zu entwerfende Norm“ bezeichnet. Vorlage für diese Formulierungsvorschläge bilden bereits veröffentlichte Standards.

Die vorliegende Studie ist in verschiedene Teilprojekte eingebettet. Neben der rechtlichen Analyse und Fortentwicklung wird parallel an dem Entwurf und Betrieb eines Ammoniak-betriebenen Sportbootes gearbeitet. Da der Prototyp des mit Ammoniak betriebenen Sportbootes zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Studie noch nicht fertig gestellt ist und sich das Sportboot noch in der Entwurfsphase befindet, können zu verschiedenen Aspekten keine abschließenden Aussagen getroffen werden. Die Vorschläge dienen einer vorläufigen Struktur sowie als Textbausteine für die zu entwerfende Norm.⁴⁴

Zusammenfassend beschrieben wird der Prototyp mit Ammoniak betankt. Das Ammoniak wird in einer Cracker-Anlage zu Wasserstoff und Stickstoff getrennt und so ein Verbrennungsmotor mit Wasserstoff betrieben. Die Cracker-Anlage wird in einem ersten Durchlauf mit Propan betrieben. Propan emittiert bei der Verbrennung Treibhausgase und ist dementsprechend nicht klimaneutral. Daher ist langfristig geplant den Propan-Brenner durch einen Wasserstoff-Brenner zu ersetzen.

⁴⁴ Angaben von technischen Daten sind im Verlauf des Projektes CF07 entstanden und wurden innerhalb der Zusammenarbeit der verschiedenen Projektpartner:innen ausgetauscht. Auf Referenzen an die entsprechenden Partner:innen wird im Folgenden verzichtet.

3.2. Risiken und Gefahren bei dem Betrieb von Sportbooten mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energieversorgungssystemen

Da es das primäre Ziel der CE-Kennzeichnung ist, sachgemäßen Bau und Instandhaltung von Sportbooten zu zertifizieren, um so Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit von Personen sowie für Sachen oder die Umwelt zu vermeiden (vgl. Eg. 10 der SportbootRL), soll auch die zu entwerfende Norm dieses Ziel verfolgen. Gefährdungen sollen dabei spezifisch im Hinblick auf das Design und den Einbau von Antriebsmotoren, die Ammoniak und Wasserstoff als Energieträger verwenden, minimiert werden. Damit sollte ein vergleichbares Sicherheitsniveau geschaffen werden wie bei konventionellen Antriebsmotoren. Diesem Ziel entsprechend müssen die Hauptgefährdungen und -risiken, die von Wasserstoffverbrennungsmotoren und Ammoniak als Energieträger ausgehen, identifiziert werden.

3.2.1. Leckage

Eine mögliche Gefahr besteht durch Leckage des Kraftstoffsystems oder andere Baugruppen. Im Fall von Leckagen können die gasförmigen Medien, also Ammoniak, Wasserstoff oder Stickstoff, austreten. Besonders der Verdampfer ist als Quelle für Leckagen denkbar.

Ammoniak

Ammoniak stellt abhängig von Menge, Austrittsgeschwindigkeit und Ort der Leckage ein Risiko oder eine Gefahr für Umwelt und menschliche Gesundheit dar. Ammoniak ist giftig bei der Einatmung und kann schwere Verätzungen der Haut verursachen und zu schweren Augenschäden führen. Zudem kann die Exposition mit Ammoniak die Gefahr von Erfrierungen bergen.⁴⁵

Ab welcher Menge Ammoniak in der Luft die menschliche Gesundheit belasten kann, kann den Arbeitsgrenzwerten für Ammoniak entnommen werden. Diese werden innerhalb der EU in der RL 98/24/EG⁴⁶ i. V. m. RL 2000/39/EG⁴⁷ festgelegt. Problematisch an diesen ist, dass sich der Anwendungsbereich gem. Art. 1 Abs. 1 RL 98/24/EG auf den Schutz der Arbeitnehmer gegen tatsächliche oder mögliche Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch die Wirkungen von am Arbeitsplatz vorhandenen chemischen Arbeitsstoffen erstreckt. Da Sportboote vornehmlich für Freizeitzwecke genutzt werden, ist die RL 98/24/EG grundsätzlich nicht anwendbar. In Ermangelung anderer Grenzwerte, bietet sie dennoch Hinweise darauf, wann eine Ammoniak-Leckage eine Gefährdung der

⁴⁵ SKW PIESTERIZ, Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Ammoniak, flüssig, abrufbar unter: https://www.skwp.de/fileadmin/content/05_mediacenter/broschueren/reach/skwp_erweiterte_sicherheit_ammoniak_fluessig.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); THE LINDE GROUP, EG-Sicherheitsdatenblatt Ammoniak, wasserfrei, abrufbar unter: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/safety/gefahrstoffe/sicherheitsdatenblatt_ammoniak.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁴⁶ RICHTLINIE 98/24/EG DES RATES vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (vierzehnte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG).

⁴⁷ RICHTLINIE 2000/39/EG DER KOMMISSION vom 8. Juni 2000 zur Festlegung einer ersten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (Text von Bedeutung für den EWR)

menschlichen Gesundheit darstellt. Die Grenzwerte für Ammoniak aus dem Anhang der RL 2000/39/EG lassen sich Tabelle 2 entnehmen.

Tabelle 2 Arbeitsrichtgrenzwerte für wasserfreies Ammoniak gem. Anhang RL 2000/39/EG.

Grenzwerte						
EINECS (Europäisches Verzeichnis der auf dem Markt vorhandenen chemischen Stoff)	CAS (Chemical Abstract Service Registry Number)	Arbeitsstoff	8 Stunden		Kurzzeit	
			Zeitlich gewichteter Mittelwert, gemessen oder berechnet für einen Bezugszeitraum von acht Stunden.		Grenzwert, der nicht überschritten werden soll. Soweit nicht anders angegeben, bezieht er sich auf eine Zeitdauer von 15 Minuten	
			mg/m ³ Milligramm pro Kubikmeter Luft bei 20 °C und 101,3 KPa	Ppm Volumenteile pro Million in der Luft (ml/m ³)	mg/m ³ Milligramm pro Kubikmeter Luft bei 20 °C und 101,3 KPa	Ppm Volumenteile pro Million in der Luft (ml/m ³)
231-635-3	7664-41-7	Ammoniak, wasserfrei	14	20	36	50

Darüber hinaus gibt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin mit dem Dokument TRGS 900⁴⁸ technische Regeln für Gefahrstoffe mit Arbeitsplatzgrenzwerten heraus. Diese gelten ebenfalls nur am Arbeitsplatz und sind insgesamt strenger als die europäischen Grenzwerte gefasst, da keine höheren Grenzwerte für die kurzzeitige Exposition gegeben sind. Tabelle 3 fasst die entsprechenden Grenzwerte für Ammoniak zusammen.

⁴⁸ Technische Regeln für Gefahrstoffe, Arbeitsplatzgrenzwerte, TRGS 900, BArBl Heft 1/2006 S. 41-55 Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2022, S. 469 [Nr. 20-21] (v. 23.06.2022).

Tabelle 3 Arbeitsplatzgrenzwerte für Ammoniak in der Luft gem. TRSG 900, Abschnitt 3.

Stoffidentität			Arbeitsplatzgrenzwert		Spitzenbegrenzung
Bezeichnung	EG-Nr./ Listen-Nr.	CAS-Nr.	ml/m3 (ppm)	mg/m3	Überschreitungs- faktor
Ammoniak	231-635-3	7664-41-7	20	14	2(I)

Bei Leckagen können kalte Ammoniaklachen mit einer Temperatur von -70°C neben der Toxizität auch durch Erfrierungen zum Personenschaden führen.

Wasserstoff

Wasserstoff gehört zu den entzündbaren Gasen⁴⁹ und ist bei Leckagen in Verbindung mit Zündquellen ein leicht entzündbares Gas. Die Entzündung von Wasserstoff führt aber nicht zu einem Feuer, sondern verursacht eine Knallgasreaktion. Dadurch können aber umliegende Materialien in Brand gesetzt werden. Bei der Verbrennung von Wasserstoff entstehen keine gefährlichen Verbrennungsprodukte.⁵⁰ Kommt es bei Leckagen zu Haut- oder Augenkontakt, ist keine schädigende Wirkung durch Wasserstoff zu erwarten. Toxizität für die menschliche Gesundheit oder Umweltmedien ist nicht bekannt.⁵¹

Stickstoff

Bei dem verwendeten Stickstoff handelt es sich um Distickstoff (N_2) und somit nicht um einen gefährlichen Stoff. Diese Form des Stickstoffs ist auch mit einem Anteil von fast 80% in der Umgebungsluft vorhanden und nicht reaktiv. Von Stickstoff sind dementsprechend keine umweltschädigenden Wirkungen bekannt. Das Einatmen von Stickstoff hat ebenso keine toxischen Wirkungen. Allerdings können hohe Konzentrationen ab über 88% in der Umgebungsluft Ersticken verursachen. Erste Symptome sind Übelkeit, Kopfschmerzen, Erbrechen, Müdigkeit und Atemnot bis hin zum Verlust der Bewegungsfähigkeit und Bewusstlosigkeit. Stickstoff ist nicht brennbar. Eine Explosion oder ein Feuer durch Leckage ist daher nicht zu erwarten.⁵²

⁴⁹ THE LINDE GROUP, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff, verdichtet, abrufbar unter: https://www.ph.tum.de/about/services/cooling/data/Linde_SDB_Wasserstoff_verdichtet.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); KNAUBER, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff verdichtet, abrufbar unter: https://www.knauber-energie.de/fileadmin/user_upload/pdf/datenblatt_wasserstoff.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁵⁰ THE LINDE GROUP, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff, verdichtet, abrufbar unter: https://www.ph.tum.de/about/services/cooling/data/Linde_SDB_Wasserstoff_verdichtet.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); KNAUBER, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff verdichtet, abrufbar unter: https://www.knauber-energie.de/fileadmin/user_upload/pdf/datenblatt_wasserstoff.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁵¹ Ebd.

⁵² E.Howe GmbH und Co.KG, Sicherheitsdatenblatt Stickstoff, abrufbar unter: <http://www.sauerstoffwerk.de/fileadmin/downloads/produktdatenblaetter/sicherheitsdatenblaetter/Stickstoff.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

3.2.2. Ammoniak als wassergefährdender Stoff

Gem. § 62 Abs. 3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)⁵³ sind wassergefährdende Stoffe „feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen“. In der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)⁵⁴ werden in Anlage 1 Grundsätze zur Einstufung von Stoffen in Wassergefährdungsklassen aufgestellt. Demnach wird Ammoniak als wassergefährdender Stoff der WGK 2 klassifiziert. Ammoniak wird somit als sehr giftig für Wasserorganismen eingestuft.⁵⁵ Durch Abblasen und Ablassen des Leitungsinhaltes über die Abblase-Einrichtungen kann es zur Exposition von Ammoniak im Umgebungswasser kommen.

Jedoch ist nicht jede Menge Ammoniak wassergefährdend. Ausreichend verdünnt in Seewasser stellt Ammoniak keine Gefährdung da. Die Konzentration eines Stoffes, bis zu der sich keine Auswirkungen auf die Umwelt bzw. Gewässer zeigen, wird als PNEC (predicted no effect concentration) bezeichnet. Bei einer Unterschreitung des PNEC-Wertes sollten sich keine negativen Effekte zeigen. Wird der PNEC-Wert jedoch überschritten wird Ammoniak als wassergefährdet eingestuft. Für Ammoniak gelöst in Wasser lassen sich die PNEC-Werte der Tabelle 4 entnehmen.

Tabelle 4 PNEC-Wert für Ammoniak gelöst in Gewässern.⁵⁶

PNEC – Gewässer:	
Meerwasser	0,0011 mg/l – freies Ammoniak
Gewässer, Süßwasser	0,0011 mg/l – freies Ammoniak

3.2.3. Explosionen

Bei dem Betrieb des Antriebs- und Kraftstoffsystems bestehen mehrere Möglichkeiten, die zu einer Explosion führen können.

Bei dem Austritt von Stoffen, bspw. durch Leckage, ist die Explosionsgrenze zu berücksichtigen. Die Explosionsgrenze beschreibt, wann die Konzentration eines brennbaren Stoffes in der Umgebungsluft zu Explosionen führen kann. Wird durch die Konzentration in der Luft des jeweiligen Stoffes ein Mindestwert, die sog. untere Explosionsgrenze, erreicht, ist eine Explosion in Verbindung mit einer

⁵³ Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist.

⁵⁴ Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), die durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

⁵⁵ SKW PIESTERIZ, Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Ammoniak, flüssig, abrufbar unter: https://www.skwp.de/fileadmin/content/05_mediacenter/broschueren/reach/skwp_erweiterte_sicherheit_ammoniak_fluessig.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); THE LINDE GROUP, EG-Sicherheitsdatenblatt Ammoniak, wasserfrei, abrufbar unter: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/safety/gefahrstoffe/sicherheitsdatenblatt_ammoniak.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁵⁶ SKW PIESTERIZ, Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Ammoniak, flüssig, abrufbar unter: https://www.skwp.de/fileadmin/content/05_mediacenter/broschueren/reach/skwp_erweiterte_sicherheit_ammoniak_fluessig.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Zündquelle, möglich. Wird eine bestimmte Konzentration überschritten und ist in diesem Fall keine Explosion mehr möglich, wird von der oberen Explosionsgrenze gesprochen.⁵⁷

Die untere Explosionsgrenze von Ammoniak liegt bei 14 vol% und von Wasserstoff bei 4 vol%. Die Zündtemperatur von Wasserstoff liegt bei 560°C und von Ammoniak bei 630°C. Im Vergleich hat LPG eine deutlich geringere untere Explosionsgrenze von 1,7 vol%. Die Zündenergie für LPG liegt bei 0,24 mJ, die von Ammoniak 14 mJ. Der Explosionsdruck liegt für LPG bei 9,4 bar und von Ammoniak bei 6,9 bar. Dementsprechend ist das Risiko einer Explosion bei der Anwendung von Ammoniak und Wasserstoff gegenüber LPG weitaus geringer einzustufen. Daneben besteht ein Explosionsrisiko durch die Ammoniak-, Wasserstoff- und Stickstoffflaschen. Stehen die Gasflaschen unter Druck, kann die Einwirkung von Feuer oder hoher Temperaturen ein Bersten oder eine Explosion der Flasche verursachen.⁵⁸

3.2.4. Ausfall des Antriebssystems

Der Ausfall des Antriebssystems stellt ebenfalls ein Risiko dar. Zum einen besteht bei einem Ausfall die Möglichkeit, dass die Besatzung nicht mehr an Land zurückkehren kann und in Seenot gerät.

Auch können Personen gefährdet werden, die sich nicht an Bord, sondern in der unmittelbaren Umgebung des Schiffes befinden. Fällt der Antrieb oder dessen Lenkung aus, können durch das Sportboot Leib und Leben von Schwimmer:innen oder Paddler:innen gefährdet werden. Sich im Wasser befindliche Personen können bei einem Ausfall der Lenkung unter das Boot oder in die Schiffschraube geraten.

3.3. Grundlegende Anforderungen anhand von bestehenden Standards

Bisher wurde keine EN entsprechend Art. 3 Nr. 20 SportbootRL i. V. m. Art. 2 Nr. 1 lit. c Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 für kleine mittels Ammoniaks betriebene Wasserfahrzeuge in den Amtsblättern der europäischen Union veröffentlicht. Formulierungsvorschläge für eine solche Norm können sich allerdings an existierenden Normen orientieren. So bestehen auf europäischer als auch auf internationaler Ebene Regelungen, die zumindest im Ansatz als Vorlage für die zu entwerfende Norm verwendet werden können.

3.3.1. Grundlegende Anforderungen aus Anhang I SportbootRL

Einige wichtige Anhaltspunkte bietet bereits die SportbootRL selbst. Wie schon im *Kapitel 2.1.1 CE-Kennzeichnung allgemein* dieser Studie beschrieben, gibt Art. 4 Abs. 1 SportbootRL vor, dass Sportboote

⁵⁷ Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Explosionsgrenze, abrufbar auf: <https://www.arbeitssicherheit.de/service/lexikon/artikel/explosionsgrenze.html#:~:text=Explosionsgrenze%20ist%20die%20Grenze%20des,%2C%20ist%20eine%20Explosion%20möglich> (zuletzt abgerufen am 20.08.2022).

⁵⁸ THE LINDE GROUP, EG-Sicherheitsdatenblatt Ammoniak, wasserfrei, abrufbar unter: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/safety/gefahrstoffe/sicherheitsdatenblatt_ammoniak.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); KNAUBER, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff verdichtet, abrufbar unter: https://www.knauber-energie.de/fileadmin/user_upload/pdf/datenblatt_wasserstoff.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); E.Howe GmbH und Co.KG, Sicherheitsdatenblatt Stickstoff, abrufbar unter: <http://www.sauerstoffwerk.de/fileadmin/downloads/produkt-datenblaetter/sicherheitsdatenblaetter/Stickstoff.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

nur dann bereitgestellt oder in Betrieb genommen werden dürfen, wenn sie die einschlägigen grundlegenden Anforderungen des Anhangs I SportbootRL erfüllen. Im Folgenden werden daher alle relevanten Aspekte aus Anhang I SportbootRL untersucht, um Regelungen für einen sicheren Gebrauch eines Sportbootes mit Ammoniak-Antrieb zu entwickeln. Dabei wird der Fokus auf solche technischen Aspekte gelegt, bei denen sich Ammoniak-betriebene Sportboote grundlegend von auf dem Markt bereits verfügbaren Sportbooten unterscheiden. Insbesondere müssen Standards formuliert werden, die in direktem Zusammenhang mit dem Antrieb stehen. Unter der Nr. 5 Anhang I A SportbootRL werden Vorgaben aufgelistet, die Antrieb sowie Kraftstoffsystem besonders betreffen. Eine Übersicht der Vorgaben aus der SportbootRL lassen sich Annex I entnehmen. Anhang I SportbootRL allerdings nicht aus. Seine Vorgaben sind vor allem allgemeine Standards, die häufig eher als Ziele denn als technische Normen zu verstehen sind.

3.3.2. Grundlegende EN

Genauere technische Vorgaben lassen sich in bereits formulierten EN finden. Diese können nicht vollumfänglich auf einen Ammoniak-betriebenen Antrieb übertragen werden. Jedoch geben sie Anhaltspunkte über die Regelungstiefe. Zusätzlich sind technische Vorgaben stellenweise so allgemein gehalten, dass sie auf Ammoniak-betriebene Antriebs- und Energiesysteme übertragen werden können. Für Formulierungsvorschläge der zu entwerfenden Norm kann sich daher an bestehenden Normen orientiert werden.

Eine dieser Normen ist die EN 15609. Sie gibt die Einbauvorschriften zu Flüssiggas (LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Yachten und andere Wasserfahrzeuge vor. Sie deckt somit die Einbauvorschriften aus Anhang I SportbootRL zu Motoren und Motorräumen sowie zu dem Kraftstoffsystem ab. Die Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet⁵⁹ und kann als Anhaltspunkt für die Entwicklung einer entsprechenden EN für Ammoniak- und Wasserstoff-basierte Sportboote verwendet werden. Die EN 15609 eignet sich deshalb als Vorlage für die zu entwerfende Norm, da es sich bei Flüssiggas um einen sog. Kraftstoff mit niedrigem Flammpunkt handelt. Ammoniak und Wasserstoff haben zwar beide keinen definierbaren Flammpunkt i. S. d. DIN 13237. Sie werden aber häufig im Diskurs um klimaneutrale Kraftstoffe eben den Kraftstoffen mit niedrigem Flammpunkt zugeordnet.⁶⁰ EN 15609 bietet sich daher am ehesten als Vorlage an.

Zusätzlich handelt es sich bei dem in den Prototypen verbauten Motor um einen Ottomotor. Deshalb können auch die EN 10088⁶¹ über dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme in kleinen Wasserfahrzeugen und EN 11105⁶² über die Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks in kleinen Wasserfahrzeugen als Vorlage dienen.

⁵⁹ Beuth, DIN EN 15609:2022-02, abrufbar unter: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-15609/338018227> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁶⁰ American Bureau of Shipping, ABS ADVISORY ON GAS AND OTHER LOW FLASHPOINT FUELS, S. 14, S. 48, abrufbar unter: <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/advisories-and-debriefs/gas-and-low-flashpoint-fuels-advisory.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁶¹ DIN EN ISO 10088:2013-12 Kleine Wasserfahrzeuge – Dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme (ISO 10088:2013); Deutsche Fassung EN ISO 10088:2013, geändert durch: DIN EN ISO 10088/A100:2017-12.

⁶² DIN EN ISO 11105:2020-08 Kleine Wasserfahrzeuge – Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks (ISO 11105:2020).

3.3.3. Grundlegende internationale Normen

Wie bereits in *Kapitel 3.1.3 Internationales Seerecht* beschrieben, wurden von der IMO bisher keine Normen für Ammoniak-betriebene Wasserfahrzeuge veröffentlicht. Zwar bestehen mit dem IFG-Code innerhalb der SOLAS-Konvention Regulierungen zu Antrieben, die durch Gase mit niedrigem Flammpunkt angetrieben werden. Hierbei geht es aber vornehmlich um Flüssigerdgas. Daneben wurde die „Interim guidelines for the safety of ships using fuel cell power installations“⁶³ beschlossen, die Sicherheitsstandards für den elektrischen oder thermalen Betrieb durch Brennstoffzellen auf Schiffen festlegt.⁶⁴ Hierbei werden aber nicht Verbrennungsmotoren thematisiert.

Um die so entstehende Lücke auf internationaler Ebene über Ammoniak-Verbrennungsantriebe zu füllen, hat die ABS die ABS-Guidelines veröffentlicht.⁶⁵ Wie die Normen der IMO gelten diese gem. Sec. 1 No. 1 ABS-Guidelines i. V. m. Kapitel I, Teil A, Art. 3 lit. a röm. v SOLAS-Konvention aber nicht für Vergnügungsyachten bzw. Sportboote. Die ABS-Guidelines sind vorrangig für Handelsschiffe ausgelegt. Dennoch können sie vereinzelt als Anhaltspunkt genutzt werden, um Formulierungsvorschläge für eine EN zu entwerfen.

Gem. Sec. 1 No. 1 Para. 4 ABS-Guidelines enthält die Norm Leitlinien für den Entwurf, den Bau und die Überwachung von Schiffen, die Ammoniak als Brennstoff verwenden. Der Schwerpunkt dieser Guidelines liegt auf Systemen und Vorkehrungen, die für die Verwendung von Ammoniak für Antriebs- und Hilfssysteme entwickelt wurden. In den Formulierungsvorschlägen für die zu entwerfende Norm wird immer wieder auf die ABS-Guidelines eingegangen, wenn Abschnitte daraus übernommen werden können.

3.4. Formulierungsvorschläge für eine harmonisierte Norm

Auf der Grundlage der oben genannten EN und ABS-Guidelines werden im Folgenden Formulierungsvorschläge für eine Norm entwickelt, die für kleine mit Ammoniak betriebene Wasserfahrzeuge Sicherheitsstandards vorgeben. Konkrete Formulierungsvorschläge sind *kursiv in blauer Schrift* hervorgehoben. Aus urheberrechtlichen Gründen werden Abschnitte, die wörtlich aus den bestehenden Normen übernommen werden können, nicht in vollem Umfang zitiert. Stattdessen wird auf die zu übernehmende Norm verwiesen.

3.4.1. Titel und Systematik der harmonisierenden Norm

Der Titel der zu entwerfenden Norm kann an den Titel der bereits bestehenden EN 15609 angelehnt werden. So kann der Titel: „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Flüssiggas (LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Yachten und andere Wasserfahrzeuge – Einbauvorschriften“ geändert werden zu:

⁶³ IMO, MSC.1/Circular.1447 – Guidelines for the Development of Plans and Procedures for Recovery of Persons from the Water – (14 December 2012), abrufbar unter: https://imorules.com/MSCCIRC_1447.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁶⁴ IMO, Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁶⁵ American Bureau of Shipping, „Guide for Ammonia fueled vessels“, S. 12, 2021, abrufbar unter: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/325_guide_ammonia_fueled_vessels/ammonia-fueled-vessels-sept21.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2022).

Kleine Wasserfahrzeuge – Ammoniak-Antriebe mit Hybridsystem aus Festoxid-Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor – Einbau- und Betriebsvorschriften

Die bisher bestehenden EN zu kleinen Wasserfahrzeugen sind entsprechend der Vorgaben aus „Strukturelemente eines Dokuments“ der „CEN/CENELEC Geschäftsordnung – Teil 3 – Regeln für den Aufbau und die Abfassung von CEN und CENELEC Publikationen“⁶⁶ gegliedert. Begonnen wird mit dem Deckblatt, auf dem sich vor allem der Titel und dazugehörige Nummer der jeweiligen Norm befinden. Auch sind auf dem Deckblatt Copyright-Verweise abgebildet.

Darauf folgt ein nationales Vorwort. In diesem wird das für die Umsetzung der Norm verantwortliche technische Komitee innerhalb von CEN genannt. In dem nationalen Vorwort der EN 15609 wird auch auf die Änderungen gegenüber früheren Ausgaben verwiesen. Ein solcher Verweis ist für die zu entwerfende Norm nicht notwendig, da keine früheren Ausgaben vorliegen.

In der EN 15609 folgt darauf der „Nationale Anhang NA“. Dieser ist rein informativ und verweist auf die Normen EN 11591⁶⁷ über Kleine Wasserfahrzeuge — Sichtfeld vom Steuerstand und EN 10240⁶⁸ über Kleine Wasserfahrzeuge — Eigner:innen-Handbuch. Diese Vorgaben sind unabhängig von dem Antrieb des Wasserfahrzeugs und daher auch für das mit Wasserstoff- und Ammoniak betriebene Sportboot relevant. Der Nationale Anhang aus EN 15609 sollte deshalb in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Es schließt sich eine grobe rechtliche Einordnung der Norm an, gefolgt von dem Inhaltverzeichnis. Nach diesem folgt das europäische Vorwort. In diesem wird der Entstehungsprozess der Norm beschrieben. Da sich die zu entwerfende Norm noch in einem frühen Entwurfsstadium befindet, ist das weitere Verfahren noch nicht absehbar. Das europäische Vorwort sollte dann formuliert werden, wenn die Norm kurz vor der Veröffentlichung steht.

3.4.2. Anwendungsbereich

Wie in den DIN EN 15609 und DIN EN 10088 sollte in der zu entwerfenden Norm unter der Nr. 1 der Anwendungsbereich festgelegt werden. Damit das gesamte Antriebssystem von der Norm erfasst wird, wird sich am Anwendungsbereich der EN 15609 orientiert. Der Anwendungsbereich aus Nr. 1 EN 15609 muss aber noch dahingehend angepasst werden, dass auch Cracker und Brennstoffzelle erfasst werden. So kann es in der zu entwerfenden Norm heißen:

Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Gestaltung, Werkstoffe, Konstruktion, Installation und Prüfungen für Antriebssysteme von Wasserfahrzeugen für alle Baugruppen von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren, deren Kraftstoff in Form von Ammoniak gelagert wird und vor dem Verbrennen mittels eines Crackers in Wasserstoff umgewandelt wird, fest. Die Norm findet Anwendung auf die gesamte

⁶⁶ CEN/CENELEC, Geschäftsordnung Teil 3 – Regeln für den Aufbau und die Abfassung von CEN und CENELEC Publikationen (ISO/IEC Directives — Part 2:2018, modifiziert), abrufbar unter: https://boss.cen.eu/media/ajfjd3tg/ir3_d.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁶⁷ DIN EN ISO 11591:2021-01 Kleine Wasserfahrzeuge – Sichtfeld vom Steuerstand (ISO 11591:2020).

⁶⁸ DIN EN ISO 10240:2020-05 Kleine Wasserfahrzeuge – Eignerhandbuch (ISO 10240:2019).

Baugruppen, die die Lagerung, Weiterleitung, Energiezufuhr, Umwandlung von Ammoniak zu Wasserstoff, Verbrennung und Lüftung ermöglichen.

Anwendbar ist die Norm auf die Baugruppen für durch Einbaubordmotoren angetriebene kleine Wasserfahrzeuge bis 24 m Rumpflänge, wie in ISO 8666⁶⁹ definiert.

ANMERKUNG Die Definition für Wasserfahrzeug kann Richtlinie 2013/53/EU entnommen werden.

3.4.3. Normative Verweise

Sowohl DIN EN 15609 als auch DIN 10088 fügen sich systematisch in andere technische Normen ein. So wird innerhalb der gesamten Normtexte auf verschiedene Standards Bezug genommen. Im zweiten Abschnitt einer DIN-Norm befindet sich daher grundsätzlich eine Übersicht über die innerhalb der Norm genannten Verweise. Auch die zu entwerfende Norm stellt Bezüge zu weiteren Normen her. Im Folgenden findet sich eine Übersicht zu allen im Entwurf genannten Standards, die in den Abschnitt mit normativen Verweisen der zu entwerfenden Norm übernommen werden sollten:

DIN EN 13445-2:2021-12, Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 2: Werkstoffe; Deutsche Fassung EN 13445-2:2021

DIN EN 10025-2:2019-10, Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2019

DIN EN 12862:2000-08, Ortsbewegliche Gasflaschen – Gestaltung und Konstruktion von wiederbefüllbaren ortsbeweglichen geschweißten Gasflaschen aus Aluminiumlegierung

DIN EN 13322-2, Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl

DIN EN 60529:2014-09, VDE 0470-1:2014-09, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

DIN EN ISO 11105:2020-08, Kleine Wasserfahrzeuge – Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks

DIN EN ISO 21487:2019-12, Kleine Wasserfahrzeuge – Fest eingebaute Ottokraftstoff- und Dieselmotortanks

DIN EN ISO 898-1:2013-05, Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen – Regelgewinde und Feingewinde

DIN EN ISO 9809-1, Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1100 MPa

DIN EN ISO 9809-2, Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1100 MPa

⁶⁹ ISO 8666:2020-10 Kleine Wasserfahrzeuge – Hauptdaten.

DIN EN ISO 9809-3, Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl

EN 12806:2003-08, Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks

EN 13322-1, Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 1: Flaschen aus Kohlenstoffstahl

EN 28846/A100:2017-12, Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Geräte – Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen (ISO 8846:1990)

EN 3 Beiblatt 4:2013-05, Tragbare Feuerlöscher; Beiblatt 4: Kennzeichnung für den Einsatz in Bereichen mit hohen statischen Magnetfeldern

EN 334:2019-11, Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)

EN ISO 10239/A100:2017-12, Kleine Wasserfahrzeuge – Flüssiggas-Anlagen (LPG)

EN ISO 10240:2020-05, Kleine Wasserfahrzeuge – Eignerhandbuch

EN ISO 11591:2021-01, Kleine Wasserfahrzeuge — Sichtfeld vom Steuerstand

EN ISO 5771:2009-10, Gummischläuche und -schlauchleitungen für den Transport von wasserfreiem Ammoniak – Anforderungen

EN ISO 7840:2021, Kleine Wasserfahrzeuge – Feuerwiderstandsfähige Kraftstoffschläuche

EN ISO 8469:2021, Kleine Wasserfahrzeuge – Nicht feuerwiderstandsfähige Kraftstoffschläuche

EN ISO 8666:2021-04, Kleine Wasserfahrzeuge – Hauptdaten

EN ISO 9094:2017, Kleine Wasserfahrzeuge – Brandschutz

EN ISO 10133:2012, Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-)Anlagen

EN ISO 13297:2021, Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Wechselstrom- und Gleichstromanlagen

EN ISO 25760:2015, Gasflaschen – Verfahren für das sichere Entfernen von Ventilen aus Gasflaschen

ISO 11105:2020-03, Kleine Wasserfahrzeuge – Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks

ISO 22241-1:2019-02, Dieselmotoren – NO_x-Reduktionsmittel AUS 32 – Teil 1: Qualitätsanforderungen

DIN SPEC 59:2010-05; DIN ISO Guide 64:2010-05

ISO Guide 64:2008, Leitfaden zur Einbeziehung von Umweltgesichtspunkten in Produktnormen

3.4.4. Begriffsbestimmungen

Ferner wird im Abschnitt 3 einer EN auf die Begriffsbestimmungen eingegangen. So auch in der EN 15609. Damit ein auf Ammoniak basierendes Antriebssystem von einer EN abgebildet werden kann, müssen auch hier grundlegende technische Begriffe festgelegt werden.

Die Begriffe der „Flüssiggasanlage“ oder auch „LPG-Anlage“ nehmen in der EN 15609 gem. Nr. 3.2 eine zentrale Rolle ein. Hierbei handelt es sich um die Baugruppe, die es einem Wasserfahrzeug ermöglicht, Flüssiggas in seiner Antriebsanlage zu verbrennen. Der Begriff LPG-Anlage umfasst somit das gesamte System, u. a. Tank, Leitungen und Motor. Für die zu entwerfende Norm würde sich als Äquivalent *AH-Anlage* (Ammonia-and-Hydrogen-Anlage) anbieten. Folgende Begriffsbestimmung kann daher in der zu entwerfenden Norm abgebildet werden:

AH-Anlage: Anlage aus mehreren Baugruppen, welche einem Wasserfahrzeug ermöglicht, Ammoniak in Wasserstoff umzuwandeln und diesen in seiner Antriebsanlage zu verbrennen. Der Begriff umfasst alle technisch notwendigen Bauteile, insb. Bauteile der Lagerung und des Transports, den Cracker, den Verbrennungsmotor sowie Abgaseinrichtungen.

Daneben können ein großer Teil der Begriffsbestimmungen aus EN 15609 übernommen werden, sofern an einschlägigen Stellen die Begriffe „LPG-Anlage“ durch „AH-Anlage“ bzw. „LPG“ oder „Flüssiggas“ durch „Ammoniak/Wasserstoff“ ersetzt werden. So können die Begriffe aus den Nrn. 3.4 Außenbordmotor, 3.5 sachkundige Person, 3.6 Druckbehälter, 3.7 Flasche, 3.8 Füllstandanzeige, 3.9 Sicherheitsventil, 3.10 Überfüllsicherungseinrichtung, 3.11 Füllventil, 3.12 Schmelzsicherung, 3.18 Lüftungssystem, 3.19 Behälterumhausung, 3.20 Behälterschrank, 3.21 dauerhaft angebracht, 3.22 zugänglich, 3.23 leicht zugänglich, 3.24 Errichter:in, 3.25 Verbraucheinrichtung, 3.26 Cockpit, 3.27 Lüftungsrohr, 3.32 elektronisches Steuergerät, 3.33 Inspektionsstelle und 3.35 Schnellverbindungsstück innerhalb der zu entwerfenden Norm verwendet werden.

Die Nrn. 3.30 Bi-Fuel-System und 3.31 Dual-Fuel-System aus der EN 15609 können gestrichen werden. Hierbei ist der Motor darauf ausgelegt mit zwei getrennten Kraftstoffsystemen betrieben zu werden, wobei jeweils eine Anlage mit Benzin oder Diesel betrieben wird. Solche Systeme sind bei einer AH-Anlage nicht vorgesehen und müssen daher nicht in der zu entwerfenden Norm berücksichtigt werden.

In der Nr. 3.34 EN 15609 wird das Einspritzsystem für flüssiges LPG beschrieben. In dem Prototyp wird im Motor ein Saugrohr zur Einleitung des Wasserstoffs geplant. Eine Begriffsbestimmung zu Einspritzsystem für flüssiges LPG ist daher nicht nötig.

Zudem können aus DIN 10088 Begriffe übernommen werden. Dazu gehören die Nrn. 3.8 Anschlussstück, 3.9 Pressmuffe, 3.10 Muffe und Gewindeeinsatz, 3.11 Abteilung, 3.12 Fahrzeug, 3.13 Verdampfungsemissionen und Emissionen von Kraftstoff, die aus der Permeation von Kraftstoff durch Werkstoffe des Kraftstoffsystems oder aus der Lüftung des Kraftstoffsystems resultieren.

Darüber hinaus benötigt eine AH-Anlage Baugruppen, die nicht im Rahmen von LPG-Anlagen verwendet werden. Spezifische Begriffe wie Cracker, Cracker-Anlage, SOFC, MSR-System und SCR-Katalysator müssen daher innerhalb der zu entwerfenden Norm festgesetzt werden.

Cracker: Komponente mit katalytischem Festbettreaktor in der Ammoniak zu Wasserstoff umgewandelt wird. Der Cracker dient der Wasserstoffherzeugung, indem mittels eines Festbettreaktors das Ammoniak katalytisch durch Wärmezufuhr gecrackt wird.

Cracker-Anlage: Baugruppe, die alle relevanten Komponenten beinhaltet, die für eine Stoffumwandlung von Ammoniak zu Wasserstoff benötigt werden. Dazu können die Versorgungsleitungen, Ammoniak-Verdampfer, der Cracker, Brenner, Batterie und MSR-System gehören.

MSR-System: Abkürzung zu Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, die auch die SPS beinhaltet.

Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS): Auf digitaler Basis programmierte Komponente zur Steuerung oder Regelung einer Komponente oder Baugruppe⁷⁰

Solid Oxide Fuel Cell (SOFC): Hochtemperatur-Festoxid-Brennstoffzelle, die je nach Hersteller:in bei 700-1000°C arbeitet und chemische Energie direkt in elektrische Energie umwandeln kann. Die Brennstoffzelle besteht aus einer Anoden- und Kathodenseite. Dazwischen befindet sich eine feste Membran (keramischer Elektrolyt), die bei hoher Temperatur Sauerstoff-Ionen (O²⁻) leiten kann.⁷¹

Lichtmaschine: Elektrischer Generator, der vom Verbrennungsmotor mit einem Riemen angetrieben wird und elektrischen Strom für Starterbatterie erzeugt.⁷²

Sec. 5 Nr. 6.1.1 ABS-Guidelines gibt die räumliche Trennung von bestimmten Baugruppen und Räumen, in denen sich gewöhnlich Personen aufhalten, vor. Hierbei legt die Norm einen Fokus auf sog. Brennstoffaufbereitungsräume.

Brennstoffaufbereitungsraum: Sich unter Deck befindender Raum oder anders geschlossener Raum, in dem Baugruppen zur Versorgung mit Ammoniak-Brennstoff und die Baugruppen zur Verdichtung, Wiederverflüssigung oder Kühlung des Ammoniaks in den Brennstofftanks eingebaut sind. Hierzu gehört insb. die Cracker-Anlage.

Bei dem Prototyp wird kein SCR-Katalysator verwendet, da die Schadstoffemissionen nicht im Fokus des Projektes liegen. Wenn das Sportboot auf dem Markt verfügbar ist, sollte allerdings ein SCR-Katalysator Verwendung finden. Da bisher noch keine genaue Planung zum Katalysator vorliegt, wird an dieser Stelle keine Begriffsbestimmung für diesen vorgeschlagen. In dem finalen Entwurf sollte die Begriffsbestimmung des SCR-Katalysators aber aufgenommen werden.

3.4.5. Motoren und Motorräume

In Anhang I Teil A Nr. 5.1 SportbootRL werden verschiedene Baugruppen aufgezählt, darunter auch Motoren und Motorräume. Zu Motoren und Motorräumen führt Anhang I A Nr. 5.1.1 SportbootRL aus, dass alle Innenbordmotoren sich in einem von den Wohnräumen getrennten geschlossenen Raum befinden müssen und so eingebaut sein müssen, dass die Gefahr von Bränden bzw. einer Brandausbreitung sowie die Gefährdung durch toxische Dämpfe, Hitze, Lärm oder Vibrationen in den Wohnräumen so gering wie möglich gehalten wird. Häufig zu überprüfende und/oder zu wartende Teile des Motors und Zusatzeinrichtungen müssen leicht zugänglich sein. Das Isoliermaterial im Inneren des Motorraums darf nicht zu einer selbstunterhaltenden Verbrennung fähig sein.

⁷⁰ elektrotechnik automatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerung, abrufbar unter: <https://www.elektrotechnik.vogel.de/was-ist-eine-sps-definition-grundlagen-und-funktion-a-773404/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

⁷¹ Masterdokument, Abschnitt 6.5.

⁷² RP-Energie-Lexikon, Lichtmaschine, abrufbar unter: <https://www.energie-lexikon.info/lichtmaschine.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Auch in bisherigen EN wird sich auf den Motor und Motorräume bezogen. Bei der AH-Anlage besteht jedoch die Besonderheit, dass nicht nur ein einzelner Motor für den Antrieb benötigt wird, sondern vor den Motor verschiedene Baugruppen gelagert sind, die den Betrieb des Motors mit Wasserstoff erst ermöglichen. Es bedarf daher eine Normierung, die nicht nur auf die Sicherheit des Motors abzielt, sondern auch auf die der weiteren Baugruppen. So werden neben den allgemeinen Bestimmungen zu den Bauteilen und Bestimmungen zum Motor auch genaue Sicherheitsbestimmungen zur SOFC, zum Cracker und den jeweiligen Schnittstellen zu anderen Baugruppen benötigt.

Allgemeine Bestimmungen zu den Bauteilen

Zunächst sollten hierfür die allgemeinen Bestimmungen zu den Bauteilen der Motoranlage genauer betrachtet werden. Hiermit befasst sich der vierte Abschnitt der EN 15609. Abschnitt 4.1 EN 15609 ist allgemein gehalten und kann entsprechend in der zu entwerfenden Norm übernommen werden, sofern die Begriffe „LPG-Anlage“ durch „AH-Anlage“ sowie „LPG“ durch „Ammoniak oder Wasserstoff“ abgeändert werden.

Unter anderem wird vorgegeben, dass die Anlage so ausgelegt sein muss, dass sie den kombinierten Bedingungen von Druck, Vibration, Stößen, Korrosion und Bewegung unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen standhalten kann. Bei dem Prototyp werden Vibrationsdämpfer am Motor montiert. Diese dienen aber mehr der Reduzierung des Schalls für ein komfortableres Fahrerlebnis als der Sicherheit. Der Prototyp wird so eingeordnet, dass weitere Schutzvorkehrungen zum Schutz vor Vibration nicht notwendig sind, um die Funktionsweise des Prototyps zu gewährleisten. Sicherheitsrelevante Standards sind in diesem Bereich daher nicht weiter erforderlich.

Die Nr. 5.1 EN 15609 stellt allgemeine Anforderungen an die Installation von Bauteilen auf. Diese sind allgemein gehalten und können daher übernommen werden, soweit der Begriff der „LPG-Anlage“ zu „AH-Anlage“ angepasst wird. Der Abschnitt 5.1 EN 15609 enthält Angaben zum Abgassystem und den Gasflaschen. Hierauf wird in dieser Studie in dem *Kapitel 3.4.7 Kraftstoffsystem* genauer eingegangen.

Zudem können zu den allgemeinen Bestimmungen auch Anforderungen an den:die Errichter:in gestellt werden. EN 15609 geht hierzu in der Nr. 5.2 genauer auf die Anforderungen an den:die Errichter:in einer dauerhaft angebrachten LPG-Anlage normiert. Sie enthalten eher formelle als technische Voraussetzungen und können in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Weiter wird in der Nr. 5.3 EN 15609 auf mögliche zusätzliche Anlagen eingegangen. So muss gem. Nr. 5.3.1 DIN EN 15609 die Installation sonstiger LPG-Anlagen wie die für Koch- und Heizverbrauchseinrichtungen EN 10239⁷³ entsprechen. Koch- und Heizvorrichtungen sind bisher noch nicht bei dem Prototyp geplant. Sollten Koch- und Heizvorrichtungen mit LPG geplant werden, kann der Verweis übernommen werden. In diesem Fall sollte Nr. 5.3.2 DIN EN 15609 ebenfalls übernommen werden. Demnach darf der Betrieb durch eine weitere Anlage nicht beeinträchtigt werden. Zum jetzigen Stand ist eine weitere LPG-Anlage eher unwahrscheinlich, da so keine Klimaneutralität mehr gegeben wäre.

Mit der Einarbeitung dieser Vorschläge in die zu entwerfende Norm werden auch allgemeine Bestimmungen aus der SportbootRL übertragen, die nur indirekt mit dem Antrieb in Verbindung stehen. Dazu gehören die Vorgaben aus Anhang I, Teil B, Nr. 2.4. SportbootRL über die Sicht vom Hauptsteuerstand,

⁷³ DIN EN ISO 10239:2015-05 Kleine Wasserfahrzeuge – Flüssiggas-Anlagen (LPG) (ISO 10239:2014).

Anhang I, Teil B, Nr. 3.6. SportbootRL über von dem:der Hersteller:in empfohlene Höchstlast und Anhang I, Teil B, Nr. 3.8. SportbootRL über den Notausstieg.

SOFC

Neben den allgemeinen Bestimmungen zu Bauteilen bestehen spezifische Baugruppen, die auf die jeweilige Baugruppe angepasste Regelungen zur Sicherheit bedürfen. Ein solcher Bestandteil des Prototyps, der nicht bei herkömmlichen Verbrennungsantrieben verbaut wird, ist die Solid Oxid fuel Cell (SOFC). Die SOFC ist eine Hochtemperatur-Festoxid-Brennstoffzelle, die anhängig von dem:der Hersteller:in bei Temperaturen in Höhe von 700-1000°C betrieben wird und chemische Energie direkt in elektrische Energie umwandeln kann. Die SOFC übernimmt die Versorgung des Crackers, des Schalterschanks, der Steuerventile und andere elektrisch betriebene Bauteile. ⁷⁴

Die SOFC des Prototyps wird allerdings im Gegensatz zu dem geplanten Serienmodell mit Propan betrieben. Im Rahmen der Versorgung durch Propan werden der Propandruck und die Propantemperatur nicht als sicherheitsrelevant angesehen. Von entsprechenden Vorgaben kann daher abgesehen werden. Allerdings wird davon ausgegangen, dass der Propanvolumenstrom für die Sicherheit von Bedeutung ist. Jedoch liegen zum Propanvolumenstrom noch keine belastbaren Werte vor. Zudem muss der Volumenstrom eine gewisse Reinheit vorweisen, um eine sichere Funktionsweise zu gewährleisten. Die Grenzwerte sind noch nicht bekannt. Welche Auswirkungen die genannten Aspekte auf den Betrieb einer SOFC mit Wasserstoff haben, ist bisher ebenfalls nicht bekannt. Wird in der zukünftigen Planung von Propan auf Wasserstoff gewechselt, sollte geprüft werden, ob Druck, Temperatur, Volumenstrom und Reinheit des Wasserstoffs zu Sicherheitsrisiken führen können. In der zu entwerfenden Norm sollten daher Grenzwerte für den sicheren Betrieb vorgegeben werden. Ferner sollten Regelungen zur Installation von Messstellen aufgestellt werden, sodass die Einhaltung der Grenzwerte überprüft werden kann.

Die Temperatur der SOFC muss zwischen 0°C und 200°C liegen. Besonders der SOFC-Brennstoffzellenstapel, Abgasstrang vom Brennstoffzellensystem bedürfen der Kühlung. Zudem müssen von den elektrischen Bauteilen das Steuergerät, die Wechselrichter sowie die Pumpen gekühlt werden. Hierfür wird bei dem Prototyp für die SOFC Frischluft als Kühlmittel verwendet. Die Frischluftzufuhr erfolgt über ein Kühlgebläse. Ein Zweifachkühlsystem ist nicht erforderlich.

Damit die Temperatur 200°C nicht übersteigt, muss sie mittels Messsystem überwacht werden. Sollten die 200°C überschritten werden, muss die Notausschaltung ausgelöst werden. Werden die Abgase abgeleitet, liegt deren Temperatur beim Geräteausgang bei ca. 200°C. Im weiteren Verlauf des Abgasrohres fällt die Temperatur immer weiter ab. Welche Temperatur die Abgase am Abgasrohr und an der Abgasaustrittsstelle letztendlich vorliegt hängt von der Länge und der Isolationsstärke ab. Geschätzt wird, dass die Temperatur bei der Abgasaustrittsstelle um die 40-60°C hat.

Einige Bauteile des SOFC entwickeln Wärme, andere Bauteile sind wärmeempfindlich. Zu den wärmeentwickelnden Bauteilen gehören für die SOFC die Magnetventile, die Kraftstoffpumpe, das Luftgebläse, das Steuergerät, das Stromkabel, der Wechselrichter, der Reformer (Gasvorbereitung), die Brennstoffzellen und der Nachbrenner (Gasnachbereitung). Wiederum sind die Steuerkomponenten (Magnetventile, Kraftstoffpumpe, Luftgebläse, Steuergerät, Drucksensoren, Wechselrichter) wärmeempfindlich. Neben der Kühlung durch Frischluft kann durch Mindestabstände zwischen den

⁷⁴ Masterdokument, Abschnitt 6.5

Bauteilen oder Isolierungen erreicht werden, sodass keins der Bauteile sich derart erwärmt, dass die Funktionsweise beeinträchtigt wird. Bisher liegen keine Daten zu den Mindestabständen und Isolierungen vor. In der zu entwerfenden Norm sollten solche Mindestabstände allerdings eingearbeitet werden.

Bei der Einrichtung und Nutzung des SOFC müssen auch Brandschutzmaßnahmen implementiert werden. Dazu zählt zunächst die thermische Isolierung des Abgasstrangs mit bspw. Steinwolle. Eine weitere Brandschutzregelung ist die Nachverbrennung von Restgasen im Abgassystem. Zusätzlich muss das Abgassystem abgedichtet sein.

Die SOFC wird durch ein Außengehäuse vor Spritzwasser geschützt. Bei dem Prototyp ist dieser Spritzschutz nicht vollständig wasserdicht, da die Frischluftzufuhr durch seitliche Schlitze erfolgen muss. Um die SOFC vor Staub und Schmutz aus der Kühlluft zu schützen, wird die Kühlluft zuvor durch einen Luftfilter geleitet.

Der Schutz vor Spritzwasser im Abgasstrang erfolgt durch eine nach unten gerichtete Öffnung. Weiter ist kein Schutz vor Feuchtigkeit erforderlich. Schutz vor Eindringen von Staub und Schmutz in Abgasstrang der SOFC wird bei dem Prototyp nicht geplant. Regelungen hierzu sind daher nicht erforderlich.

Vor diesem Hintergrund kann eine entsprechende Regelung in der zu entwerfenden Norm wie folgt gestaltet werden:

Die Temperatur der SOFC darf nicht unter 0°C und nicht über 200°C liegen. Das System muss gekühlt werden, um die entsprechende Temperatur einzuhalten. Das Kühlmedium muss Frischluft oder ein in gleicher Weise geeignetes Medium sein.

Um die Bauteile der SOFC vor dem Eindringen von Staub und Schmutz aus der Kühlluft zu schützen, muss die Kühlluft zuvor durch einen Luftfilter geleitet werden. Die Kühlung muss auch dazu geeignet sein, wärmeempfindliche Bauteile zu kühlen. Darunter fallen insbesondere die Steuerkomponenten (Magnetventile, Kraftstoffpumpe, Luftgebläse, Steuergerät, Drucksensoren, Wechselrichter). Werden weitere wärmeempfindliche Bauteile verbaut, muss auch hier die Kühlung gewährleistet werden. Wärmeempfindliche Bauteile sollten durch weitere Maßnahmen wie geeignete Abstände zu wärmeentwickelnden Bauteilen oder Isolierung vor Wärmeeinwirkung geschützt werden.

Besonders der SOFC-Brennstoffzellenstapel und der Abgasstrang vom Brennstoffzellensystem bedürfen der Kühlung. Zudem müssen von den elektrischen Bauteilen das Steuergerät, die Wechselrichter sowie die Pumpen gekühlt werden.

Die Temperatur der Baugruppe SOFC muss mittels Messsystem überwacht werden. Wird eine Temperatur über 200°C gemessen, muss die Notausschaltung ausgelöst werden.

Die durch die Abgasleitung abgeführten Medien sind Stickstoff, Wasserdampf und Kohlendioxid. Restgase müssen im Abgassystem nachverbrannt werden.

Die Abgasleitung muss abgedichtet und thermisch isoliert werden.

Die SOFC sollte so durch ein Gehäuse oder ähnliches vor Spritzwasser geschützt werden, dass weiterhin eine Frischluftzufuhr besteht. Die Austrittsstelle des Abgasstrangs ist so nach unten zu richten, dass das Einlaufen von Spritzwasser vermieden wird.

Cracker-Anlage

Eine weitere Besonderheit von Sportbooten mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energieversorgungssystem stellt die Cracker-Anlage dar. Diese ist eine Baugruppe, die für die Umwandlung von Ammoniak zu Wasserstoff und Stickstoff benötigt wird. Die Cracker-Anlage wird nicht in bisherigen EN spezifiziert.

Die Cracker-Anlage setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Darunter der Ammoniak-Verdampfer, der Cracker, ein Brenner, eine Batterie und das MSR-System, wobei dem Prototyp noch keine endgültige Planung zugrunde liegt. Die Aufzählung ist daher nicht abschließend zu betrachten und einem Sicherheitskonzept kann sich dementsprechend nur angenähert werden.

In der Cracker-Anlage dürfen sich nur gasförmige Medien befinden. Flüssiges Ammoniak würde zu Störungen oder einen ungünstigen Betriebszustand führen. Daher ist die Cracker-Anlage bisher mit einem Verdampfer geplant. Innerhalb des Verdampfers wird durch Wärmezufuhr und ggf. auch Druckabfall flüssiges Ammoniak gasförmig. Bisher steht für den Prototyp keine genaue Planung bezüglich des Verdampfers fest, da noch nicht abschließend geklärt wurde, ob die Verdampfung über bereits vorhandene Komponenten wie die Flaschenverdampfung erfolgen kann, oder über einen separat eingebauten Verdampfer erfolgen sollte. Liegt eine genaue Planung hierzu vor, müssen ggf. Leistungseinschränkungen oder Einschränkungen in der Betriebsweise unter Berücksichtigung der Sicherheit beachtet werden, sofern die Verdampfung innerhalb einer bereits vorhandenen Komponente erfolgt. Die Anwendung eines separaten Verdampfers reduziert die Einschränkungen in der Leistung und Betriebsweise.

Nach der Verdampfung wird die Cracker-Anlage über eine Ammoniakversorgungsleitung mit gasförmigem Ammoniak versorgt. Über eine Druckregleinheit wird der Druck eingestellt, genaue Daten liegen hier noch nicht vor. Durch einen internen Wärmeübertrager wird das Ammoniak vorgewärmt und es wird darauf in den eigentlichen Cracker eigeleitet. Im Cracker wird das Ammoniak katalytisch in das Produktgas gespalten. Im Idealfall sind das 75 mol-% Wasserstoff und 25 mol-% Stickstoff. Über interne Wärmeübertrager wird das Produktgas abgekühlt und anschließend dem Motor bereitgestellt. Die für die endotherme Reaktion benötigte Wärme wird bei dem Prototyp mit einem Propan-Brenner zur Verfügung gestellt. ⁷⁵

Für die Sicherheit an Bord ergeben sich die im Folgenden dargestellten Regeln, die entsprechend angepasst werden müssten, wenn weitere Daten vorliegen:

In der Cracker-Anlage müssen Medien, insbesondere Ammoniak, im gasförmigen Zustand sein. Der gasförmige Zustand sollte über einen Verdampfer hergestellt werden, sodass der Betrieb der Cracker-Anlage nicht beeinträchtigt wird.

Bei dem Betrieb der Cracker-Anlage werden zwischen verschiedenen Betriebszuständen unterschieden: Startphase, Nennbetrieb, Herunterfahren, Notstopp und ausgeschalteter Zustand. Im Reallabor fuhr der Cracker bei einem Nennbetrieb bei einer Leistung von 20-100%. Unter 20% wird auf Teilbetrieb gefahren. Es besteht kein Sicherheitsrisiko, wenn die Leistung auf unter 20 % fällt. Sollte der Motor auf Teillast fahren, muss der Cracker dies entsprechend auch tun. Im System müssen daher

⁷⁵ Masterdokument, Abschnitt 6.3.

Maßnahmen getroffen werden, die eine Koordination zwischen Cracker und Motor ermöglichen, was auch in der zu entwerfenden Norm festgehalten werden sollte.

Es muss ein System vorliegen, das es der Cracker-Anlage ermöglicht, sich an den Betriebszustand bzw. die Betriebsleistung des Verbrennungsmotors anzupassen. Es wird zwischen fünf Betriebszuständen des Motors und der Cracker-Anlage unterschieden:

- a) Startphase: Der Cracker wird durch einen Wasserstoff-Brenner aufgeheizt. Der Aufheizvorgang muss über definierte Rampen geregelt werden, sodass die Werkstoffbelastung so gering wie möglich gehalten wird. Um ein homogenes Temperaturprofil zu gewährleisten, sowie um den Wärmeübergang zu verbessern, muss der Cracker kontinuierlich mit einem kleinen Massenstrom Stickstoff gespült werden. Die Ammoniakversorgung für den Cracker darf erst am Ende der Startphase zugeschaltet werden.*
- b) Nennbetrieb: Ist der Cracker auf Betriebstemperatur temperiert, darf mit der Ammoniakzufuhr und der Ammoniakumsetzung zu Wasserstoff und Stickstoff begonnen werden. Die Ammoniakzufuhr muss über definierte Rampen zugeschaltet werden. Hierbei muss gleichzeitig der Wasserstoff-Brenner und die Brennerzufuhr hochgeregelt werden, um die zusätzliche Reaktionsenthalpie aufzubringen. Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die die Leistung des Crackers anpassen können. Da bei schnellen Lastwechseln die Restammoniak-Konzentration höher ist als im stationären Betrieb, muss durch eine Ammoniak-Konzentrationsmessung am Übergang zum Motor sichergestellt werden, dass kein Cracker-Produkt mit zu hohem Ammoniakanteil zum Motor gelangt. Cracker-Produkte mit zu hohem Ammoniakanteil können in das Seewasser abgeblasen werden.⁷⁶*
- c) Herunterfahren: Es muss möglich sein, die Cracker-Anlage kontrolliert herunterzufahren. Hierfür müssen definierte Temperaturrampen angefahren werden, um den Cracker werkstoffschonend abzukühlen. Die Fluidleitungen müssen mit einem definierten Stickstoffmassenstrom gespült werden, um eine Überhitzung des Reaktorraums zu vermeiden.*
- d) Notstopp: Es muss die Möglichkeit bestehen, bei der Cracker-Anlage jederzeit einen Notstopp durchzuführen. Die Cracker-Anlage ist im Fall eines Notstopps sofort abzuschalten. Der Notstopp muss so durchgeführt werden, dass keine Sicherheitsrisiken entstehen.*

Bei einem Notstopp müssen alle Ventile automatisch in ihre Ruhestellung fallen. Der interne Stickstoffspeicher muss sich automatisch über eine Drossel (Volumenstrombegrenzung) entleeren und so den Cracker spülen. Es dürfen keine Edukt- oder Produktreste im Cracker verbleiben. Falls die Aufzeichnung der Messtechnik verfügbar ist, müssen die Temperaturen und Drücke Drucke des Crackers weiterhin überwacht werden. Nach einem Notstopp müssen alle Komponenten geprüft werden und bei Bedarf die Lebensdauer des Crackers angepasst werden, bevor die Anlage erneut gestartet werden darf. Vor einer möglichen Prüfung/Wartung muss sichergestellt werden, dass keine Gefährdung für das Personal vorliegt.⁷⁷

⁷⁶ Vgl. Masterdokument, Abschnitt 6.3.

⁷⁷ Vgl. Masterdokument, Abschnitt 6.3.

- e) *Ausgeschalteter Zustand: Wenn die Cracker-Anlage ausgeschaltet ist, müssen die Ventile in Ruhestellung stehen und die Fluidleitungen mit Stickstoff gefüllt sein.*

Wie im Kapitel 3.2 Risiken und Gefahren bei dem Betrieb von Sportbooten mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energieversorgungssystem festgestellt wurde, ist das größte Sicherheitsrisiko bei Ammoniak die Entstehung von Leckagen. Besonders betroffen sind hier das Kraftstoffsystem und die Cracker-Anlage. Es müssen daher Messstellen für Ammoniak-Leckage eingerichtet werden. Wo die Messstellen für Ammoniak angebracht werden müssen, ist abhängig von der austretenden Menge und Rate.

Bei gering oder langsam austretenden Leckagen, wird das Ammoniak gasförmig. In diesem Zustand ist es leichter als Luft und steigt entsprechend nach oben. Daher müssen Messstellen in oberen Bereichen von Räumen angebracht werden. In großen Mengen oder schnell austretende Leckagen steigen zunächst ebenfalls gasförmig nach oben. Mit zunehmender Menge bildet sich jedoch ein kalter Schwergasnebel, der zu Boden fällt. In diesem Fall bilden sich bodennah kalte Ammoniaklachen mit einer Temperatur von -70°C . Neben der Toxizität vom Ammoniak können so auch Erfrierungen zu Personenschäden führen. Gelangt der kalte Ammoniak-Schwergasnebel oder die flüssige Ammoniak-Lache in andere Bereiche, wird bei Wärmezufuhr leichtes Ammoniakgas freigesetzt, welches wiederum nach oben steigen kann. Für eine schnelle Detektion von Ammoniak-Leckagen sind daher Messstellen, sowohl unter der Decke als auch am Boden vorzusehen.

Messstellen für Ammoniak sind in allen geschlossenen oder teilweise umhüllten Räumen, in denen sich Ammoniak sammeln kann, am Boden als auch im oberen Bereich zu installieren.

An Deck müssen Messstellen für Ammoniak am Boden installiert werden.

Messstellen für Wasserstoff sind in allen geschlossenen oder teilweise umhüllten Räumen, in denen sich Wasserstoff sammeln kann, im oberen Bereich zu betreiben.

Um Gasansammlungen zu verhindern, müssen Vorrichtungen zum Absaugen der Gase vorgesehen werden.

Darüber hinaus sind die Edukt- und Produktleitungen beim Prototyp mit leichtem Überdruck ausgelegt, damit Leckagen nicht zu einem Sauerstoff-Brennstoff-Gemisch innerhalb der Leitungen führen können. Die Edukt- und Produktleitungen werden vor jedem Start der Cracker-Anlage mit Stickstoff gespült. Dies ist insbesondere nach Wartungsmaßnahmen, wenn sich sauerstoffhaltige Luft in den Leitungen befinden kann oder bei Leckagen relevant. Durch Zumischen von Luft im Bereich der beheizten Flächen, wird bei gleicher Heizleistung ein deutlich höherer Luftmassenstrom mit geringerer Temperatur und entsprechender Verdünnung potenzieller Leckagen erzielt. Im Kompartiment der Cracker-Anlage wird mittels kontinuierlicher Absaugung einer Entstehung zündfähiger Gemische durch potenzielle Leckagen entgegengewirkt. Dieses Konzept sollte auch in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Edukt- und Produktleitungen sind im leichten Überdruck so auszulegen, dass Leckagen nicht zu einem Sauerstoff-Brennstoff-Gemisch innerhalb der Leitungen führen können.

Die Edukt- und Produktleitungen müssen vor jedem Hochfahren der AH-Anlage mit Stickstoff durchgespült werden.

Im Kompartiment der Cracker-Anlage muss mittels kontinuierlicher Absaugung einer Entstehung zündfähiger Gemische durch potenzielle Leckagen entgegengewirkt werden.

Dem Abgassystem wurde sowohl für den Prototyp als auch für das zukünftige Serienmodell noch keine genauere Planung gewidmet. Es wird von Temperaturen zwischen 100°C und 350°C ausgegangen, da die Temperatur und Wärme innerhalb des Crackers über Wärmetauscher reduziert und genutzt wird. Daher ist eine Abgasanlage aus einfachen, nicht-rostenden, austenitischen Stählen wahrscheinlich. Eine entsprechende Isolierung soll für den Temperaturbereich und Wärmeübergang ausgelegt werden und den Kunststoff des Schiffgehäuses schützen. Es wird ein gegen Regen und Spritzwasser geschützter Auslass geplant.

Was den Brandschutz betrifft, wird das Risiko eines Feuers als weniger hoch eingeschätzt. Nach aktueller Einschätzung besteht im Bereich des Abgassystems lediglich durch die Möglichkeit der Überhitzung der umgebenden Schiffsbauteile eine generelle Brandgefahr. Diese kann durch nicht entzündbare, mineralische Isolierung zwischen Abgasrohr und Schiffsbauteilen vermieden werden. Weitere Maßnahmen sind derzeit nicht geplant.

Wenn eine genauere Planung hierzu vorliegt, sollten in jedem Fall entsprechende Sicherheitsvorgaben in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

Auch wurden erste Konzepte für den Explosionsschutz entwickelt. Der Prototyp wird derzeit mit einer Propanverbrennung zur Wärmeerzeugung geplant. Im Rahmen der Propanverbrennung wird standardmäßig eine Flammendurchschlagsicherung verbaut. In der Serie soll die Wärme durch Ammoniak-Wasserstoff-Verbrennungen erzeugt werden. Für die Zukunft wird eine angepasste Flammendurchschlagsicherung geplant. Genaue Angaben hierfür liegen noch nicht vor. Im Bereich der in Wasser ableitenden Abblase-Einrichtung stellt das Seewasser eine Flammendurchschlagsicherung dar.

Im Bereich der Luft-Zufuhr und Abluft zum Auspuff hin sind seitens der Cracker-Anlage aktuell zwei Explosionsschutzventile vorgesehen, die im Fall eines auftretenden Explosionsdruckes aus dem Cracker verschließen. Diese schützen so die Umgebung und angrenzende Aggregate vor dem Explosionsdruck und Flammen. Das Verschließen kann nur mit Hilfe einer Entriegelung wieder geöffnet werden, wodurch die Umgebung auch vor austretendem Ammoniak und Wasserstoff geschützt wird.

Innerhalb der Cracker-Anlage werden Temperaturen der Abgasanlage zwischen 100°C bis 300°C erwartet. Diese Temperaturen liegen unterhalb der Zündgrenze von den bei Leckagen potentiell austretenden Gasen Ammoniak, Wasserstoff oder Propan (Zündgrenzen bei atmosphärischem Druck: Ammoniak 630°C, Propan 450°C, Wasserstoff 560°C). Dennoch sollte die Abgasanlage innerhalb des Cracker-Kompartiments gegen Erreichen heißer Temperaturen mittels mineralischer, nicht-entzündlicher Isolierung abgesichert werden. Diese Maßnahme sichert gegen konservative Abgastemperaturen von 600°C und maximalen Oberflächentemperaturen von 60°C ab. Hierdurch wird eine zündfähige Oberflächentemperatur für die vorhandenen Brennstoffe weit unterschritten. Diese Maßnahme zählt daher auch als Explosionsschutz.

Die tatsächliche Konzentration von entzündlichen Gasen wird innerhalb der Cracker-Anlage gemessen. Wenn die Absaugung unzureichend für eine potenzielle Leckage geworden sein sollte, kann die Cracker-Anlage stromlos geschaltet werden, sodass eine Zündung vor dem Erreichen der 20%igen, unteren Explosionsgrenze erreicht werden soll. Zudem ist das Gehäuse des Cracker-Moduls explosionsdruckfest ausgelegt. Es befinden sich daher Explosionsschutzventile am Eingang und Ausgang der luftseitigen Strömung. Die Edukt- und Produkt-Leitungen sind explosionsdruckfest durch einen Außen anstehenden Druck ausgelegt. Wie der Explosionsschutz für zukünftige Anwendungen aussehen wird oder aussehen könnte, ist aktuell noch nicht bekannt und erarbeitet. Insofern ein Verzicht auf

bestimmten Explosionsschutz möglich sein sollte, wird dies den konstruktiven Aufwand und die Kosten des Crackers senken.

Die Wärmezufuhr des Crackers muss durch eine Flammendurchschlagssicherung gesichert werden.

Im Bereich der Luft-Zufuhr und Abluft zum Auspuff hin sind seitens der Cracker-Anlage zwei Explosionschutzventile zu installieren.

Die Abgasanlage innerhalb des Cracker-Kompartiments ist gegen Erreichen heißer Temperaturen mittels mineralischer, nicht-entzündlicher Isolierung abzusichern.

Entzündliche Gase müssen innerhalb der Cracker-Anlage gemessen und abgesogen werden, so dass die 20%tige untere Explosionsgrenze des abgesaugten Mediums nicht überschritten wird.

Das Gehäuse der Cracker-Anlage ist explosionsfest auszulegen.

Auch in den ABS-Guidelines wird sich mit dem Explosionsschutz befasst. In Sec. 5 ABS-Guidelines werden Brennstoffaufbereitungsräume behandelt. Sec. 5 No. 6.1.1 ABS-Guidelines gibt die räumliche Trennung von bestimmten Baugruppen und Räumen, in denen sich gewöhnlich Personen aufhalten, vor. Bei Brennstoffaufbereitungsräumen handelt es sich um einen Raum, in dem Baugruppen für die Versorgung mit Ammoniak-Brennstoff und gegebenenfalls die Ausrüstungen für die Verdichtung, Wiederverflüssigung oder Kühlung des Ammoniaks in den Brennstofftanks, aufgebaut sind. In Bezug auf den Prototyp ist hier insbesondere die Cracker-Anlage gemeint, sowie die dazugehörigen Leitungen. Diese Definition wurde auch in den Begriffsbestimmungen im *Kapitel 3.4.4 Begriffsbestimmungen* dieser Studie aufgenommen.

Die Norm führt aus, dass solche Brennstoffvorbereitungsräume, die potenzielle Leckagequellen sein können, wie einwandige Rohrleitungen, Dichtungen an rotierenden Geräten, Instrumentenanschlüssen, Ventilen etc., als gefährliche Räume eingestuft werden und dementsprechend bei Normalbetrieb nicht von Personen betreten werden dürfen. Die Trennung der Räume soll gem. Sec. 5 No. 6.1.2 ABS-Guidelines gasdicht sein. Genauso müssen gem. Sec. 5 No. 6.2.2 ABS-Guidelines Kanal-, Rohr- und Kabeldurchführungen des Brennstoffaufbereitungsraums gasdicht sein.

Brennstoffaufbereitungsräume sind räumlich abzutrennen von Räumen, in denen sich bei Normalbetrieb Personen befinden.

Es sind Auffangwannen, Sprühschilde oder gleichwertige Vorrichtungen dort anzubringen, wo das Entstehen einer Leckage besonders wahrscheinlich ist.

Räume mit Baugruppen der AH-Anlage müssen gasdicht von anderen Räumen abgetrennt sein.

Kanal-, Rohr- und Kabeldurchführungen des Brennstoffaufbereitungsraums müssen gasdicht sein.

Brennstoffaufbereitungsräume, die sich über Deck befinden, müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein, wenn durch möglichen Umschlagbetrieb die Gefahr mechanischer Beschädigungen durch Stöße erhöht wird.

Brennstoffaufbereitungsräume dürfen nur die für die Aufbereitung des Brennstoffs erforderlichen Einrichtungen enthalten, Aufbereitung und Versorgung sowie die notwendigen Sicherheitseinrichtungen, wie z. B. Feuer- und Gaswarnanlagen.

Unter Nr. 4.2.3.2.1 EN 15609 werden Bauteile aufgezählt, die in ortsfesten Behältern zur Lagerung von LPG benötigt werden. Auch für den Prototyp werden einige der genannten Bauteile für die Cracker-Anlage benötigt. In angepasster Form sollte diese Norm folglich in die zu entwerfende Norm übernommen werden:

Die Cracker-Anlage muss mit den folgenden Bauteilen ausgestattet sein, die entweder einzeln oder kombiniert (z. B. Mehrfachventil) verwendet werden können:

- a) Füllventil; das Füllventil muss ein Doppel-Rückschlagventil enthalten*
- b) Sicherheitsventil*
- c) Ferngesteuertes Versorgungsventil mit Strömungsbegrenzungsventil*
- d) Explosionsschutzventil*
- e) Regelventil*
- f) Magnetventil*
- g) Schnellschlussventile*
- h) Differenzsensor, dieser wird insbesondere zur Überwachung des Durchflusses und möglicher Leckagen und Fehlfunktionen zwischen Eduktvordruck und Produkt-Ausgangsdruck vorgesehen*
- i) Überdruckventil*
- j) Tröpfchenfilter*
- k) Absperrventil*
- l) Gasmischeinheit*
- m) Gasdosiereinheit*
- n) Hydrostatisches Entlastungsventil*
- o) Druck- und/oder Temperaturfühler*

Schnittstelle zwischen Ammoniak-Flaschen und Cracker-Anlage

Das Ammoniak wird flüssig aus den Ammoniak-Flaschen in den Cracker geleitet. Der Anschluss von Flasche zu Cracker-Anlage darf nicht aus einem Material sein, dessen Beschaffenheit durch Ammoniak beeinträchtigt wird. In dem Reallabor wurde ein Edelstahlrohr ¼ Zoll verwendet. Hinweise zu den Materialien, die mit gasförmigem Ammoniak in Kontakt kommen, können aus EN 13445-2⁷⁸ über „Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 2: Werkstoffe; Deutsche Fassung“ entnommen werden. Werden Gummischläuche verwendet, ist die EN 5771⁷⁹ über Gummischläuche und Schlauchleitungen für den Transport von wasserfreiem Ammoniak entscheidend.

Weiter wurden im Reallabor für die Schnittstelle zwischen Kraftstoffsystem und Cracker minimale und maximale Werte des Mediums Ammoniak ermittelt. Das Ammoniak befindet sich in der flüssigen Phase, daher darf die Temperatur nicht über einen Maximalwert steigen, da das Ammoniak sonst gasförmig wird. Vorgeschlagen wird daher, eine Temperaturmessstelle einzurichten, welche die Temperatur des Ammoniaks prüft. Zudem darf die Temperatur nicht unter eine bestimmte minimale Temperatur sinken, da sonst der Verdampfer nicht vollständig verdampft und der Cracker in einen sog. Thermo-Schock verfallen kann, was Materialversagen zur Folge haben kann. In der flüssigen Phase für Cracker ist der Druck nicht relevant, da die Entnahme aus flüssiger Phase im Zweiphasengemisch

⁷⁸ DIN EN 13445-2:2021-12 Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 2: Werkstoffe.

⁷⁹ ISO 5771:2008-09 Gummischläuche und -schlauchleitungen für den Transport von wasserfreiem Ammoniak – Anforderungen.

erfolgt. Wird der minimale Wert des Ammoniakdrucks innerhalb der Flasche unterschritten, wird manuell auf eine volle Flasche umgestellt. Ein schlagartiges Unterschreiten weist auf Leckage hin.

Eine Temperaturbegrenzung ist nur im Zusammenhang mit dem Druck gleichzeitig abgestimmt möglich. In der aktuellen Anwendung ist eine rein gasförmige Bereitstellung des Ammoniaks erforderlich. Hieraus ergeben sich für einen Druckbereich ein Temperatur-Bereich und umgekehrt. Da ein Druck unterhalb von 4 bar als unzureichend zur Überwindung der Druckverluste bis zum Motor ermittelt wurde, ergibt sich hieraus die minimale Temperatur gasförmigen Ammoniaks von ca. 10°C. Da für die Druckabsicherung des Crackers und der Zuleitungssysteme ein Druck oberhalb von 10 bar in der aktuellen Anwendung eine deutliche Steigerungen des Materialbedarfes und der Kosten verursachen würde, wurde dieser Druck und damit die entsprechende Temperatur von 30°C ermittelt. In zukünftigen Anwendungen ist davon auszugehen, dass eine Drucksteigerung erforderlich wird, um motorische Anwendungen angemessen versorgen zu können. Demnach werden sich auch die zu ertragenden Drücke und Temperaturen ändern können.

Die zu entwerfende Norm könnte daher wie folgt gefasst werden:

Die Schnittstellen zwischen Kraftstoffsystem und Cracker, die in Exposition mit Ammoniak geraten, müssen aus einem Material sein, dessen Funktionsweise nicht durch Ammoniak vermindert wird. Die Vorgaben zu den zu verwenden Materialien richten sich nach DIN EN 13445-2:2021-12. Werden Gummischläuche oder Schlauleitungen zum Transport des Ammoniaks verwendet sind die DIN EN ISO 5771:2009-10 und ISO 5771:2008 einzuhalten.

Es müssen geeignete Verschraubungskomponenten für Hochdruck- und Hydraulikrohrverschraubungen entsprechend ISO 1179 und ISO 1179-1 verwendet werden.

Das Ammoniak muss in der Schnittstelle zwischen Kraftstoffsystem und Cracker eine Temperatur von 5°C bis 50°C vorweisen und unter einem Druck von 2 bis 8 bar stehen.

Die Ammoniakreinheit in den Leitungen zwischen Kraftstoffsystem und Cracker sollte bei über 95 % liegen. Der Sauerstoffgehalt muss dabei unter 5 % liegen und sollte unter 1 % liegen. Der Wassergehalt darf nicht über 0,02 % liegen und der Öl-Anteil darf 20 ppm nicht überschreiten.

Bauteile und Medien im Cracker müssen einer Temperatur von 550° C ausgesetzt werden können, ohne dabei ihre Funktionsweise zu verlieren. Der Cracker muss durch einen Wärmeschutz umgeben werden, sodass übrige Baugruppen und Medien vor Wärmeeinstrahlung geschützt werden.

Der Cracker ist mit einem Auspuff zu versehen. Der Auspuff muss so angebracht werden, dass Geruchsbelästigung und die Gefährdung von Menschen verhindert wird. Hierfür kann der Auspuff des Crackers unterhalb der Wasserlinie eingerichtet werden. In diesem Fall muss das Eindringen von Wasser über die Auspufföffnung verhindert werden.

Schnittstelle Stickstofftank und Cracker-Anlage

Zusätzlich führt eine Leitung vom Stickstofftank zum Cracker. Der Stickstoff wird zum Durchspülen der Leitung verwendet. Der Stickstoffvolumenstrom ist sicherheitsrelevant für Spülung und Inertisierung. Wie hoch dieser sein kann, wurde noch nicht ermittelt. Auch fehlt es an genauen Informationen dazu, wie hoch der Druck des Stickstoffs sein muss. Fest steht zwar, dass ein minimaler Druck relevant für die Restmengenbestimmung ist, da sonst der Start des Crackers ausfallen kann, jedoch sind noch

keine genauen Werte bekannt. Hier besteht Bedarf für genauere Untersuchungen. Die Stickstofftemperatur wird als nicht relevant angesehen.

Schnittstelle Cracker und Master SPS

Gesteuert werden die Baugruppen über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Verbunden werden die Master SPS und der Cracker im Prototyp mit dem Kabeltyp LAN CAT7 0,5 mm² und dem Steckertyp R7N25. Daten zur Stromstärke und Spannung liegen noch nicht vor. Es kann aber sein, dass diese Daten sicherheitsrelevant sind.

Weiter muss die Elektrik säureresistent sein, auch muss die Elektrik vor Spritzwasser geschützt werden, weshalb die folgende Formulierung in die zu entwerfende Norm übernommen werden sollte:

Die Elektrik, insbesondere die der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), muss aus säureresistenten Materialien sein oder durch solche geschützt werden.

Die Elektrik muss so geschützt werden, dass ein Eindringen von Wasser verhindert wird.

Weitere Vorgaben sind in *Kapitel 3.4.8 Elektrisches System* verfasst.

Schnittstelle Motor und Cracker-Anlage

Von der Cracker-Anlage gelangt der Wasserstoff in den Motor. Um Sicherheitsrisiken an der Schnittstelle zwischen Cracker-Anlage und Motor zu verhindern, müssen folgende Aspekte beachtet werden:

Die Temperatur des Gases, das in den Motor gelangt, muss in einem bestimmten Temperaturrahmens liegen. Je niedriger die Temperaturen innerhalb dieses Bereichs sind, desto verträglicher gestalten sie sich für den Motor. Da durch den Cracker das Gas stark erhitzt wird, ist jedoch eher eine Temperatur knapp unter 50° C zu erreichen. Im Reallabor wurden weitere Werte zur Funktionsweise von der Schnittstelle zwischen Cracker und Motor sowie innerhalb des Motors ermittelt. Folgende Formulierungen können in der zu entwerfenden Norm festgelegt werden:

Medien, die von dem Cracker in den Motor geleitet werden, müssen 0°C-50°C betragen. Besonders dürfen die Temperaturen der Medien nicht die 50°C überschreiten.

Medien, die von dem Cracker in den Motor geleitet werden, müssen einen Druck von mindestens 500 mbar vorweisen. Fällt der Druck zu gering aus, muss der Motor automatisiert abschalten.

Medien, die von dem Cracker in den Motor geleitet werden, dürfen einen Druck von 2 bar nicht überschreiten. Wird ein Druck von 2 bar überschritten, muss dieser durch ein Sicherheitsventil abgelassen werden.

Der Massestrom von Wasserstoff innerhalb der Schnittstelle zwischen Cracker und Motor darf maximal 1,5 kg/h betragen. Der Druck des Wasserstoffes muss zwischen 0,5 – 10 bar liegen.

Der Luftdruck in der Ansaugung beträgt 950-2500 mbar.

Die Ammoniakkonzentration darf innerhalb des Motors nicht 1% (Volumenprozent) überschreiten. Wird eine Ammoniakkonzentration von 1 Volumenprozent oder mehr erreicht, muss der Motor automatisch abschalten.

Feinstaub bis zur Größe PM 10 hindert den Motor nicht in seiner Funktionsweise. Um zu verhindern, dass Feinstaub größer als PM 10 den Motor beeinträchtigt, ist die Schnittstelle zwischen Cracker und Motor mit einem Filter auszustatten.

Um eine erhöhte Ammoniakkonzentration zu verhindern, wird die Schnittstelle zwischen Cracker und Motor mit einem Filter ausgestattet.

Die elektrische Versorgung des Verbrennungsmotors muss gegeben sein, sodass Start und Betrieb gewährleistet sind.

Darüber hinaus besteht zumindest theoretisch das Risiko des Kraftstoffrückflusses. Dabei würde Kraftstoff nicht vom Cracker zum Motor strömen, sondern ungewollt in entgegengesetzte Richtung. Da aber davon auszugehen ist, dass der Druck im Motorraum nicht höher ist als in der Cracker-Anlage, ist ein solcher Rückfluss unwahrscheinlich. Die Schnittstelle zwischen Motor und Cracker wird dennoch mit zwei Sicherheitsventilen geplant.

Um den Rückfluss von Medien vom Motor in die Cracker-Anlage zu vermeiden, ist die Schnittstelle zwischen Motor und Cracker-Anlagen mit zwei Sicherheitsventilen auszustatten.

Motor

In den Prototyp wird ein Otto-Verbrennungsmotor eingebaut. Dieser entspricht ursprünglich einem konventionellen Ottomotor, damit dieser jedoch mit Wasserstoff betrieben werden kann, müssen Änderungen vorgenommen werden. Dazu gehört, dass der Motor zusätzlich mit Saugrohr-Einblasventil für Wasserstoff bzw. dem Cracker-Produktgas ausgestattet wird. Zudem handelt es sich bei Wasserstoff um ein Gas mit sehr kleinen Molekülen. Damit es nicht zu ungeplanten Entweichungen kommt, müssen einzelne Bauteile so angepasst werden, dass der Wasserstoff nicht entweichen kann. In der zu entwerfenden Norm kann daher formuliert werden:

Bauteile des Wasserstoff-Verbrennungsmotor müssen so angepasst und verbaut werden, dass gasförmiger Wasserstoff nicht entweichen kann.

Auch müssen Anpassungen vorgenommen werden, die bestimmen, wie lange und zu welchem Zeitpunkt das Gas optimal eingeblasen werden soll. Zwar sind Aufbau und Betrieb grundsätzlich mit dem eines Ottomotors vergleichbar. Allerdings ist bei dem Prototyp die Verbrennungssteuerung empfindlicher. Für diesen Motor wird geplant, dass ein Gemisch aus Umgebungsluft und Wasserstoff in den Motor gesogen wird. Das Mengenverhältnis zwischen Luft und Wasserstoff beträgt im Idealfall 1 kg Wasserstoff zu 34 kg Luft. Im Fall von 34 kg Luft würde $\lambda = 1$ entsprechen. Bisher ist abzusehen, dass dieser Wert nicht erreicht wird. Stattdessen wird von $\lambda = 1-3$ ausgegangen. Ein abweichender Wert kann Sicherheitstechnisch relevant sein. Hierfür liegen allerdings noch keine genauen Daten vor.

Während des Betriebs des Motors wird besonders innerhalb des Zylinders Druck von bis zu 100 bar ausgeübt. Auch wird auf die Kraftstoffleitungen und die Ölwanne Druck von über 20 kPa ausgeübt. Glüh- und Vorzündungen werden verhindert, indem die Zylinderdrucksensorik messtechnisch überwacht wird. Bei Glüh- und Vorzündungen wird so Abschaltung ausgelöst. Bei einer Leckage im Motor kann es zu Gasansammlungen unter Deck kommen. Hierfür ist die Motorbox mit einer eigenen Entlüftung geplant. Weitere Vorgaben hierzu finden sich unter *Kapitel 3.4.6 Belüftung*.

Der Motor des Prototyps wird innerhalb des Motors in einem sog. internen Kühlkreislauf mit einem entsprechenden Kühlmittel vor Überhitzung geschützt. Eine Verwendung eines ungeeigneten

Kühlsystemsenschutz kann zu Korrosion, Lochfraß und zu Ausflockungen, die die Kühlkanäle blockieren, führen. Der Austausch des verwendeten Kühlmittels ist alle zwei Jahre erforderlich.⁸⁰

Wiederum das Kühlmittel wird innerhalb des internen Kühlkreislaufes in einem externen Kühlkreislauf über einen Wärmetauscher mit Seewasser gekühlt.

Die Ladeluftkühlung erfolgt über einen eigenen Kühlkreislauf mittels Wärmetauscher mit Seewasser. Bei Betrieb kann der Motor Oberflächentemperaturen von bis zu 120°C entwickeln. Jedoch wird die Maximaltemperatur über den Kühlkreislauf geregelt, sodass Temperaturen von ca. 85-90°C erreicht werden. Die Abgase entwickeln Temperaturen von bis zu 800°C.

Keine weiteren Maßnahmen werden bei dem Prototyp in den Bereichen der Schmieröleintrag in den Brennraum, Schutz vor Spritzwasser und Schutz vor Staub sowie Schmutz geplant.

Durch die Vergleichbarkeit von Ottomotoren und Wasserstoff-Motoren können die Vorgaben der EN 10088 über dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme größtenteils übernommen werden. Diese legt entsprechend Abschnitt 1 die Anforderungen an Gestaltung, Werkstoffe, Konstruktion, Installation und Prüfungen für dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme für Hubkolben-Verbrennungsmotoren, also auch Ottomotoren, fest. Bei der Übernahme von Passagen ist darauf zu achten, dass Begriffe ggf. angepasst werden müssen. So muss „Ottomotor“ in „Wasserstoff-Motor“ geändert werden und „Ottokraftstoffe“ zu „Wasserstoff“.

Ab Abschnitt 4 der EN 10088 wird auf die allgemeinen Anforderungen verwiesen. Die Nrn. 4.1.1 bis 4.1.4 sowie 4.1.7 und 4.1.8 EN 10088 können übernommen werden. Nr. 4.1.4 EN 10088 verweist auf die Normen EN 11105 über Belüftung und EN 28846⁸¹ über Zündschutz.

Dagegen muss die Nr. 4.1.5 EN 10088 angepasst werden. Nr. 4.1.5 EN 10088 zielt auf die Einrichtung von Entlüftungsöffnungen bzw. die Entlüftung des Kurbelgehäuses ab. Bei dem Betrieb von Motoren besteht die Problematik, dass das Gas über den Rand des Kolbens strömen kann. Für diesen Fall ist oberhalb des Kolbens ein Ablassventil vorgesehen. Allerdings kann sich auch unterhalb des Kolbens entzündliches Gas ansammeln. Dementsprechend wird in der Praxis bei Ottomotoren der Kraftstoff in der Regel zurückgeführt, damit aus Umwelt- und Gesundheitsschutzgründen das Gas nicht in die Umgebungsluft abgeleitet wird. Bei dem Prototyp besteht das Risiko, dass sich bei einer Rückführung das Gas ungewollt entzündet. Nr. 4.1.5 EN 10088 geht hierbei nur auf Otto- und Dieselkraftstoffe ein. Um auf eine an Wasserstoff angepasste Norm zurückgreifen zu können, wird folgende Formulierung vorgeschlagen:

Es dürfen keine Auslässe vorhanden sein, um Kraftstoff aus dem System abzuzapfen, ausgenommen

- a) Entlüftungsschrauben, die ausschließlich dazu dienen, den Filter zu warten,*
- b) Entlüftung des Kurbelgehäuses, um Gasansammlung von entzündlichen Gasen in den Zylindern zu vermeiden*

⁸⁰ Deutz AG, Original DEUTZ Coolant – Kühlsystemsenschutz, abrufbar auf [https://www.straub-deutz.de/docs/DEUTZ%20Kuehlsystemschutz%2000312265.pdf](https://www.straub-deutz.de/docs/DEUTZ%20Kuehlsystemsenschutz%2000312265.pdf) (zuletzt abgerufen am 12.07.2022).

⁸¹ DIN EN 28846:1993-10 Kleine Wasserfahrzeuge; Elektrische Geräte; Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen (ISO 8846:1990).

Die Entlüftung des Kurbelgehäuses kann in die Umgebungsluft erfolgen (offene Entlüftung) oder es kann das Gas rückgeführt werden (geschlossene Entlüftung).

In jedem Fall müssen Maßnahmen getroffen werden,

- a) die gewährleisten, dass es bei einer offenen Entlüftung es nicht zu einer Gefährdung von Menschen und Umwelt kommt*
- b) die gewährleisten, dass sich bei einer geschlossenen Entlüftung keine Gase vorzeitig entzünden*

ANMERKUNG Tanköffnungen sind in ISO 21487⁸² festgelegt.

Die Nr. 5.6.3 EN 10088 gibt vor, dass jeder Filter unabhängig am Motor oder am Bootskörper gehalten sein muss. Bisher gibt es keine genaue Planung zu Filtersystemen und es können noch keine genauen Aussagen zu sicherheitstechnischen Vorgaben zum Filtersystem getroffen werden. Es wird zum jetzigen Zeitpunkt aber vermutet, dass die Nr. 5.6.3 EN 10088 kann durch ihre allgemeine Formulierung übernommen werden kann.

Außerdem sind für die Funktionsfähigkeit des Motors die in Tabelle 5 zusammengefassten Masseströme relevant:

⁸² ISO 21487:2012-11 Kleine Wasserfahrzeuge – Fest eingebaute Ottokraftstoff- und Dieselmotortanks.

Die Masseströme innerhalb des Motors dürfen die folgenden Werte nicht überschreiten

Tabelle 5 Höchstwerte für Masseströme innerhalb des Motors

<i>Massestrom des Mediums</i>	<i>Maximaler Massestrom</i>
<i>mH₂</i>	<i>1,3 kg/h</i>
<i>MLuft</i>	<i>150 kg/h</i>
<i>mAbgas</i>	<i>150 kg/h</i>

Die Vorgaben über die Kennzeichnung des Motors können aus 5.7 EN 10088 übernommen werden.

3.4.6. Belüftung

Nr. 5.1.2 Anhang 1 SportbootRL gibt vor, dass der Motorraum zu belüften ist. Das Eindringen von Wasser durch Öffnungen im Motorraum muss so gering wie möglich gehalten werden. Genauere Vorgaben zur Belüftung gibt die Richtlinie nicht.

EN 15609 gibt unter der Nr. 5.12 weitere Aufschlüsse über einen möglichen Normierungsrahmen der Belüftung. In der Nr. 5.12.1 verweist EN 15609 darauf, dass Motorräume mit einer elektrischen Belüftung in Übereinstimmung mit EN 11105 und den Anforderungen nach 5.12 ausgestattet sein müssen. Wie oben bereits erwähnt, behandelt EN 11105 „Kleine Wasserfahrzeuge – Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks“. Der Anwendungsbereich der Norm erstreckt sich gem. Nr. 1 EN 11105 auf die Belüftung von Räumen, in denen Ottomotoren und Benzintanks installiert sind und die sich auf kleinen Wasserfahrzeugen befinden. Da es sich bei dem Motor des Prototyps um einen Ottomotor handelt, kann Nr. 5.12.1 EN 15609 mit dem Verweis auf EN 11105 übernommen werden.

Ferner wird erneut auf die EN 28846 über „Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Geräte – Zündschutz gegenüber entflammaren Gasen“ verwiesen. Der Verweis sollte ebenfalls übernommen werden.

Gleiches gilt für Nr. 5.12.2 EN 15609. Hier muss allerdings „LPG-Spülen des Motorraumes und/oder des LPG-Behälter-/LPG-Flaschenraumes“ zu „Spülen des Motorraums und des Wasserstoff- und/oder Ammoniak-Flaschenraums“ geändert werden.

Zusätzlich werden unter der Nr. 5.1 EN 15609 allgemeine Anforderungen an die Installation gestellt, die auch relevant für die Lüftung sind. Dazu gehören auch Allgemeine Anforderungen an das Abgas-system, die für die zu entwerfende Norm übernommen werden können. Dazu gehören die Nrn. 5.1.9 und 5.1.10 EN 15609.

Allerdings ist die Belüftung des Prototyps komplexer als die eines mit LPG angetriebenen Schiffes, weswegen die zu entwerfende Norm über die bestehenden Regelungen hinaus differenzierter gestaltet werden muss. Denn während des Betriebs der AH-Anlage werden verschiedene Verbrennungsprozesse durchgeführt. Aktuell sind an dem Prototyp drei trockene Auspuffanlagen jeweils am Motor, an dem Cracker und an der Brennstoffzelle geplant. Die Abgase werden über eine Abgaseinrichtung nach außen geleitet. Alle Verbrennungsprozesse müssen so eingerichtet werden, dass die Abgase nicht im inneren des Schiffes verbleiben. Gleichzeitig muss über Spitzschutzeinrichtung verhindert werden, dass Wasser von außen in die Abgaseinrichtungen eindringt. Der Prototyp der AH-Anlage sieht hierfür

bei dem Abgasrohr des SOFC Abgasstutzen zum Schutz vorm Eindringen von Spritzwasser vor. Damit eine sichere Belüftung auch für andere Verbrennungsprozesse als den Motor ermöglicht wird, wird folgende Formulierung vorgeschlagen:

Die Vorgaben zur Belüftung sind entsprechend auf alle Baugruppen, in denen Verbrennungen stattfinden, anzuwenden. Hierzu zählt insbesondere die Cracker-Anlage und die SOFC.

Die Räume in denen Verbrennungen stattfinden, wie innerhalb der Cracker-Anlage oder der SOFC, müssen mit einer elektrischen Belüftung in Übereinstimmung analog mit EN ISO 11105:2020 und den Anforderungen analog zu den obenstehenden Normen ausgestattet sein. Diese Lüftungsanlage muss explosionsgeschützt in Übereinstimmung mit EN 28846/A100:2017-12 sein.

Bei dem Prototyp ist bisher keine räumliche Trennung von entzündlichen Medien mit dem Abgassystem geplant. Allerdings muss bei dem Serienmodell diese Trennung für einen ausreichenden Brandschutz unbedingt gegeben sein. Dementsprechend muss eine passende Formulierung in die zu entwerfende Norm eingearbeitet werden:

Das Abgassystem muss so geplant werden, dass eine räumliche Trennung von entzündlichen Medien und Abgassystem vorliegt und ein Kontakt von Abgassystem und entzündlichen Medien verhindert wird. Zusätzlich müssen die Abgassysteme thermisch isoliert werden.

Neben dem Abgassystem wird die Umgebungsluft der Kabine be- und entlüftet. Die Zuluft strömt als natürliche Belüftung über ein Lüftungsgitter im Cockpit und durch die Achterpiek in die Kamine bzw. zum Motor. Die Abluft wird durch eine aktive Entlüftung mittels eines Gebläses über einen Lüftungsschlauch durch das Ausströmgerüst im Cockpit nach außen transportiert. Hierfür wird ein Gebläseschlauch und ein Radialgebläse verwendet. Diese entsprechen der EN 28846. Ein entsprechender Verweis auf diese EN sollte in der zu entwerfenden Norm enthalten sein.

Jede Kabine, in der Verbrennungen stattfinden oder Leckagen entstehen können, muss be- und entlüftet werden. Verwendete Bauteile müssen der EN 28846/A100:2017-12 entsprechen.

Die Entlüftung selbst entwickelt bei dem Prototypen Temperaturen bis zu max. 70°C. Die Materialien und Gase erreichen dabei die gleiche Maximaltemperatur Um die Funktionsweise zu erhalten, darf die Entlüftung eine maximale Temperatur von 80°C erreichen.

Die Funktionsweise der Entlüftung darf von Temperaturen bis zu 80°C nicht beeinträchtigt werden.

Um ein Eindringen von Spritzwasser zu verhindern, ist das Lüftungsgitter seewasserbeständig und oberhalb des Freibordbereiches liegend. Zudem hat die Entlüftungsleitung die Form eines Schwannenhalses. Ferner wird die Be- und Entlüftung des Motors im Cockpit durch ein Gitter für den Schutz vor Staub und Schmutz ausgestattet. Weitere Maßnahmen zum Schutz vor Staub und Schmutz sind nicht notwendig.

Neben der Belüftung bedarf die Abgaseinrichtung der Cracker-Anlage einer genaueren Betrachtung.

Die aktuelle Abblaseeinrichtung des Crackers sieht eine Einleitung ins Seewasser vor. Es wird davon ausgegangen, dass so das sonst in der Umgebungsluft schon in geringen Mengen giftige Ammoniakgas über die Abblaseeinrichtung im Wasser gebunden werden würde. In kleinen Mengen stellt Ammoniak keine nennenswerten Belastungen für Gewässer dar.

Eine ähnliche Abblaseeinrichtung ist für Wasserstoff vorstellbar. Hier könnte sich Wasserstoff ebenfalls in geringen Mengen im Seewasser lösen. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass der Wasserstoff als Blase an die Wasseroberfläche gelangt. In diesem Fall wäre für den leicht entzündbaren Wasserstoff eine Flammenrückschlagsicherung zwischen Auslassventil und Umgebung notwendig. Eine Umweltbelastung oder Toxizität besteht durch den Wasserstoff nicht. Da hier aber noch keine abgeschlossene Planung vorliegt, können keine genauen Regelungen getroffen werden.

Der enthaltene Stickstoff ist nicht relevant und kann sowohl in Lösung gehen als auch als Blase aufsteigen und an die Umgebungsluft gelangen, ohne dass hierdurch Folgen entstehen.

Neben dem oben beschriebenen Normalbetrieb sind weitere Betriebszustände in besonderen Situationen zu beachten:

- der Betrieb außerhalb des Wassers, bspw. Probelauf im Trockendock, etc.
- der Betrieb mit unzureichender Wasserhöhe, bspw. Havarie-Szenario mit zu hoher Seitenlage oder aufgelaufenem Rumpf.
- der Betrieb unter simulierten Zuständen außerhalb des Schiffes.

In diesen Fällen fungiert das Seewasser nicht mehr als Flammenrückschlagsicherung. Daher muss eine mechanische Flammenrückschlagsicherung für den Wasserstoff in die Abgaseinrichtung eingebaut werden. Eine entsprechende Regelung muss daher in der zu entwerfenden Norm gefasst werden:

Die Abblaseeinrichtungen für Wasserstoff, die in das Seewasser geleitet werden, sind mit zwei Flammenrückschlagsicherungen auszustatten. Eine der Flammenrückschlagsicherungen kann durch das Seewasser erfolgen. Für den Fall, dass Wasserstoffbeinhaltende Abgase nicht in das Seewasser abgeleitet werden können (bspw. im Trockendock oder durch Havarien) muss die Abgasleitung für Wasserstoff mit einem mechanischen Flammenrückschlagventil ausgestattet sein.

Die Materialien der Abgaseinrichtung sind bisher nicht abschließend geplant. Die Temperatur und Wärme innerhalb des Crackers werden über Wärmetauscher reduziert und genutzt. Da von Temperaturen zwischen 100°C und 350°C ausgegangen werden, ist die Nutzung einer Abgasanlage aus einfachen nicht-rostenden, austenitischen Stählen wahrscheinlich. Eine entsprechende Isolierung soll für den entsprechenden Temperaturbereich und Wärmeübergang ausgelegt werden und den Kunststoff des Schiffgehäuses schützen. Die genaue Position liegt noch nicht fest, es wird aber ein gegen Regen und Spritzwasser geschützter Auslass geplant.

Abgaseinrichtungen müssen vor Feuchtigkeit sowie Regen- und Spitzwasser geschützt sein. Über die Abgaseinrichtung darf kein Wasser oder Schmutz zu anderen Baugruppen gelangen.

Nach aktueller und noch nicht abschließender Einschätzung besteht sowohl im Bereich des Abgassystems der aktuellen Anwendung als auch zukünftiger Anwendungen durch Überhitzung der umgebenden Schiffsbauteile eine generelle Brandgefahr. Geplant ist, diese Brandgefahr zu umgehen, indem nicht entzündbare, mineralische Isolierung zwischen Abgasrohr und Schiffsbauteilen eingebaut werden. Darüberhinausgehende Maßnahmen sind derzeit nicht geplant, was sich im weiteren Verlauf der Planung ändern könnte. Ferner wird durch die oben bereits beschriebene Belüftung bzw. Absaugung verhindert, dass entzündliche Medien mit dem Abgassystem in Kontakt kommen. Die zu entwerfende Norm kann wie folgt formuliert werden:

Abgasleitungen müssen derart mit nicht entzündbaren, mineralischen Materialien isoliert werden, dass eine Brandgefahr von wärmeempfindlichen Bauteilen oder leicht entzündlichen Bauteilen verhindert wird.

3.4.7. Kraftstoffsystem

Die Vorgaben zu dem Kraftstoffsystem sind nach Nr. 5.1 Anhang I A SportbootRL in zwei Untergruppen eingeteilt: Allgemeines und Kraftstoffbehälter. Die Studie steht an dieser Stelle vor dem Problem, dass das Kraftstoffsystem in vielen Bereichen noch nicht geplant ist. Es liegen daher nur wenige Daten vor. Gleichzeitig können sich im Verlauf der Planung noch weitere Daten ändern. Dennoch sollen erste Formulierungsvorschläge darstellen, in welche Richtung sich die Sicherheitsnormen der zu entwerfenden Norm bewegen können.

Allgemeines

In Anhang I Teil A Nr. 5.2.1. SportbootRL werden zunächst allgemeine Anforderungen an das Kraftstoffsystem gestellt. So sind Einfüll-, Lager- und Belüftungsvorrichtungen für den Kraftstoff sowie die Kraftstoffzufuhrvorrichtungen so auszulegen und einzubauen, dass die Brand- und Explosionsgefahr so gering wie möglich gehalten wird.

Bisher ist bei dem Prototyp geplant, dass das druckverflüssigte Ammoniak entspannt und durch Zufuhr von Umgebungswärme verdampft wird. Das gasförmige Ammoniak gelangt über Rohrleitungen zum Cracker und zur SOFC. Der Prozess wird über Druckmessstellen und Temperaturmessstellen überwacht. Der Füllstand der Ammoniakflaschen wird über Ultraschallsensoren erfasst. Eine entsprechende Regelung hierfür könnte so formuliert sein:

Zur Cracker-Anlage und zur SOFC geleitete Medien müssen im Gasförmigen Zustand sein.

Druck und Temperatur der Medien müssen durch Messtellen überprüft werden.

Der Füllstand der Ammoniak-Flaschen muss gemessen werden.

Auch wenn die Planung des Kraftstoffsystems noch nicht abgeschlossen ist, können schon jetzt bestehende Normen als Vorlage verwendet werden, um erste Normen zu formulieren. Der Abschnitt 4.3 EN 10088 beschäftigt sich mit der Installation des Kraftstoffsystems für Benzin- und Dieselmotoren. Einige der Normen aus EN 10088 können für die zu entwerfende Norm übernommen oder in abgeänderter Form übernommen werden. So kann die Nr. 4.3.1 EN 10088 geändert werden zu:

Das Kraftstoffsystem mit Ausnahme der ortsbeweglichen Flaschen muss dauerhaft installiert sein. Alle Bauteile, außer kleinen Verbindungen und Anschlüssen und kurzen flexiblen Schlauchabschnitten, müssen unabhängig voneinander befestigt sein.

Die Nr. 4.3.2 EN 10088 kann übernommen werden. Dabei muss aber der Zusatz: „Tanks brauchen für den Ausbau nicht zugänglich sein.“ gestrichen werden, da der Prototyp zum einen keine ortsfesten Tanks, sondern ortsbewegliche Flaschen benutzt, zum anderen sollten diese schon allein zum Austausch leicht zugänglich sein.

Nr. 4.3.3 EN 10088 kann nicht vollständig auf den Prototypen übertragen werden, da hier nur der Verbrennungsmotor als Quelle für Brandgefahren gesehen wird. Damit Cracker und SOFC auch in der Norm als mögliche Brandursachen beachtet werden, sollte Nr. 4.3.3 EN 10088 geändert werden zu:

Der Abstand zwischen einer Wasserstoff- oder Ammoniakflasche und einer Baugruppe, in der Verbrennungen stattfinden, sollten mindestens 100 mm betragen.

Die Nr. 4.3.4 EN 10088 gibt den Abstand zwischen dem Ottokraftstofftank und Komponenten, deren Temperatur 90°C übersteigt, von mindestens 250 mm an, wenn keine entsprechende thermische Isolierung vorhanden ist. Die Zündtemperatur von Benzin als Ottokraftstoffen liegt bei 240-500°C.⁸³ Der Von Wasserstoff bei 560°C⁸⁴ und von Ammoniak bei 630°C⁸⁵. Da die Zündtemperatur von Ammoniak und Wasserstoff höher als von Benzin sind, wird davon ausgegangen, dass kein Sicherheitsrisiko besteht, wenn die Nr. 4.3.4 EN 10088 in die zu entwerfende Norm angepasst übernommen wird. Die Norm könnte entsprechend formuliert werden:

Der Abstand zwischen Wasserstoff- sowie Ammoniakflaschen und Komponenten, deren Temperatur 90°C übersteigt, muss mindestens 250mm betragen, wenn keine entsprechende thermische Isolierung vorhanden ist.

In der Nr. 4.3.5 EN 10088 wird auf die EN 10133⁸⁶ über „Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-)Anlagen“ und EN 13297⁸⁷ über „Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Wechselstrom- und Gleichstromanlagen“ verwiesen. Demnach müssen elektrische Komponenten des Kraftstoffsystems in Übereinstimmung mit EN 10133 oder EN 13297 installiert sein. Der Verweis sollte in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

Außerdem kann die Nr. 4.3.6 EN 10088 vollständig übernommen werden.

Kraftstoffbehälter, -leitungen und -schläuche

Zudem werden unter der Anhang II Teil A Nr. 5.2.2. SportbootRL Anforderungen an Kraftstoffbehälter, -leitungen und -schläuche gestellt. Diese sind fest anzubringen und von allen größeren Hitzequellen getrennt einzubauen oder abzuschirmen. Werkstoff und Bauweise der Behälter müssen dem Fassungsvermögen und der Kraftstoffart entsprechen.

Weiter wird in der Anhang II Teil A Nr. 5.2.2. SportbootRL auf Ottokraftstoff- und Diesellochkraftstoffbehälter eingegangen. Demnach müssen Räume für Ottokraftstoffbehälter belüftet sein. Auch dürfen Ottokraftstoffbehälter nicht Teil des Rumpfes sein. Darüber hinaus müssen sie gegen den Brand eines Motors und von allen anderen Zündquellen isoliert sowie von Wohnräumen getrennt sein. Diesellochkraftstoffbehälter dürfen entgegen Ottokraftstoffbehältern Teil des Rumpfes sein.

Abschnitt Anhang II Teil A Nr. 5.2.2. SportbootRL lässt sich dem Wortlaut nach nicht auf Wasserstoff und Ammoniak als Energieträger anwenden. Damit Wasserstoff und Ammoniak als Kraftstoffe aber

⁸³RP-Energie-Lexikon, Zündtemperatur, Internetquelle, abrufbar auf: <https://www.energie-lexikon.info/zuendtemperatur.html> (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).

⁸⁴ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Wasserstoff (Hydrogen), abrufbar auf: <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/umwelt/schadensaefaele/anlagen/Wasserstoff.pdf> (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).

⁸⁵ Umweltbundesamt, Ammoniak (R-717), Internetquelle, abrufbar auf <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/natuerliche-kaeltemittel-in-stationaeren-anlagen/kaeltemittel/ammoniak-r-717#sichere-sache-ammoniak-in-kalteanlage> (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).

⁸⁶ DIN EN ISO 15083:2020-07 Kleine Wasserfahrzeuge – Lenzeinrichtungen (ISO 15083:2020).

⁸⁷ DIN EN ISO 13297:2021-07 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Wechselstrom- und Gleichstromanlagen (ISO 13297:2020).

nicht von diesen Sicherheitsvorkehrungen ausgenommen werden, müssen ähnliche Anforderungen wie in Anhang II Teil A Nr. 5.2.2. SportbootRL in die zu entwerfende Norm aufgenommen werden:

Kraftstoffbehälter, -flaschen, -leitungen und -schläuche sind fest anzubringen und von allen größeren Hitzequellen getrennt einzubauen oder abzuschirmen.

Werkstoff und Bauweise der Behälter müssen dem Fassungsvermögen und der Kraftstoffart entsprechen. Räume für Ammoniakbehälter und -flaschen müssen belüftet sein.

Ammoniakbehälter und -flaschen dürfen nicht Teil des Rumpfes sein und müssen

a) gegen Brand eines Motors, einer Brennstoffzelle, der Cracker-Anlage und von allen anderen Zündquellen isoliert sein;

b) von den Wohnräumen getrennt sein.

Wasserstoffbehälter und -flaschen müssen gegen Brand eines Motors, einer Brennstoffzelle, der Cracker-Anlage und von allen anderen Zündquellen isoliert sein.

Neben EN 10088 wird sich auch in der EN 15609 über LPG-Antriebe für kleine Wasserfahrzeuge mit der Sicherheit des Kraftstoffsystems auseinandergesetzt. Besonders wird Bezug auf Kraftstoffbehälter und -flaschen genommen. Die können erste Anhaltspunkte für die zu entwerfende Norm bilden.

Auf die Kraftstoffbehälter selbst unter den Nrn. 4.2 ff EN 15609 eingegangen, während unter den Nrn. 5.5 ff EN 15609 die Installation von LPG-Behältern/Flaschen behandelt wird.

Zuerst geht Nr. 4.2.1 EN 15609 allgemein auf den Korrosionsschutz ein und kann daher bis auf die Änderung von „LPG-Behälter“ zu „Wasserstoff-, Ammoniak- und Stickstoffbehälter“ übernommen werden. Sie gibt so einen Überblick über die Anforderungen an AH-Anlagen.

In Nr. 4.2.2 EN 15609 wird angegeben, LPG-Flaschen würden in der Flüssig- oder Gas-/Dampfphase zur Kraftstoffversorgung des Wasserfahrzeugmotors in Abhängigkeit von der Wahl der Technologie und der erforderlichen Leistung verwendet werden. Bei dem Prototyp der AH-Anlage wird sich voraussichtlich das Ammoniak in der Flüssigphase innerhalb der Flasche befinden und erst über den Verdampfer in die Gasphase wechseln. Die Nr. 4.2.2 EN 15609 sollte daher – solange keine weiteren Daten vorliegen – abgeändert übernommen werden zu:

Ammoniak innerhalb der Flaschen befindet sich unter Druck in der Flüssigphase.

Wenn die Planung des Kraftstoffsystems abgeschlossen ist, sollten Überlegungen dazu angestellt werden, in welcher Phase sich der Stickstoff und der Wasserstoff befinden. Wenn die Phasen der Medien sich als Sicherheitsrelevant herausstellen sollten, müssen Vorhaben hierzu in der zu entwerfenden Norm aufgenommen werden.

An dieser Stelle kann erwähnt werden, dass der Dampfdruck vom Ammoniak in der Gasflasche abhängig von der Temperatur ist. Dies bildet Abbildung 4 ab.

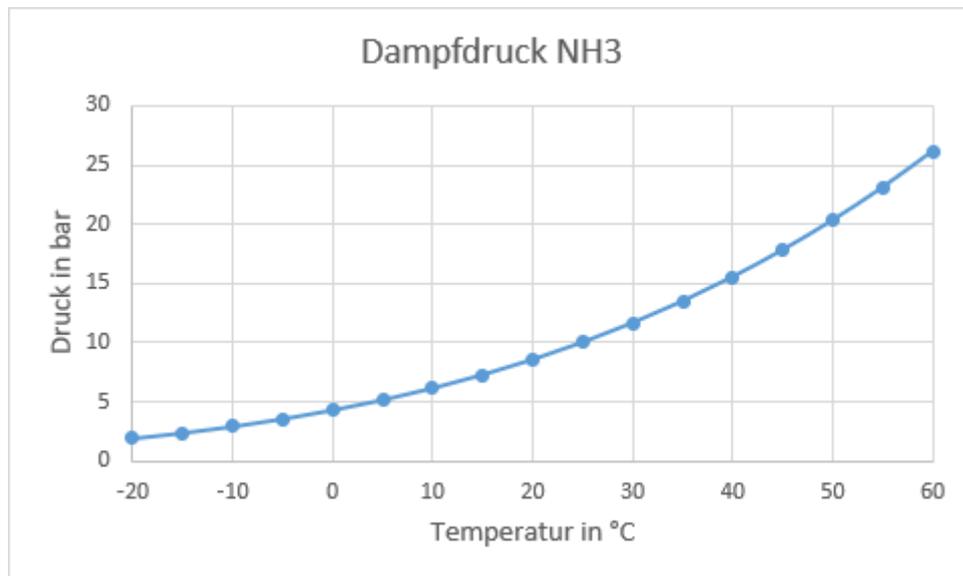


Abbildung 4 Dampfdruck von Ammoniak in der Gasflasche, Druck (angegeben in bar) in Abhängigkeit von der Temperatur (in °C) (Quelle: Ergebnisse des Teilvorhabens CF07).

Hinter einem Leitungsdruckminderer sollte der Leitungsdruck dem der Druckanzeige entsprechen. Bei der Kraftstoffeinspeisung in die Cracker-Anlage, den Motor oder der SOFC fällt der Druck weiter ab. Im Abgasstrang bewegt sich der Druck um in einem Druckbereich von deutlich unter 100 mbar. Es ist noch nicht bekannt, inwieweit sich der Druck innerhalb des Kraftstoffsystems auf die Sicherheit der AH-Anlage auswirkt. Sollte es sich herausstellen, dass der Leitungsdruck sicherheitsrelevant ist, sollten in jedem Fall in der zu entwerfenden Norm Vorgaben hierfür gesetzt werden.

Darüber hinaus wird unter der Nr. 4.2.2 EN 15609 auf weitere Normen zur Sicherheit von Gasflaschen verwiesen. In den Normen wird aber auf Flaschen für LPG, also Erdgas verwiesen. Genannt werden die Normen

- EN 1442 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau; Deutsche Fassung⁸⁸;
- EN 13110 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Aluminium für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau⁸⁹;
- EN 14140 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Alternative Gestaltung und Konstruktion;⁹⁰

⁸⁸ DIN EN 1442:2017-08 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau.

⁸⁹ DIN EN 13110:2019-03 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Aluminium für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau.

⁹⁰ DIN EN 14140:2017-01 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche, wiederbefüllbare, geschweißte Flaschen aus Stahl für Flüssiggas (LPG) – Alternative Gestaltung und Konstruktion; Deutsche Fassung EN 14140:2014 + AC:2015

- EN 14427 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche wiederbefüllbare vollumwickelte Flaschen aus Verbundwerkstoff für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau⁹¹.

Da diese Normen als Normen zu Flüssigerdgas nicht auf Ammoniak und/oder Wasserstoff- und Stickstoffflaschen anwendbar sind, sollte auf allgemeine EN über die Sicherheit von Gasflaschen verwiesen werden. So bestehen EN über ortsbewegliche Gasflaschen Eine abschließende Nennung aller Normen ist nicht sinnvoll, da es eine Vielzahl an EN zu Gasflaschen und ortsbeweglichen Gasflaschen gibt, so dass eine abschließende Aufzählung nicht zu einer besseren Übersicht beitragen würde. Wie in der Vorlage aus Nr. 4.2.2 EN 15609 sollte daher der Zusatz „oder e) eine gleichwertige anerkannte Norm“ eingefügt werden. Abgeändert könnte die Vorschrift lauten:

Die auf Wasserfahrzeugen verwendeten Flaschen, insbesondere für Ammoniak-, Stickstoff und Wasserstoff, müssen einer der folgenden Normen entsprechen:

- a) DIN EN ISO 9809-1
Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1100 MPa (ISO 9809-1:2019); Deutsche Fassung EN ISO 9809-1:2019
Ausgabe 2020-02*
- b) DIN EN ISO 9809-2
Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1100 MPa (ISO 9809-2:2019); Deutsche Fassung EN ISO 9809-2:2019
Ausgabe 2020-02*
- c) DIN EN ISO 9809-3
Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl (ISO 9809-3:2019); Deutsche Fassung EN ISO 9809-3:2019
Ausgabe 2020-02*
- d) DIN EN 13322-1
Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 1: Flaschen aus Kohlenstoffstahl; Deutsche Fassung EN 13322-1:2003 + A1:2006
Ausgabe 2018-10*
- e) DIN EN 13322-2
Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl; Deutsche Fassung EN 13322-2:2003 + A1:2006
Ausgabe 2006-10*

⁹¹ DIN EN 14427:2022-06 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche wiederbefüllbare vollumwickelte Flaschen aus Verbundwerkstoff für Flüssiggas (LPG) – Auslegung und Bau.

f) DIN EN 12862:2000-08

Ortsbewegliche Gasflaschen – Gestaltung und Konstruktion von wiederbefüllbaren ortsbeweglichen geschweißten Gasflaschen aus Aluminiumlegierung; Deutsche Fassung EN 12862:2000

oder

g) eine gleichwertige anerkannte Norm.

Die an Bord befindliche Menge des Kraftstoffes muss angezeigt werden durch Verwendung von mit Füllstandsanzeigen ausgestatteten Flaschen oder durch Vorsehen einer/von zusätzlichen Reserveflasche(n). Jede Flasche mit einem Fassungsraum größer als 17l muss mit einem PRV ausgestattet werden.

Zum besseren Verständnis wird an dieser Stelle angemerkt, dass es sich bei einem PRV um ein Sicherheitsabblasventil handelt.

Weiter werden unter der Nr. 4.2.3 EN 15609 Vorgaben zu ortsfesten Behältern getroffen. Solche sind bei dem Prototyp nicht geplant. Infolgedessen können keine sicherheitstechnischen Formulierungsvorschläge bezüglich ortsfester Behälter innerhalb dieser Studie gegeben werden.

Ferner wird in dem Abschnitt 4.3 der EN 15609 auf die Bauteile der Kraftstoffanlage eingegangen. Die Vorgaben zum Druckregler und Verdampfer könne aus Nr. 4.3.1 EN 15609 übernommen werden. Es wird auf EN 12806⁹² über Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen verwiesen. Zum jetzigen Stand wird davon ausgegangen, dass dieser Verweis übernommen werden kann.

Unter der Nr. 4.3.2 wird auf EN 12806 verwiesen. Die in Nr. 4.3.2 EN 15609 genannten Bauteile müssen dieser Norm entsprechen. Da bisher noch nicht feststeht, welche Bauteile im Kraftstoffsystem verwendet werden, bleibt hier offen, inwieweit die Bauteile den Vorgaben aus EN 12806 entsprechen können. Wenigstens besteht die Möglichkeit, dass folgende Bauteile in dem Kraftstoffsystem des Prototypen Anwendung finden: Druckflaschen, Magnetventile, Rohre, Druckminderer, Drucksensoren, Temperatursensoren, Ultraschallsensoren. Steht fest, welche Bauteile in dem Kraftstoffsystems des marktreifen Produkts verwendet werden, sollte hier geprüft werden, ob EN12806 anwendbar ist oder andere EN hier greifen.

Neben den Flaschen selbst wird unter Nr. 5.5 EN 15609 auf die Installation von LPG-Behältern und Flaschen eingegangen. Wie in den Abschnitten zuvor können hier Passagen direkt oder in einer angepassten Form übernommen werden. So kann der Abschnitt 5.5.1 EN 15609 über Allgemeine Vorgaben übernommen werden, wenn der Begriff „LPG-Flasche“ zu „Wasserstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffflaschen“ geändert wird.

Wie schon zuvor kann der Abschnitt über Ortsfeste Behälter – Nr. 5.5.2 – gestrichen werden.

Auch der Abschnitt 5.5.3 sollte übernommen werden. Lediglich in der Passage unter Nr. 5.5.3 EN 15609 „Bei Flaschen, die mit der Dampf-/Gasphase betrieben werden, muss der Druckregler EN 16129:2013 entsprechen und direkt hinter dem Flaschenventilanschluss installiert werden.“ kann der Verweis auf EN 16129⁹³ nicht übernommen werden. EN 16129 beinhaltet Standards zu

⁹² DIN EN 12806:2003-08 Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks.

⁹³ DIN EN 16129:2013-08 Druckregelgeräte, automatische Umschaltanlagen mit einem höchsten Ausgangsdruck bis einschließlich 4 bar und einem maximalen Durchfluss von 150 kg/h sowie die dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen und Übergangsstücke für Butan, Propan und deren Gemische.

„Druckregelgeräte(n), automatische(n) Umschaltanlagen mit einem höchsten Ausgangsdruck bis einschließlich 4 bar und einem maximalen Durchfluss von 150 kg/h sowie die(den) dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen und Übergangsstücke(n) für Butan, Propan und deren Gemische“. Da bei dem Prototyp zwar Propan verwendet wird, in der Serie aber Wasserstoff genutzt werden soll, kann in der zu entwerfenden Norm nicht auf EN 16129 verwiesen werden. Es wird angenommen, dass stattdessen auf EN 334:2019-11⁹⁴ über „Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)“ verwiesen werden kann.

Die zu entwerfende Norm müsste an dieser Stelle daher folgende Formulierung vorweisen:

Bei Flaschen, die mit der Dampf-/Gasphase betrieben werden, muss der Druckregler EN 334:2019 entsprechen und direkt hinter dem Flaschenventilanschluss installiert werden. Bei Anwendungen, die eine höhere Durchflussrate erfordern als der Druckregler bereitstellen kann, darf ein Hochdruckschlauch für die Medien-Zufuhr zur Cracker-Anlage oder zu anderen Baugruppen verwendet werden, der jedoch ein Strömungsbegrenzungsventil enthalten muss, das dem Flaschenauslassventil unmittelbar nachgeschaltet oder als dessen fester Bestandteil installiert ist.

Die Nr. 5.5.4 EN 15609 über Behälterschränke sollte vollständig übernommen werden. Zwar versäumt es die EN 15609 hier, genau zu bestimmen, was unter Ortsfesten Behältern zu verstehen ist. So bleibt offen, ob der Begriff der ortsfesten Behälter weit auszulegen ist und es sich hier um Behälter unabhängig von dem Füllmedium handelt oder ob der Begriff eng zu verstehen ist und ortsfeste Behälter lediglich auf LPG beschränkt. Um ein möglichst hohes Sicherheitsniveau zu erreichen, sollte der Begriff weit ausgelegt werden. Dementsprechend kann der Abschnitt unter der Nr. 5.5.2 EN 15609 vollständig übernommen werden. Wieder muss nur darauf geachtet werden, den Begriff „LPG“ anzupassen.

Unter der Nr. 5.5.5 EN 15609 werden genaue Vorgaben zu der Installation mehrerer Behälter und Flaschen gemacht. Diese Standards sind für die zu entwerfende Norm insoweit relevant, da der Prototyp auch mit mehreren Flaschen geplant wird. Wahrscheinlich müssten einige Anpassungen für die zu entwerfende Norm vorgenommen werden. So sollte die Nr. 5.5.5.1 Abs. 1 EN 15609 umgeschrieben werden zu:

Ist mehr als eine Flasche an eine Baugruppe angeschlossen, müssen die Flaschen so installiert werden, dass kein hydrostatischer Druckstau in der Leitung möglich ist und dass das jeweilige Medium nicht von einer Flasche in eine andere strömen kann.

Dagegen kann gesagt werden, dass der Abschnitt 5.6 EN 15609 über am ortsfesten Behälter angebrachte Bauteile gestrichen werden kann, da bei dem Prototyp nicht mit ortsfesten Behältern gearbeitet wird.

Weiter werden unter der Nr. 5.7 EN 15609 Standards zu Gasrohren und -schlauchleitungen gesetzt. Diese können vollständig übernommen werden. Unter anderem wird wieder auf die EN 101332 und EN 13297 verwiesen. Diese sind auch für den Prototypen relevant, der Verweis sollte dementsprechend auch in der zu entwerfenden Norm stehen.

⁹⁴ DIN EN 334:2019-11 Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar).

Auch wird auf die EN „Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks; Deutsche Fassung EN 12806⁹⁵ verwiesen. Diese ist zwar für Autogasanlagen konzipiert, nach jetzigem Wissenstand kann der Verweis aber übernommen werden.

Da in den Gasrohren und Schlauchleitungen Ammoniak geleitet wird, sollte in der zu entwerfenden Norm auf die Norm EN 5771 verwiesen werden.

Werden Gummischläuche und -schlauchleitungen für den Transport von Ammoniak verwendet, ist EN ISO 5771:2008 entsprechend anzuwenden.

In dem Abschnitt unter Nr. 5.5.5 EN 15609 wird die Installation mehrerer Behälter/Flaschen behandelt. Da der Prototyp mit mehreren Gasflaschen geplant wird, sollte der Abschnitt in jedem Fall übernommen werden. Allerdings müssten einige Anpassungen für die zu entwerfende Norm vorgenommen werden. So sollte die Nr. 5.5.5.1 Abs. 1 EN 15609 umgeschrieben werden zu:

Ist mehr als eine Flasche an eine Baugruppe angeschlossen, müssen die Flaschen so installiert werden, dass kein hydrostatischer Druckstau in der Leitung möglich ist und das jeweilige Medium nicht von einer Flasche in eine andere strömen kann.

Weiter wird unter dem Abschnitt 5.8 EN 15609 auf sonstige Bauteile des Kraftstoffsystems eingegangen:

Die Vorgaben unter Nr. 5.8.1 EN 15609 über Gasanschlüsse zwischen Bauteilen der LPG-Anlage können für die AH-Anlage übernommen werden, wenn der Begriff der „LPG-Anlage“ zu „AH-Anlage“ geändert wird. Nur die Nummer 5.8.1.20 EN 15609 über Schnellschlussverbindungen an einen Außenbordmotor muss gestrichen werden, da sich die zu entwerfende Norm nicht mit Außenbordmotoren beschäftigt.

Nr. 5.8.2.1 und 5.8.2.2 EN 15609 behandeln ortsfeste Behälter und sind daher nicht für die zu entwerfende Norm relevant.

Nr. 5.8.2.3 EN 15609 befasst sich mit Flaschen, die mit innenliegenden Rohrleitungen für die Flüssigphase ausgestattet sind. Diese müssen mit einem ferngesteuerten Absperrventil ausgestattet sein. Ob diese Norm für die zu entwerfende Norm relevant ist, lässt sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht eindeutig feststellen.

Weiter gibt Nr. 5.8.3 EN 15609 Angaben zu der Füllereinheit vor. Auch lässt sich nach dem jetzigen Stand der Planung nicht feststellen, wie die zu entwerfende Norm an dieser Stelle gestaltet werden soll. Lediglich lässt sich sagen, dass die Nr. 5.8.3.3 EN 15609 über Sicherheit und Schutz gegen Schmutz sowie Wasser übernommen werden kann. Die Füllereinheit wird so gegen Schmutz und Wasser geschützt.

Auch lässt sich die Nr. 5.8.3.4 EN 15609 in abgeänderter Form übernehmen. Umformuliert müsste sie heißen:

Die Füllereinheit muss deutlich mit dem Hinweis auf Ammoniak, Wasserstoff oder Stickstoff gekennzeichnet sein.

⁹⁵ DIN EN 12806:2003-08 Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks.

Weitere Hinweise auf die Gestaltung des Kraftstoffsystems lassen sich EN 10088 entnehmen. Die Nr. 5.3.10 EN 10088 legt fest, dass Ottokraftstoffleitungssysteme so gestaltet oder installiert sein, dass ein Auslaufen des Kraftstoffs aus dem/den /Tanks infolge eines Systemfehlers verhindert wird. Die Norm kann mit der Anpassung von „Ottokraftstoffleitungssysteme“ zu „Kraftstoffsysteme“ übernommen werden. Ferner werden in der Nr. 5.3.10 EN 10088 Maßnahmen zur Umsetzung dieser Norm als Beispiele genannt. Die Beispiele können ebenfalls übernommen werden.

Die Nr. 5.3.11 EN 10088 entspricht der Nr. 5.3.10 EN 10088, nur dass der Anwendungsbereich für Dieselleitungssysteme eröffnet ist. Da die Maßnahmen schon mit der Nr. 5.3.11 EN 10088 abgedeckt werden, muss Nr. 5.3.11 EN 10088 nicht in die zu entwerfende Norm aufgenommen werden. Die Nr. 5.3.12 EN 10088 kann gestrichen werden, da keine Dieselerücklaufleitungen bei dem Prototyp benötigt werden.

Der Abschnitt 5.4 EN 10088 behandelt Schlaucharmaturen und Schlauchschellen und kann vollständig übernommen werden. Auch von Abschnitt 5.5 EN 10088 über Ventile und Armaturen kann der größte Teil übernommen werden. Die Nrn. 5.5.1, 5.5.2 und 5.5.3 EN 10088 sind auch für den Prototypen relevant. Dagegen befasst sich die Nr. 5.5.4 EN 10088 mit transparenten Röhren und Flachglas-Sichtsäulen, die nur in Dieseltanks zulässig sind und kann daher vollständig gestrichen werden.

3.4.8. Elektrisches System

Die Vorgaben zur Elektroinstallation können aus Nr. 5.9 EN 15609 größtenteils übernommen werden, solange „LPG“ durch den Begriff „Ammoniak“ und „LBG-Anlage“ zu „AH-Anlage“ geändert wird. In diesem Fall können die Nrn. 5.9.2, 5.9.4-5.9.8 sowie 5.9.10-5.9.12 EN 15609 übernommen werden.

In den übrigen Abschnitten wird auf weitere EN verwiesen. So müssen gem. Nr. 5.91. elektrische Bauteile der Kraftstoffanlage in Übereinstimmung mit EN 10133 installiert werden. Elektrische Geräte müssen gem. Nr. 5.9.3 EN 15609 mit einem Zündschutz nach EN 28846 ausgestattet werden. Die elektrischen Anschlüsse innerhalb des Motorraumes oder anderer geschlossener Räume müssen mit Schutzklasse IP 40 nach EN 60529⁹⁶ gem. 5.9.9 EN 15609 übereinstimmen. Demnach müssen auch alle sonstigen elektrischen Anschlüsse der Isolationsklasse IP 54 nach EN 60529 entsprechen.

Die Nr. 5.10 beschäftigt sich mit Bi-Fuel System. Wie oben bereits erwähnt, kann dieser Abschnitt gestrichen werden.

Innerhalb des elektrischen Systems entwickeln unter anderem das 230V Ladegerät für die Servicebatterien, der 12V/24V DC-DC Wandler und die Servicebatterien beim Laden und Entladen Wärme. Gleichzeitig sind diese Bauteile auch wärmeempfindlich. Das Ladegerät wird deshalb mit einem aktiven Lüfter ausgestattet. Der 12V/24V DC-DC Wandler wird abhängig von der Größe mit einem aktiven Lüfter ausgestattet. Zudem wird bei dem Prototyp ein Abstand von 20 cm um die jeweiligen Bauteile geplant. Die entsprechenden Abstände sollten in der Norm übernommen werden.

Elektrische Bauteile, die Wärme entwickeln und/oder Wärmeempfindlich sein können, müssen mit einem Abstand von mindestens 20 cm zu anderen Bauteilen geplant werden. Entwickeln Bauteile so viel Wärme,

⁹⁶ DIN EN 60529:2014-09; VDE 0470-1:2014-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013).

dass das Risiko der Funktionsbeeinträchtigung besteht, muss das Bauteil mit einem aktiven Lüfter ausgestattet werden.

Bisher können noch keine Aussagen darüber getroffen werden, welche maximale Länge die Stromkabel besitzen dürfen. Es ist aber davon auszugehen, dass es die Sicherheit erhöht, eine maximale Länge in der zu entwerfenden Norm anzugeben.

Darüber hinaus haben sich im Austausch mit den Projektpartner:innen folgende Sicherheitsregelungen für die elektrische Versorgung ergeben:

Das System muss so ausgerichtet sein, dass – sollte es zu Unterbrechungen des Motors oder Crackers kommen – das System im Noterhalt-Modus schalten kann und ein geordnetes Hoch- und Runterfahren des Systems möglich ist. Hierfür kann eine Batterie für die Versorgung mit Notfallstrom installiert werden.

Elektrische Systeme müssen so eingebaut werden, dass sie vor Feuchtigkeit, Salzwasser und Spritzwasser geschützt sind. Das System muss mindestens von der IP-Schutzart IP44 geschützt werden. Die Schutzart richtet sich nach IEC 60529:1989-11 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code).

Um Kontaktfehler zu vermeiden, muss das SPS in der Lage sein, sich selbst zu prüfen und bei Bedarf eine Fehlermeldung abzusetzen.

3.4.9. Brandbekämpfung

Unter Anhang I Teil A Nr. 5.6 SpotbootRL wird auf die Brandbekämpfung eingegangen. Dieser Abschnitt der SportbootRL teilt sich in einen allgemeinen Teil und einen Teil über Löschvorrichtungen.

Allgemeines

In Anhang I Teil A Nr. 5.6.1. SportbootRL werden allgemeine Vorgaben zu der Brandbekämpfung getroffen. Demnach ist bei der Art der eingebauten Ausrüstung und der Auslegung des Wasserfahrzeugs die Brandgefahr und die Ausbreitung von Bränden zu berücksichtigen. Anhang I Teil A Nr. 5.6.1 SportbootRL hebt hervor, dass besonders auf die Umgebung von Geräten, die mit offener Flamme arbeiten, auf heiße Flächen oder Maschinen, ausgelaufenen Kraftstoff sowie nicht abgedeckte Kraftstoffleitungen zu achten ist. Auch dürfen elektrische Leitungen nicht in der Nähe von Hitzequellen und heißen Flächen verlaufen.

Die technische Ausgestaltung dieser Vorgaben erfolgte jeweils zu den einzelnen Baugruppen in den jeweiligen Abschnitten dieser Studie. Eine weitere Berücksichtigung der Vorgaben muss deshalb nicht erfolgen.

Löschvorrichtungen

Neben den allgemeinen Vorgaben, beschäftigt sich Anhang I Teil A Nr. 5.6.2. SportbootRL mit den Löschvorrichtungen. Dazu gibt die Anhang I Teil A Nr. 5.6.2 SportbootRL an: Sportboote sind mit der Brandgefahr entsprechenden Löschvorrichtungen auszurüsten oder es sind Anbringungsort und Kapazität der der Brandgefahr entsprechenden Löschvorrichtungen anzugeben. Das Fahrzeug darf erst in Betrieb genommen werden, wenn es mit der entsprechenden Löschvorrichtung ausgerüstet ist. Die Motorräume von Ottomotoren sind durch ein Feuerlöschsystem zu schützen, das eine Öffnung des Raumes im Brandfall unnötig macht. Eventuell vorhandene tragbare Feuerlöscher sind so anzubringen, dass sie leicht zugänglich sind; einer der Feuerlöscher ist so anzuordnen, dass er vom Hauptsteuerstand des Sportbootes aus leicht zu erreichen ist.

In der EN 15609 wird hierzu lediglich in ihrer Nr. 5.1.4 ausgeführt, dass Motorraum mit einer Brandbekämpfungsanlage ausgestattet sein muss. Bei dem Prototyp ist jedoch zu beachten, dass es bei dem Betrieb der AH-Anlage zu anderen Brandrisiken kommen kann als bei dem Betrieb von herkömmlichen Antrieben. Risiken bestehen vor Allem dort, wo Verbrennungen stattfinden und Wärme entwickelt wird. Die Regelung aus Nr. 5.1.4 EN 15609 kann daher nicht übernommen werden, sondern bedarf einer weiteren Ausgestaltung:

Jeder Raum oder Teil des Decks, an dem Verbrennungsprozesse stattfinden, muss mit einer Brandbekämpfungsanlage ausgestattet sein.

Darüber hinaus verweist Nr. 6 EN 15609 darauf, dass Feuerlöschschrüstung installiert werden muss und den diese Anforderungen für Ottomotoren nach EN 9094⁹⁷ entsprechen muss. Tragbare Feuerlöcher müssen mit EN 3-7:2004+A1⁹⁸ übereinstimmen. Die Verweise sollten so in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

3.4.10. Abgasemissionen von Antriebsmotoren

Anhang I Teil B SportbootRL gibt Grenzwerte in Bezug auf Abgasemissionen vor. Entsprechend Anhang I Teil B Nr. 2 SportbootRL sind Antriebsmotoren so zu entwerfen, herzustellen und einzubauen, dass bei ordnungsgemäßem Einbau und normalem Betrieb die Abgasemissionen die Grenzwerte nach Anhang I Teil B Nr. 2.1 Tabelle 1 und Nummer 2.2 Tabellen 2 und 3 SportbootRL nicht überschreiten.

Hier stellt sich nun die Problematik, dass bei dem Betrieb des Prototyps nicht nur Abgase am Motor entstehen, sondern auch in der Cracker-Anlage und der SOFC. Entstehende Emissionen lassen sich nur vollständig unter dem Begriff der „Abgasemissionen von Antriebsmotoren“ fassen, wenn dieser Begriff weit verstanden wird und unter Antriebsmotor nicht nur der Verbrennungsmotor selbst, sondern auch die übrigen Baugruppen wie Cracker-Anlage und SOFC gefasst werden. Gem. Art. 3 Nr. 5 SportbootRL sind Antriebsmotoren alle direkt oder indirekt zu Antriebszwecken genutzten Fremd- oder Selbstzündungs-Verbrennungsmotoren. Da Cracker-Anlage und SOFC als indirekter Antriebszweck eingeordnet werden können, sollten diese auch als Motoren im weiteren Sinne verstanden werden. Gestützt wird diese Auslegung dadurch, dass bei dem Betrieb von Cracker und SOFC mit Motoren vergleichbare Emissionen entstehen. Auch ist der Betrieb des Wasserstoff-Verbrennungsmotor auf den von Cracker-Anlage und SOFC abgestimmt. Es wird infolgedessen davon ausgegangen, dass sich die Emissionen von Cracker und SOFC wie die des Motors zu behandeln sind. Um zu vermeiden, dass Anwender:innen der zu entwerfenden Norm Anhang I Teil B SportbootRL nur auf den Wasserstoff-Verbrennungsmotor beziehen, ist in der zu entwerfenden Norm klarzustellen, dass Anlage I Teil B SportbootRL auf alle Verbrennungsprozesse anzuwenden ist:

Die Abgasemissionen von allen Verbrennungsprozessen innerhalb der AH-Anlage müssen die Vorgaben der Anlage I Teil B der RICHTLINIE 2013/53/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. November 2013 über Sportboote und Wassermotorräder und zur Aufhebung der Richtlinie 94/25/EG einhalten.

⁹⁷ DIN EN ISO 9094:2016-05 Kleine Wasserfahrzeuge – Brandschutz (ISO 9094:2015); Deutsche Fassung EN ISO 9094:2015.

⁹⁸ DIN EN 3 Beiblatt 4:2013-05 Tragbare Feuerlöcher; Beiblatt 4: Kennzeichnung für den Einsatz in Bereichen mit hohen statischen Magnetfeldern.

Darüber hinaus wird in Anhang I Teil B Nr. 2.5 SportbootRL auf die Bezugskraftstoffe in der Prüfung der Abgasemissionen eingegangen. Demnach müssen diese für die Abgasemissionsprüfung bestimmte Merkmale aufweisen. Jedoch werden Wasserstoff oder Ammoniak hier nicht als Bezugskraftstoffe genannt. Für diesen Fall können notifizierte Stellen Prüfungen akzeptieren, die auf der Grundlage anderer, in einer harmonisierten Norm angegebener Bezugskraftstoffe durchgeführt wurden.

Dementsprechend müssen in der zu entwerfenden Norm Daten zu Ammoniak und Wasserstoff als Bezugskraftstoffe aufgenommen werden. Bisher liegen aber keine genauen Daten für Ammoniak und Wasserstoff als Bezugsbrennstoffe vor.

Bei dem Betrieb der Cracker-Anlage des aktuellen Prototyps wird, um die benötigte Heizleitung zu erreichen, Propan verbrannt. In der aktuellen Planung ist die Verbrennungsluft in einem stark unterstöchiometrischen Verhältnis, d. h. die Sauerstoffmenge ist zu gering für die Brennstoffmenge und eine unvollständige Verbrennung findet statt. Die Abgasluft wird in der jetzigen Planung nicht nachbehandelt und direkt nach der genutzten Wärmeentnahme an die Umgebung über einen Schornstein abgegeben. Es werden wegen der Verwendung von Standardbrennern und typischen Verbrennungsparametern bei der Propanverbrennung keine überdurchschnittlichen Schadstoffemissionen erwartet.

Allerdings wird nach Einschätzung der Projektpartner:innen bei den Serienmodell des Sportbootes die Wärmezufuhr durch die Verbrennung von Ammoniak und Wasserstoff erfolgen. Daten zur Schadstoffbelastung liegen für diesen Fall noch nicht vor. Es könnte aber zu einer erhöhten Belastung durch unverbrannter Restammoniakanteile, Distickstoffmonoxid oder andere Stickoxide kommen. Anhang I Teil B Nr. 2.1 Sportbootrichtlinie gibt auch Grenzwerte für Stickoxide vor, weswegen eine Nachbehandlung der Abgase zur Vermeidung solcher Stickoxide sinnvoll wäre. Sobald hier genaue Daten vorliegen, sollte eine Regelung zur Nachbehandlung der Abgase getroffen werden.

3.4.11. Kennzeichnung des Antriebmotors

Auch werden in Anhang I Teil B Nr. 1 SportbootRL Vorgaben über die Kennzeichnung des Antriebmotors getroffen. Hier geht es vor allem um technische und Hersteller:innen-Daten. Die Vorgaben können dementsprechend problemlos auf den Prototyp oder die spätere Serie übertragen werden

Allerdings gilt hier zu beachten, dass eine AH-Anlage weitaus technisch komplexer als eine LPG-Anlage ist. Neben dem Motor stellen auch andere Baugruppen, insbesondere die Cracker-Anlage und die SOFC ein sicherheitstechnisches Risiko dar.

Neben der Kennzeichnung des Antriebmotors sind Kennzeichnungspflichten für die weiteren – insbesondere die die Wärme entwickeln – sicherheitsrelevant. So sollte die zu entwerfende Norm Anhang I Teil B Nr. 1 SportbootRL wie folgt ergänzen:

Der Motor ist entsprechend Anhang B Nr. 1 der RICHTLINIE 2013/53/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. November 2013 über Sportboote und Wassermotorräder und zur Aufhebung der Richtlinie 94/25/EG zu Kennzeichnen.

Darüber hinaus ist die Cracker-Anlage und die SOFC deutlich mit folgenden Angaben zu versehen:

a) Name, eingetragener Handelsname oder eingetragene Handelsmarke und Kontaktanschrift des:der Motorenhersteller:in; gegebenenfalls außerdem Name und Kontaktanschrift der Person, die den Motor angepasst hat;

b) Motorentyp, Motorenfamilie, falls zutreffend;

c) eindeutige Seriennummer;

d) CE-Kennzeichnung gemäß Artikel 18.

Analog zu Anhang I B Nr. 1 RICHTLINIE 2013/53/EU sind

- a) die Angaben die gesamte übliche Lebensdauer des Motors überdauern und deutlich lesbar und dauerhaft sein. Werden Aufkleber oder Plaketten verwendet, so müssen diese so angebracht werden, dass sie während der gesamten üblichen Lebensdauer des Motors befestigt bleiben und sich nicht ohne Zerstörung oder Beschädigung entfernen lassen.*
- b) die Angaben an einem Teil des Motors anzubringen, der für den normalen Betrieb des Motors erforderlich ist und in der Regel während der gesamten Lebensdauer des Motors nicht ausgetauscht werden muss.*
- c) die Angaben so anzubringen, dass sie gut sichtbar sind, wenn alle zum Betrieb notwendigen Teile am Motor montiert sind.*

Darüber hinaus behandelt der Abschnitt 5.7 EN 10088 die Kennzeichnung von Komponenten. Diese Vorgaben sollten in abgeänderter Form übernommen werden.

Alle Komponenten (z.B. Filter, Pumpen und Wasserabscheider), die die Anforderungen dieses Dokuments erfüllen, müssen mit folgenden Informationen markiert oder gekennzeichnet werden:⁹⁹

- c) Name des:der Hersteller:in oder Hersteller:innen-Zeichen;*
- d) (hier Kennnummer der zu entwerfenen Norm einfügen) feuerbeständig;*
- e) Kraftstofftyp oder Kraftstoffe, für den/die die Komponente geeignet ist*

ANMERKUNG Die Kennzeichnung der Schläuche erfolgt nach ISO 7840⁹⁹ oder ISO 8469¹⁰⁰

3.4.12. Anhänge aus EN 15609 als Grundlage der zu entwerfenden Norm

In den Anhängen der EN 15609 weitere Differenzierungen zur Sicherheit von Wasserfahrzeugen mit Flüssiggastrieb getroffen. Im Folgenden werden die einzelnen Anhänge dahingehend untersucht, ob die Anhänge in der zu entwerfenden Norm in ihrer jetzigen oder abgewandelten Form übernommen werden können.

Anhang A

Anhang A EN 15609 bildet den Rahmen für die Anforderungen an die Befestigung von Behältern/Flaschen ab. Insgesamt sollte der Anhang A vollständig für die entwerfenden Norm übernommen werden,

⁹⁹ EN ISO 7840:2021 Kleine Wasserfahrzeuge – Feuerwiderstandsfähige Kraftstoffschläuche.

¹⁰⁰ EN ISO 8469:2021 Kleine Wasserfahrzeuge – Nicht feuerwiderstandsfähige Kraftstoffschläuche.

um so grundlegende Normen über die Befestigung von Flaschen und Behältern zu schaffen. Zu erwähnen bleibt, dass sich in Anhang A auf die EN 898-1:2013-05¹⁰¹ über Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl bezogen wird. In der zu entwerfenden Norm sollte sich ebenfalls auch diese Norm bezogen werden.

Anhang B

Anhang B EN 15609 beschreibt normativ Anforderungen an die Befestigung von Flaschen. Die Norm lässt sich von LPG-Flaschen auf andere Gasflaschen übertragen, Anhang B kann daher in die zu entwerfende Norm übernommen werden. Lediglich muss der Begriff „LPG-Flaschen“ in Anhang B zu „Ammoniak-, Wasserstoff- oder Stickstoff-Flaschen“ abgeändert werden.

Darüber hinaus wird auf die Normen EN 10025¹⁰² über Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – und auf die EN 898-1:2013-05 über Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl verwiesen. Der Verweis sollte beibehalten werden.

Weiter sind die technischen Zeichnungen in Anhang B unabhängig von dem Inhalt der Flaschen und können infolgedessen in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Anhang C

Anhang C EN 15609 gibt Angaben zu den Anforderungen an das Eigner:innen-Handbuch vor. Die Struktur des Anhangs sowie allgemeine Angaben sollten in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Begonnen wird in Anhang C.1 EN 15609 mit den allgemeinen Anforderungen. Diese sollten in der zu entwerfenden Norm übernommen werden, sofern der Begriff „LPG-Anlage“ bzw. „LPG-Kraftstoffanlage“ durch „AH-Anlage“ bzw. „AH-Kraftstoffanlage“ geändert wird. Darüber hinaus wird unter Anhang C.1 EN 15609 auf die EN 10240 über das Eigner:innen-Handbuch verwiesen. Der Verweis sollte in der zu entwerfenden Norm beibehalten werden.

Der Anhang C.2 EN 15609 beschäftigt sich mit der Verfügbarkeit der LPG-Versorgung. Der Begriff „LPG-Versorgung“ müsste zu „Versorgung mit Wasserstoff, Ammoniak und Stickstoff“ geändert werden. Anhang C.2 EN 15609 beschreibt auch, dass die folgende Warnung im Eigner:innen-Handbuch enthalten sein muss: „WARNUNG — Vor dem Auslaufen muss der Schiffsführer ausreichend Kraftstoff für die beabsichtigte Fahrt an Bord nehmen, wobei er das Risiko eines Wetterumschwunges berücksichtigen muss.“ Da bei der AH-Anlage nicht nur Ammoniak als Kraftstoff, sondern auch Stickstoff und Wasserstoff benötigt werden, sollte diese Warnung wie folgt geändert werden:

WARNUNG — Vor dem Auslaufen muss der:die Schiffsführer:in ausreichend Kraft- sowie Hilfsstoffe für die beabsichtigte Fahrt an Bord nehmen, wobei er das Risiko eines Wetterumschwunges berücksichtigen muss. Zu den Kraft- und Hilfsstoffen gehören insbesondere Ammoniak, Wasserstoff und Stickstoff.

¹⁰¹ DIN EN ISO 898-1:2013-05 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen – Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013).

¹⁰² DIN EN 10025-2:2019-10 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle.

Anhang C.3 EN 15609 bezieht sich nicht auf das Antriebsmedium und kann daher in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

Anhang C.4 EN 15609 kann in großen Teilen ebenfalls übernommen werden. Hierbei werden in das Handbuch aufzunehmende Sicherheitsanweisungen aufgezählt. Viele dieser Anweisungen sind zu großen Teilen allgemein gültig und bedürfen daher nur kleiner Anpassungen. So müssen lediglich Begriffe wie „LPG-Anlage“ zu „AH-Anlage“ oder „LPG-Flaschen“ zu „Ammoniak-, Stickstoff- oder Wasserstoffflaschen“ geändert werden.

Dagegen muss die Sicherheitsanweisung „WARNUNG — KEINE AMMONIAKHALTIGEN LÖSUNGEN VERWENDEN“ geändert werden zu:

WARNUNG — AUSSERHALB DER AH-ANLAGE KEINE AMMONIAKHALTIGEN LÖSUNGEN VERWENDEN

Zudem kann das folgende Beispiel gestrichen werden, da auf jetziger Datenlage nicht eindeutig ist, ob es auf AH-Anlagen zutrifft: „(z. B. mögliche Anlassprobleme durch das Verdampfen von Flüssiggas in der Kraftstoffleitung bei sehr heißem Wetter).“

Die in Anhang C.4 EN 15609 aufgeführte Anmerkung muss ebenfalls auf den Transport von Wasserstoff und Ammoniak angepasst werden. Hierfür muss angemerkt werden, dass Ammoniak nach Anhang A des Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)¹⁰³ als gefährliches Gut eingestuft wird.¹⁰⁴

Die Anmerkung sollte geändert werden zu:

ANMERKUNG Flaschen, die Ammoniak und Wasserstoff enthalten (entweder im gefüllten oder im unge reinigten leeren Zustand), unterliegen Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter, wenn sie außerhalb des Wasserfahrzeugs transportiert werden, z. B. für Austausch, Reparatur, Wiederbefüllung oder Entsorgung. Dies gilt ebenfalls für Behälter und Ausrüstung des Wasserfahrzeugs, wenn diese mit Restmengen von Ammoniak und Wasserstoff, z. B. zur Entsorgung, transportiert werden.

In Anhang C.5 EN 15609 werden Vorgaben zur Anleitung für den bestimmungsgemäßen Betrieb getroffen, die in Teilen übernommen werden können. Werden Anpassungen bezüglich des Begriffs „LPG-Anlage“ hin zu „AH-Anlage“ getroffen, können die Nrn. C.5.1, C.5.3, C.5.4, C.5.5, C.5.6. und C.5.9 EN 15609 übernommen werden.

Die Nr. C.5.2 EN 15609 behandelt das Umschaltverfahren bei Wasserfahrzeugen mit Zweistoffantrieb. Ein solcher wird nicht geplant, weshalb Nr. C.5.2 EN 15609 für die zu entwerfende Norm gestrichen werden kann.

Auch kann die Nr. C.5.7 EN 15609 übernommen werden. Allerdings müssen hierfür einige Anpassungen vorgenommen werden:

¹⁰³ Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße vom 30. September 1957 (BGBl. 1969 II S. 1491).

¹⁰⁴ SKW PIESTERIZ, Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Ammoniak, flüssig, abrufbar unter: https://www.skwp.de/fileadmin/content/05_mediacenter/broschueren/reach/skwp_erweiterte_sicherheit_ammoniak_fluessig.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022); THE LINDE GROUP, EG-Sicherheitsdatenblatt Ammoniak, wasserfrei, abrufbar unter: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/safety/gefahrstoffe/sicherheitsdatenblatt_ammoniak.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Das Absperrventil der Ammoniak- und Wasserstoffflaschen eines in der Bootswerft zu reparierenden Wasserfahrzeuges mit AH-Antrieb muss geschlossen sein. Ammoniak und Wasserstoff in der Versorgungsleitung muss entfernt werden, entweder durch Betrieb des Motors oder, sollte dies nicht möglich sein, durch deren Trennung im Freien, so dass sich das Wasserstoff und Ammoniak nicht örtlich oder in den Bilgen sammeln kann. Dies gilt nicht, sofern Kraftstoff für den Betrieb des Motors/der Cracker-Anlage/der SOFC erforderlich ist

Die Ammoniak- und Wasserstoff-Flaschen müssen an Land gelagert werden, sofern das Wasserfahrzeug für eine längere Zeitdauer nicht eingesetzt wird.

Nr. C.5.8 EN 15609 behandelt die Entsorgung von Wasserfahrzeugen kann mit Änderungen übernommen werden. Hierbei wird auf die EN 13109¹⁰⁵ verwiesen. Diese beschreibt die Entsorgung von LPG-Behältern größer als 150 l. Außerdem wird auf EN 12816¹⁰⁶ verwiesen, die die Entsorgung von Flaschen und Behältern bis einschließlich 150 l beschreibt.

Es konnten keine EN dazu ausfindig gemacht werden, die sich mit der Entsorgung von mit Ammoniak, Wasserstoff oder Stickstoff gefüllten Gasflaschen auseinandersetzen. Zur sicheren Entfernung von Ventilen aus Gasflaschen vor der Entsorgung sollte EN 25760¹⁰⁷ über „Gasflaschen – Verfahren für das sichere Entfernen von Ventilen aus Gasflaschen“ in die zu entwerfende Norm übernommen werden. Aus Ermangelung einer passenden Norm können EN 13109 und EN 12816 analog angewendet werden.

Nr. C.5.8 EN 15609 sollte entsprechend angepasst werden:

Sofern das Wasserfahrzeug verschrottet werden soll, müssen alle Ammoniak-, Wasserstoff-, und Stickstoff-Behälter vor dem Entfernen zur Verschrottung oder Wiederverwendung entleert werden.

WARNUNG —Ammoniak-Behälter müssen mit Vorsicht behandelt werden, da sie Kraftstoffrückstände enthalten könnten. Um Gasflaschen unbrauchbar zu machen, müssen die für die Entsorgung vorgesehenen Behälter unter Aufsicht einer sachkundigen Person so zerstört werden, dass sie für die Gasspeicherung unbrauchbar sind.

ANMERKUNG 1 EN 13109:2010 beschreibt die Entsorgung von Flüssiggas-Behältern größer als 150 l. Die Norm kann analog für Gasflaschen angewendet werden, wenn alle Gase aus der Flasche sicher entfernt wurden.

ANMERKUNG 2 EN 12816:2010 beschreibt die Entsorgung von Flüssiggas-Flaschen und Behältern bis einschließlich 150 l. Die Norm kann analog für Gasflaschen angewendet werden, wenn alle Gase aus der Flasche sicher entfernt wurden.

ANMERKUNG 3 Flaschen, die Ammoniak enthalten (entweder im gefüllten oder im ungereinigten leeren Zustand) unterliegen Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter, wenn sie außerhalb des Wasserfahrzeugs transportiert werden, z. B. für Austausch, Reparatur, Wiederbefüllung oder Entsorgung. Dies

¹⁰⁵ DIN EN 13109:2011-04 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Behälter und Fässer für Flüssiggas (LPG) – Entsorgung

¹⁰⁶ DIN EN 12816:2011-03 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Ortsbewegliche wiederbefüllbare Flaschen für Flüssiggas (LPG) – Entsorgung

¹⁰⁷ DIN EN ISO 25760:2015-04 Gasflaschen – Verfahren für das sichere Entfernen von Ventilen aus Gasflaschen.

gilt ebenfalls für Behälter und Ausrüstung des Wasserfahrzeugs, wenn diese mit Restmengen von Ammoniak, z. B. zur Entsorgung, transportiert werden.

ANMERKUNG Die Sichere Entfernung von Ventilen von Gasflaschen richtet sich nach ISO 25760:2009.

Anhang D

Anhang D EN 15609 stellt Anforderungen an Verdampfer, die in einem geschlossenen und offenen Kühlsystem verwendet werden, auf.

Grundsätzlich werden für LPG-Motoren Verdampfer benötigt, da das Gas innerhalb des Tanks sich in der flüssigen Phase befindet. Durch den Verdampfer wird LPG bevor es im Motor verbrannt werden kann, gasförmig. Im Fall der AH-Anlage befindet sich der Wasserstoff während des gesamten Prozesses in der Gasphase. Ein Verdampfer für den Wasserstoff, bevor dieser in den Motor geleitet wird, ist dementsprechend nicht notwendig. Dagegen wird ein Verdampfer für das Ammoniak bei dem Übergang von der Flüssig- zur Gasphase benötigt.

Anhang D EN 15609 normiert allerdings Prüfanforderungen an Verdampfer in Kühlsystemen. Hierbei werden vor allem Prüfanforderungen, die die Korrosion der inneren Oberflächen des Verdampfers prüfen sollen, beschrieben. Da die Kühlsysteme unabhängig von dem Kraftstoff sind, können die Prüfanforderungen aus Anhang D EN 15609 übernommen werden.

Anhang E

Anhang E EN 15609 über die Installation von mehr als einem Behälter stellt eine informative Norm da. Ein Ähnlicher Anhang sollte in die zu entwerfende Norm übernommen werden. Allerdings ist die Kraftstoffversorgung eine AH-Anlage komplexer als die einer LPG-Anlage. So werden neben den Ammoniakflaschen auch Stickstoffflaschen sowie bei dem Prototyp Propanflaschen und in der Serie Wasserstoffflaschen benötigt. Versorgt wird nicht nur der Cracker, sondern auch die SOFC. Dementsprechend müssen die technischen Zeichnungen in Anhang E EN 15609 angepasst werden.

Bisher liegt noch keine genaue technische Planung des Kraftstoffsystems vor, weshalb die Zeichnung an dieser Stelle noch nicht angepasst werden kann.

Anhang F

Der Anhang F der DIN EN 15609 kann größtenteils übernommen werden. Hierbei handelt es sich um die Vorlage für ein Beispiel einer Installationsbescheinigung. Lediglich der Satz aus Anhang F EN 15609: „Diese Bescheinigung bestätigt, dass die LPG-Ausrüstung im vorstehend genannten Wasserfahrzeug nach Installation, Prüfung und Zulassung mit EN15609 übereinstimmt.“ muss dahingehend angepasst werden, dass „LPG-Ausrüstung“ zu „Ausrüstung der AH-Anlage“ geändert und der Verweis auf die Norm angepasst wird.

Anhang G

Anhang G EN 15609 ist informativ zu verstehen. Er listet mögliche Arten von LPG-Antriebsanlagen auf. Da bei dem Prototyp nur eine Ausführung ohne Varianten geplant ist und sich eine AH-Anlage in Detail von LPG-Anlagen unterscheiden, sollte Anhang G EN 15609 nicht in der zu entwerfenden Norm übernommen werden.

Anhang ZA

Anhang ZA EN 15609 ist ebenfalls informativ. Er zeigt den Zusammenhang zwischen der Norm und den grundlegenden Anforderungen der SportbottRL. Innerhalb des Anhangs ZA EN 15609 müsste in jedem Fall der Satz „Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages „M/542“ erarbeitet [...]“ innerhalb der zuentwerfenden Norm an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden. Bisher liegt keine erteilter Normungsauftrag der Kommission vor. Wie sich dieser Abschnitt gestalten wird, ist noch offen.

Ferner bildet im Anhang ZA EN 15609 die Tabelle ZA.1 den Zusammenhang zwischen den einzelnen Vorgaben aus der EN selbst und Anhang I SportbootRL genauer ab. Anhang ZA ist rein informativ. Unter anderem wird in der Tabelle ZA.1 auf die einzelnen Fundstellen innerhalb der EN 15609 eingegangen und inwieweit diese die Anforderungen aus Anhang I SportbootRL umsetzen. Annex I dieser Studie bildet einen ähnlichen Inhalt ab, nur dass in Annex I dieser Studie weitaus detaillierter auf die einzelnen Punkte eingegangen wird. Annex I kann entsprechend als Vorlage dienen, um Anhang ZA EN 15609 an die Inhalte der zu entwerfenden Norm anzupassen. Alternativ kann auch die Tabelle 6 in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

Tabelle 6 Anpassung der Tabelle ZA.1 aus EN 15609 an die zu entwerfende Norm, angelehnt an Tabelle ZA.1 Anhang ZA EN 15609.

<i>Grundlegende der 2013/53/EU</i>	<i>Anforderungen der Richtlinie</i>	<i>Abschnitt(e)/ Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm</i>	<i>Erläuterungen/Anmerkungen</i>
<i>I.A.2.4 – Sicht vom Hauptsteuerstand</i>			<i>Bauteile der AH-Anlage dürfen das Sichtfeld vom Steuerstand nicht behindern</i>
<i>I.A.2.5 – Eigner:innen-Handbuch</i>			Kein Inhalt – Inhalt kann aus Anhang ZA übernommen werden
<i>I.A.3.1 – Bauweise</i>			Inhalt kann aus Anhang ZA übernommen werden
<i>I.A.3.2 – Stabilität und Freibord</i>			<i>Hinsichtlich jeglicher nachteiligen Einwirkung aufgrund der Installation von Wasserstoff-, Stickstoff- oder Ammoniak-Behältern.</i>
<i>I.A.3.8 – Notausstieg</i>			<i>Hinsichtlich der Sicherstellung, dass Wasserstoff-, Stickstoff- oder Ammoniak-Behältern keine Mittel für den Notausstieg im Brandfall oder beim Kentern behindern.</i>
<i>I.A.5.1.2 – Belüftung des Motorraumes</i>			<i>Das Eindringen von Wasser durch Belüftungsöffnungen wird in dieser Norm behandelt.</i>
<i>I.A.5.2.1 – Kraftstoffsystem, Allgemeines</i>			Kein Inhalt – Inhalt kann aus Anhang ZA übernommen werden
<i>I.A.5.3 – Elektrisches System</i>			<i>Diese Norm behandelt nicht die Wechselwirkung mit elektrischen Antriebskreisen, dafür wird die Batteriebelüftung und behandelt Batterieinstallation.</i>
<i>I.A.5.5 – Gassystem</i>			<i>Keine weiteren Angaben zum Gassystem</i>
<i>I.A.5.6.1 – Brandbekämpfung, Allgemeines</i>			<i>Unter anderem hinsichtlich der Abschirmung der Bauteile der AH-Anlage gegenüber Wärmequellen und heißen Bereichen Auch hinsichtlich Explosionsschutz Weiter hinsichtlich Belüftung</i>
<i>I.A.5.6.2 – Brandbekämpfung, Löschvorrichtungen</i>			Kein Inhalt – Inhalt kann aus Anhang ZA übernommen werden

3.4.13. Sonstige Vorgaben

Neben den bereits genannten Anforderungen aus der SportbootRL und abgeänderten EN bestehen weitere Standards für kleine Wasserfahrzeuge innerhalb der Anhänge der SportbootRL. Diese haben teilweise nur einen indirekten Bezug zum Antrieb. Eine differenzierte Ausgestaltung ist an dieser Stelle nicht notwendig, für eine Vollständige Übersicht sollten diese Vorgaben nicht unerwähnt bleiben.

So befassen sich Anhang I Teil A Nrn. 2 bis 4 SportbootRL mit den Vorgaben zu den allgemeinen Anforderungen wie Kennzeichnung, Schutz vor dem Überbordfallen, Wiedereinstiegsmittel und der Sicht vom Hauptsteuerstand sowie mit der Festigkeit und Dichtigkeit von Wasserfahrzeugen und den Bedienungseigenschaften. In diesen Bereichen unterscheidet sich ein mit Wasserstoff betriebenes Sportboot nicht von anderen Sportbooten. EN 15609 behandelt diese Punkte, indem die EN kurz darauf verweist, dass die Antriebsanlagen die oben genannten Punkte nicht beeinträchtigen dürfe. Im *Kapitel 3.4.5 Motoren und Motorräume* werden in den allgemeinen Bestimmungen zu den Bauteilen diese Vorgaben aus Nr. 5.1 EN 15609 in die zu entwerfende Norm übernommen.

Der Schutz vor Gewässerverschmutzung und die Einrichtungen zu Abfallentsorgung werden in Anhang I Teil A Nr. 5.8 SportbootRL behandelt. Für die zu entwerfende Norm ist insbesondere die Vorgabe, dass Wasserfahrzeuge so zu bauen sind, dass ein unbeabsichtigter Abfluss von verunreinigenden Stoffen (Öl, Kraftstoff usw.) verhindert wird von Bedeutung. Regulierung zur Verhinderung von Leckagen wurden bereits in den bisherigen Sicherheitsvorschriften ausführlich behandelt und benötigen daher keiner weiteren Ausführung.

Alle Produkte sind zudem gem. Anhang I Teil A Nr. 2.5 i. V. m. Art. 7 Abs. 7 und Art. 9 Abs. 4 SportbootRL mit einem Eigner:innen-Handbuch zu liefern. Die Vorgaben hierzu sollten in die zu entwerfende Norm aufgenommen werden und können aus der Nr. 7 EN 15609 übernommen werden.

Ebenfalls kann die Nr. 8 EN 15609 über die Inbetriebnahme in die zu entwerfende Norm übernommen werden. Hier muss wieder der Begriff „LPG“ angepasst werden. Auch kann der Verweis auf die EN 14291¹⁰⁸ in die zu entwerfende Norm übernommen werden.

Da im Prototyp ein Innenbord-Antriebsmotor verbaut wird, sind Vorgaben zum Außenbord-Antriebsmotoren gem. Nr. 5.1.4 Anhang I SportbootRL in der zu entwerfenden Norm nicht erforderlich. Auch sind Angaben gem. Nr. 5.1.5. Anhang I SportbootRL über führerlose Wassermotorräder nicht notwendig.

Darüber hinaus wird in Anhang I Teil A Nr. 5.1.3 SportbootRL auf freiliegende Teile eingegangen. Darunter fallen Anforderungen an Freiliegende sich bewegende oder heiße Teile des Motors, die Verletzungen verursachen könnten. Diese sind wirksam zu schützen, sofern der Motor nicht durch eine Abdeckung oder ein Gehäuse abgeschirmt ist. Bisher liegt keine Planung zu den freiliegenden Teilen fest. Ein Formulierungsvorschlag kann erst erfolgen, wenn die Planung des Prototyps abgeschlossen ist.

Ferner unterschieden sich Sportboote mit Ammoniak basierten Antriebs- und Energiesystem in den Bereichen Steuerungssystem, Gassysteme für Haushaltzwecke und Navigation gem. der Nrn. 5.3, 5.4 und der Nr. 5.7 nicht von gebrauchstüblichen Sportbooten. Eine von bisherigen Normen abweichende Standardisierung ist deshalb nicht erforderlich.

¹⁰⁸ EN 14291:2004 Schaumbildende Lösungen zur Lecksuche an Gasinstallationen.

Weiter bestehen durch Anhang I Teil C SportbootRL Vorgaben über Geräuschmissionen. Diese sind kraftstoffunabhängig zu bewerten. Sie benötigen daher keiner weiteren Ausdifferenzierung. In ihrer jetzigen Form können Sie auf den Prototyp oder die spätere Serie angewendet werden.

Insgesamt sind ein großer Teil der in diesem Abschnitt genannten Vorgaben aus der SportbootRL bereits durch EN abgebildet und auf den Prototyp anwendbar. Eine Übersicht aller EN findet sich in Annex I dieser Studie.

4. Darstellung der notwendigen Schritte und zuständigen Stellen für die CE- Kennzeichnung von Sportbooten

Um die im vorherigen Kapitel vorgeschlagenen Sicherheitsstandards für Sportboote mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen umsetzen zu können, muss zunächst bei der DIN und CEN ein Verfahren zur Festlegung von harmonisierten Normen durchlaufen werden. Das Vorgehen bei diesem Verfahren wird hier beschrieben.

Aufbauend auf den beiden vorherigen Arbeitspakten werden die notwendigen Schritte für die CE-Kennzeichnung von Sportyachten dargestellt. Dazu werden auch die zuständigen Entscheidungsträger und Gremien für die CE-Kennzeichnung und die Umsetzung der Gesetzesvorschläge identifiziert und in die Darstellung aufgenommen. Ziel dieses Arbeitspakets ist es, in einer Übersicht die Ergebnisse der beiden vorherigen Betrachtungen zusammenzustellen, sodass sich in komprimierter und übersichtlicher Form insbesondere der rechtliche Handlungsbedarf für die jeweiligen Normgeber, einschließlich der erarbeiteten Lösungsvorschläge entnehmen lässt. Diese Übersicht dient als Basis, um an die entsprechenden Normgeber oder sonstigen Stakeholder heranzutreten.

4.1. Ansatzpunkte für Rechtsänderungen

Rechtsänderungen und -anpassungen können auf verschiedenen Ebenen des rechtlichen Mehrebenensystems erfolgen:

Auf höchster Ebene stünde der Erlass einer spezifischen EU-Richtlinie oder -Verordnung für den Antrieb von (Sport-)Booten mit Ammoniak als Energieträger (vgl. für wasserstoffbetriebene Kraftfahrzeuge: VO(EG) Nr. 79/2009 über die Typengenehmigung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen). Eine Verordnung auf europäischer Ebene, die allein auf dem Prototyp basierende Daten behandelt, scheint jedoch nicht praktikabel und nur mit hohem Aufwand umsetzbar.

Gleiches gilt für die Anpassung der SportbootRL. Diese ließe sich zwar anpassen, um auch den speziellen Fall des Ammoniakbetriebes zu erfassen. Insbesondere die Anforderungen des Anhang I SportbootRL, die nachgewiesen werden müssen, damit die CE-Kennzeichnung angebracht werden darf, könnten so stärker auf alternative Antriebe und speziell den Ammoniakantrieb zugeschnitten werden. Die meisten Vorschriften in Anhang I SportbootRL sind jedoch allgemein genug gehalten, dass sie grundsätzlich auch auf ammoniakbetriebene Sportboote Anwendung finden können. Lediglich Anhang I Teil B über „grundlegende Anforderungen in Bezug auf Abgasemissionen“ ist stark auf Otto- und Dieselmotoren zugeschnitten. Zunächst schlüsselt Teil B SportbootRL Grenzwerte für Abgasemissionen tabellarisch auf. Besonders unter Anhang I Teil B Nr. 2.5 SportbootRL wird auf die Bezugskraftstoffe für die Abgasemissionsprüfung eingegangen. Hierbei werden explizite Werte für Otto- und Dieselmotoren angegeben. Außerdem wird der Prüfablauf beschrieben, der gem. Anhang I Teil B Nr. 2.3 SportbootRL nach den Vorgaben der Norm ISO 8178-4:2007 durchzuführen ist. Als Bezugskraftstoffe

für die Abgasemissionsprüfung sind keine Angaben zu Ammoniak oder Wasserstoff in Anhang I Teil B SportbootRL vermerkt.

Allerdings können gem. Anhang I Teil B Abschnitt 2.5 SportbootRL notifizierte Stellen von der SportbootRL abweichende Prüfungen akzeptieren, wenn diese auf der Grundlage einer harmonisierten Norm und darin angegebener Bezugskraftstoffe durchgeführt wurden. An diesen Punkt ließe sich ansetzen, um die Abgasemissionsprüfung auf Ammoniak als Energieträger anzupassen. Eine Änderung des Anhang I Teil B SportbootRL ist dementsprechend nicht notwendig. Der Entwurf einer harmonisierte Norm, die Daten zu Ammoniak und Wasserstoff als Bezugskraftstoff vorgibt, ist ausreichend. Im Kapitel 3.4.10 Abgasemissionen von Antriebsmotoren wird genauer auf diesen Aspekt eingegangen.

Kurzfristig gesehen ist eine Anpassung der SportbootRL somit nicht notwendig, da der Zuschnitt auf Ammoniakbetriebene Sportboote auch durch eine EN erfolgen kann. An dieser Stelle kann erwähnt werden, dass eine langfristige Umgestaltung der SportbootRL in Bezug auf die Dekarbonisierung der Schifffahrt zwingend notwendig ist. Für die Überführung des Prototyps in die Serie kann es aber bei der Einführung einer auf Ammoniak passenden EN bleiben.

Auch Gesetzesänderungen auf mitgliedstaatlicher Ebene, d.h. im deutschen Recht, könnten in Frage kommen. Das ProdSG und die 10. ProdSV könnten angepasst werden. Europarechtlich ist es zulässig, dass nationales Recht über das zur Umsetzung einer Richtlinie Notwendige hinausgeht (überschießende Umsetzung). Allerdings erscheint es politisch sinnvoller, ein Gesetzesvorhaben auf europäischer Ebene anzustreben, um die Einheitlichkeit auf dem europäischen Binnenmarkt sicherzustellen.

Auf niedrigster Ebene siedelt sich die Einführung von harmonisierten Normen zur Konkretisierung des Anhangs I der SportbootRL an. Solche technischen Normen würden die Konformitätsvermutung im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens aktivieren. Konkretisierungen wären in erster Linie in Bezug auf Teil A Abschnitt 5.1 (Motoren und Motorräume) und 5.2 (Kraftstoffsystem) sowie Teil B (Anforderungen in Bezug auf Abgasemissionen von Antriebsmotoren) notwendig, da die ISO-Normen in diesen Bereichen lediglich auf Diesel- und Ottokraftstoffverbrennungsmotoren sowie durch Flüssiggas betriebene Motoren anwendbar sind.

Die Einführung einer harmonisierten Norm bezüglich Sportboote mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen wäre deshalb auch sinnvoll, da es den Grundsätzen der SportbootRL entspricht. So heißt es auch in Erwägungsgrund 3 der SportbootRL: „[Die SportbootRL] enthält [...] lediglich die grundlegenden Anforderungen für Sportboote, während technische Einzelheiten vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) [...] geregelt werden. Besteht Konformität mit diesen harmonisierten Normen, deren Fundstellen im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht sind, so ist die Konformität mit den Anforderungen der Richtlinie 94/25/EG zu vermuten. Diese Grundprinzipien haben sich in dieser Branche bewährt und sollten beibehalten und sogar noch vorangetrieben werden.“

4.2. Einführung harmonisierter Normen

Wie bereits in *Kapitel 2.1.2 Harmonisierte Normen* beschrieben, werden harmonisierte Normen unter anderem von CEN und CENELEC erlassen. CEN und CENELEC sind als zwei der europäischen Normungsorganisationen von der Europäischen Union und der Europäischen Freihandelsassoziation (EFTA) durch Art. 2 Nr. 8 und Anhang I Verordnung (EU) Nr. 1025/2012¹⁰⁹ zur Europäischen Normung für die Entwicklung und Definition harmonisierter Normen auf europäischer Ebene anerkannt worden. CEN und CENELEC bestehen jeweils aus 34 nationalen Normungsorganisationen, die als CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder bezeichnet werden.¹¹⁰ Deutschland wird durch die Organisation Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) bei CEN und CENELEC vertreten.¹¹¹

Das Verfahren zum Erlass einer harmonisierten Norm richtet sich nach der „CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2 – Gemeinsame Regeln für die Normungsarbeit der CEN und CENELEC“ (CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022)¹¹². Der Prozess von dem ersten Antrag einer harmonisierten Norm über den Entwurf bis hin zur Veröffentlichung wird von verschiedenen Gremien in mehreren Schritten ausgestaltet.

4.2.1 Technische Gremien der CEN und CENELEC

Das in der Hierarchie am höchsten angesiedelte technische Gremium ist der Technische Lenkungsausschuss gem. Nr. 3.1 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022. Er übernimmt unter anderem die Funktion, Vorschläge für neue Projekte zu prüfen sowie Technische Komitees mit genauer Angabe des Titels und Aufgabenbereichs einzurichten, ihre Sekretariate zu vergeben und ihren Vorsitz zu ernennen, jeweils mit dem Ziel, CEN und/oder CENELEC-Publikationen zu erarbeiten.

Die Aufgabe des Technischen Komitees gem. Nr. 3.2 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 ist es, ein Arbeitsprogramm aufzustellen, das für jedes Projekt genaue Angaben zu Titel, Anwendungsbereich und Fristen für die wesentlichen Bearbeitungsstufen enthält. Das Technische Komitee setzt sich aus dem:der Sekretär:in, dem Vorsitz und Delegierten der CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder zusammen.

Der:die Sekretär:in muss gem. Nr. 3.2.3.2 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 in Abstimmung mit dem Vorsitz sicherstellen, dass das Technische Komitee wirksam handelt und dass insbesondere die vereinbarten Zeitpläne eingehalten werden. Dabei muss Unparteilichkeit bewahrt werden. Daher hat der:die Sekretär:in kein Stimmrecht.

¹⁰⁹ VERORDNUNG (EU) Nr. 1025/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Oktober 2012 zur europäischen Normung, zur Änderung der Richtlinien 89/686/EWG und 93/15/EWG des Rates sowie der Richtlinien 94/9/EG, 94/25/EG, 95/16/EG, 97/23/EG, 98/34/EG, 2004/22/EG, 2007/23/EG, 2009/23/EG und 2009/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Beschlusses 87/95/EWG des Rates und des Beschlusses Nr. 1673/2006/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

¹¹⁰ CEN/CENELEC, About CEN, abrufbar über: <https://www.cencenelec.eu/about-cen/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

¹¹¹ CEN/CENELEC, About CEN, CEN Communities, abrufbar unter: <https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:5> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

¹¹² CEN/CENELEC, Geschäftsordnung Teil 2 – Gemeinsame Regeln für die Normungsarbeit, 2022, abrufbar unter https://boss.cen.eu/media/BOSS%20CEN/ref/ir2_d.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Die Verpflichtungen des Vorsitzes richten sich nach der Nr. 3.2.3.3 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022. Demnach leitet der Vorsitz die Sitzungen des Technischen Komitees und das Sekretariat. Wie das Sekretariat hat der Vorsitz strikte Unparteilichkeit zu bewahren und hat kein Stimmrecht.

Weitere Bestandteil des Technischen Komitees sind die Delegierten der CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder. Sie vertreten die Interessen des jeweiligen Mitglieds. An dem Beispiel von Deutschland würde der:die Delegierte innerhalb des Technischen Komitees das Interesse der DIN vertreten.

Das Technische Komitee kann gem. Nr. 3.4 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 Arbeitsgruppen für kurzfristige Aufgabe einsetzen. Die Arbeitsgruppe erarbeitet Dokumente, die im späteren Verlauf als EN gelten sollen. Die Mitglieder einer Arbeitsgruppe setzen sich aus Expert:innen zusammen, die von CEN- und/oder CENELEC-Mitgliedern ernannt wurden.

Im Nationalen Vorwort der EN 10088 wird ausgeführt, dass diese EN vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/BT/WG 69 „Kleine Wasserfahrzeuge“ erarbeitet wurde. Dessen Sekretariat werde vom Swedish Institute for Standards (SIS) geleitet. Das zuständige deutsche Gremium sei der Arbeitsausschuss NA 132-08-01 AA „Kleine Wasserfahrzeuge“ der Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN. Da die zu entwerfende Norm ebenfalls auf kleine Wasserfahrzeuge anwendbar sein soll und auch in seiner Systematik bei den Normen zu kleinen Wasserfahrzeugen angesiedelt ist, ist es wahrscheinlich, dass das gleiche Technische Komitee für diese verantwortlich sein wird.

4.2.2 Verfahren zur Einführung von Harmonisierten Normen

Angeregt werden kann das Verfahren zur Einführung einer harmonisierten Norm durch verschiedene Akteure. So können Vorschläge für europäisches Normungsvorhaben von den CEN/CENELEC-Gremien selbst sowie von europäischen Organisationen aus angestoßen werden. Auch können von der Europäischen Kommission und vom dem EFTA-Sekretariat Normungsaufträge als Mandate zur Erarbeitung von EN an CEN/CENELEC gerichtet. Zusätzlich können die CEN/CENELEC-Mitglieder beantragen, ein europäisches Normungsvorhaben einzuleiten.¹¹³

Für die CE-Kennzeichnung des Sportbootes mit Ammoniakbasiertem Antrieb ist dies insoweit relevant, da so auch Organisationen oder Unternehmen des privaten Rechts mittelbar das Verfahren zur Einführung einer EN einleiten können. Das Antragsverfahren bei DIN richtet sich nach DIN 820-4¹¹⁴ über „Normungsarbeit – Teil 4: Geschäftsgang“. Anträge auf neue nationale, europäische oder internationale Normungsarbeiten oder die Überarbeitung bestehender Normen können bei DIN bzw. — sofern bekannt — beim zuständigen DIN-Normenausschuss gem. der Nr. 4.1.2.1 DIN 820-4 von jedem gestellt werden. So kann von den Projektpartner:innen bei der DIN ein Entwurf der zu entwerfenden Norm eingereicht werden. Der Antrag muss gem. Nr. 4.1.2.1 DIN 820-4 begründet sein und sollten bereits einen Norm-Vorschlag enthalten.

Für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten sollte die Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) zuständig sein.¹¹⁵ Als CEN- und CENELEC-Mitglied kann DIN einen Antrag für ein neues

¹¹³ Langner/Klindt/Schucht, in: Dauses/Ludwigs, Handbuch des EU-Wirtschaftsrechts, Stand 54. EL, Oktober 2021, C. VI. Technische Sicherheitsvorschriften und Normen Rn. 28.

¹¹⁴ DIN 820-4:2021-02 Normungsarbeit – Teil 4: Geschäftsgang.

¹¹⁵ DIN, DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT), abrufbar unter: <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nsmt> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

Normungsvorhaben bei der CEN und CENELEC stellen. Bei dem jetzigen Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass mit Ammoniak und Wasserstoff betriebene Sportboote eine so große Relevanz für den Binnenmarkt haben, dass ein Antrag auf europäischer Ebene von der DIN gestellt wird.

Auf der Ebene von CEN und CENELEC wird das Verfahren zu Normungsvorhaben der Nr. 11.2 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 eingegangen. Zunächst prüft der Technische Lenkungsausschuss gem. Nr. 11.2.1.2 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022, ob auf diesem Gebiet bereits ein veröffentlichtes internationales Arbeitsergebnis vorliegt und die Arbeit im Rahmen der internationalen Vereinbarungen, die CEN und CENELEC mit ISO bzw. IEC getroffen haben, durchgeführt werden kann. Darauf erfolgt gem. Nr. 11.2.1.3 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 die Erarbeitung der EN durch ein technisches Gremium von CEN und/oder CENELEC oder der Antrag wird eine Assoziierte Organisation zur Formulierung der Norm übergeben.

Wurde eine EN erarbeitet, entscheidet der Vorsitz gem. Nr. 11.2.1.6 in Absprache mit dem:der Sekretär:in über die Vorlage von Entwürfen zu Abstimmungsverfahren auf Grundlage des Konsensprinzips. Dies besagt, dass gem. Nr. 6.1.1 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 in allen Fällen, in denen ein Beschluss gefasst werden muss, Einstimmigkeit anzustreben ist. Stimmberechtigt sind die CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder.

Bei Konsens innerhalb der Abstimmung wird darauffolgend die Öffentlichkeitsbeteiligung gem. Nr. 11.2.2.1 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 eingeleitet. Hierbei wird vom Sekretariat des Technischen Komitees der Norm-Entwurf an die CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder übergeben, um öffentliche Stellungnahmen einzuholen. Dieses Verfahren heißt „CEN und/oder CENELEC-Umfrage“. Grundsätzlich beträgt gem. Nr. 11.2.2.2 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 die Frist für die CEN und/oder CENELEC-Umfrage 12 Wochen. Darauf folgt gem. der Nr. 11.2.2.3 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 die Analyse und Bewertung der eingegangenen Stellungnahmen durch das Technische Komitee, das auch entscheidet, wie mit den einzelnen Stellungnahmen weiter zu verfahren ist. Das Technische Komitee kann diese Arbeiten an Arbeitsgruppen übertragen.

Nach der Umfrage folgt gem. 11.2.3 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 die formelle Abstimmung des Europäischen Norm-Entwurfs durch die CEN- und CENELEC-Mitglieder. Die Abstimmungsfrist beträgt 8 Wochen.

In der Nr. 11.2.3.4 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 wird festgelegt, dass, sollte das Abstimmungsergebnis positiv ausfallen, der Technische Lenkungsausschuss die Annahme der EN zur Kenntnis zu nehmen hat. Daraufhin müssen gem. 11.2.4.1 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 die CEN- und/oder CENELEC-Mitglieder die EN innerhalb einer zuvor festgesetzten Frist übernehmen, diese beträgt normalerweise sechs Monate. Gem. 11.2.4.4 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 erfolgt die Anerkennung einer EN als nationale Norm entweder durch die Veröffentlichung einer Anerkennungsnotiz oder durch die Ankündigung im amtlichen Mitteilungsblatt des CEN- und/oder CENELEC-Mitglieds.

Sollte dagegen das Abstimmungsergebnis negativ ausfallen, muss der Technische Lenkungsausschuss gem. Nr. 11.2.3.5 CEN-CENELEC-Geschäftsordnung – Teil 2:2022 entscheiden, welche weiteren Maßnahmen zu ergreifen sind.

4.2.3 Veröffentlichung einer harmonisierten Norm im europäischen Amtsblatt

Nach der Annahme der EN durch das Technische Komitee und zur Kenntnisnahme dieser durch den Technischen Lenkungsausschuss fehlt es noch an der Veröffentlichung der Fundstelle im Europäischen Amtsblatt. Denn die benötigte Konformität für die CE-Kennzeichnung wird gem. Art. 14 SportbootRL dann vermutet, wenn die Produkte, mit EN übereinstimmen, deren Fundstellen im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht worden sind. Folglich müsste die Fundstelle der zu entwerfende Norm zum Abschluss des Verfahrens im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht werden. Die Amtsblätter werden durch das Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Kommission zur Verfügung gestellt. Die Zuständigkeit des Amtes legt der Beschluss 2009/496/EG¹¹⁶ fest.

4.3. Kurzfassung notwendiger Schritte

Die folgenden Schritte werden in Abbildung 5 in einer schematischen Übersicht in Abbildung 5 grob zusammengefasst.

Um ein hohes Niveau für den Schutz öffentlicher Interessen wie Gesundheit und Sicherheit, Verbraucher- und Umweltschutz sicherzustellen, sowie ein einheitliches Schutzniveau innerhalb des europäischen Binnenmarktes zu gewährleisten,¹¹⁷ bedarf es bei bestimmten Produkten einer CE-Kennzeichnung. Ausschlaggebende europarechtliche Verordnungen sind hier die *Verordnung (EG) 765/2008* und insbesondere für Sportboote die Sportbootrichtlinie (2013/53/EU) („SportbootRL“). Auf nationaler Ebene wird die SportbootRL durch das Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt („ProdSG“) und die 10. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz („10. ProdSV“) umgesetzt. Nach § 3 10. ProdSV dürfen Sportboote „*nur dann auf dem Markt bereitgestellt oder erstmals verwendet werden, wenn sie unter anderem die einschlägigen grundlegenden Anforderungen des Anhangs I der [SportbootRL] erfüllen.*“ Stimmen Sportboote mit den einschlägigen harmonisierten Normen überein, gilt die Konformitätsvermutung gem. §4 Abs. 2 ProdSG. Demnach kann bei Übereinstimmung mit den harmonisierten Normen die Konformitätserklärung abgegeben und die CE-Kennzeichnung angebracht werden. Jedoch ist als Ergebnis dieses Zwischenschrittes festzustellen, dass es an einer EN über Ammoniak-betriebenen Sportboote mit Hybridsystem aus Festoxid-Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor fehlt.

Die Formulierungsvorschläge zu Sicherheitsmaßnahmen aus *Kapitel 3 Erarbeitung konkreter Normvorschläge für die CE-Kennzeichnung von Sportbooten* können für eine solche Norm eine erste Grundlage bilden. Ferner muss die technische Entwicklung des Prototyps abgeschlossen werden, so dass fehlende Daten in den Formulierungsvorschlägen ergänzt werden können.

Aus den Formulierungsvorschlägen und den zukünftigen Ergebnissen durch die Entwicklung des Prototyps kann ein Entwurf für die fehlende EN gestaltet werden. Mit diesem Entwurf kann ein formloser Normungsantrag bei der DIN gestellt werden. Bewertet die DIN den Normungsantrag als für den europäischen Markt relevant – wovon zu diesem Zeitpunkt ausgegangen wird – stellt wiederum die DIN als CEN- und CENELEC-Mitglied einen Antrag bei den beiden Normungsorganisationen. Auf der

¹¹⁶ Beschluss 2009/496/EG, Euratom über den Aufbau und die Arbeitsweise des Amtes für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

¹¹⁷ Verordnung (EG) 765/2008, Eg. 1.

europäischen Ebene wird bei CEN und CENELEC ein technischer Lenkungsausschuss eingerichtet, der wiederum für das technische Komitee verantwortlich ist. Das technische Komitee kann Arbeitsgruppen aus Expert:innen beauftragen, auf Grundlage des Entwurfs einen weiteren Entwurf zu erstellen. Nach einer Öffentlichkeitsbeteiligung muss der Entwurf von den CEN- und CENELEC-Mitgliedern angenommen werden. Daraufhin folgt die Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union.

Richten sich Hersteller:innen nach der so entstandenen Norm bei dem Entwurf und der Herstellung der Ammoniak-betriebenen Sportboote mit Hybridsystem aus Festoxid-Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor, wird eine Konformität mit der SportbootRL vermutet. Um das Sportboot innerhalb der EU vermarkten zu können, muss der:die Hersteller:in nun die technischen Unterlagen erstellen (§ 21 10. ProdSV), das Konformitätsbewertungsverfahren durchführen (§§ 15 bis 18, § 20 10. ProdSV), die Konformitätserklärung abgeben (§ 13 ProdSV, Muster siehe Anhang IV zur SportbootRL) und die CE-Kennzeichnung anbringen (§ 14 10. ProdSV).

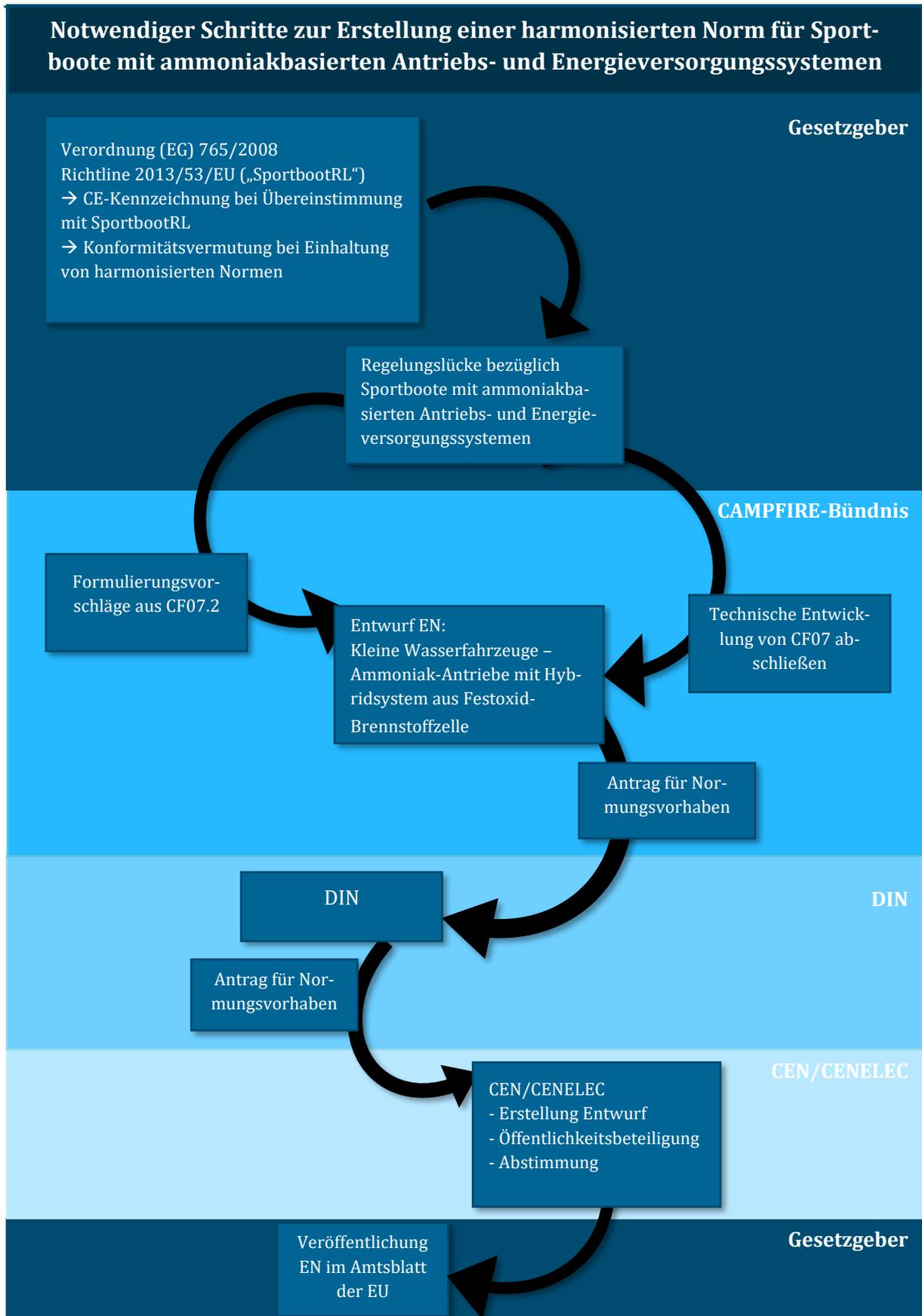


Abbildung 5 Darstellung nächste Schritte zur Umsetzung einer EN (Quelle: Eigene Darstellung).

Literaturverzeichnis

- American Bureau of Shipping (ABS), ABS ADVISORY ON GAS AND OTHER LOW FLASHPOINT FUELS, 2019, abrufbar unter: <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/advisories-and-debriefs/gas-and-low-flashpoint-fuels-advisory.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- American Bureau of Shipping (ABS), „Guide for Ammonia fueled vessels“, 2021, abrufbar unter: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/325_guide_ammonia_fueled_vessels/ammonia-fueled-vessels-sept21.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2022).
- American Bureau of Shipping (ABS), Guide for Fuel Cell Power Systems For Marine and Offshore Applications, abrufbar unter: https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/312_guidefuelcellpowersystemsmarineoffshoreapplications/fuel-cell-nov-2019.pdf (abgerufen am 15.03.2022).
- Beuth, DIN EN 15609:2022-02, abrufbar unter: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-15609/338018227> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- Commission Staff Working Document, “Union submission to the seventh session of the International Maritime Organization's Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers commenting on the CCC 7/3 Report from the Correspondence Group and proposal for developing guidelines for the use of ammonia and hydrogen as a fuel“, 2021, abrufbar unter: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9575-2021-INIT/en/pdf>, abgerufen am 15.03.2022.
- E.Howe GmbH und Co.KG, Sicherheitsdatenblatt Stickstoff, 2020, abrufbar unter: <http://www.sauerstoffwerk.de/fileadmin/downloads/produktdatenblaetter/sicherheitsdatenblaetter/Stickstoff.pdf> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- elektrotechnik automatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerung, abrufbar unter: <https://www.elektrotechnik.vogel.de/was-ist-eine-sps-definition-grundlagen-und-funktion-a-773404/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- European Boating Industry (2018): RCD 2013/53/EU GUIDELINES , Guide to application of Directive 2013/53/EU on the harmonisation of the law of the Member States relating to recreational craft and personal watercraft. Abgerufen von: <https://europeanboatingindustry.eu/newsroom/latest-news/item/66-rcd-2013-53-eu-guidelines-june-2018>
- IMO, MSC.1/Circular.1447 – Guidelines for the Development of Plans and Procedures for Recovery of Persons from the Water – (14 December 2012), abrufbar unter: https://imorules.com/MSCCIRC_1447.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- International Bunker Industry Association (IBIA), Updates to IMO regulations for low flashpoint fuels, PM. v. 17.12.2020, abrufbar unter: <https://ibia.net/2020/12/17/updates-to-imo-regulations-for-low-flashpoint-fuels/> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

- International Marine Certification Institute (IMCI), RCD 2013/53 Guidelines, 2018, abrufbar unter: https://www.imci.org/site/document/downloads/EU_Commission_Guidelines/RCD%20Application%20Guide%20-%20Directive%202013-53-EU%20en180614.pdf (zuletzt abgerufen am 31.08.2022)..
- International Maritime Organization (IMO), Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- International Maritime Organization (IMO), Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments, abrufbar unter: <https://imorules.com/GUID-C39C8825-EA84-4068-97C6-187EE28CFC5C.html>.
- International Maritime Organization (IMO), International Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF Code), Preamble, abrufbar unter: <https://www.imorules.com/GUID-2E74D3C7-CAF5-4563-A9A5-75804578DFAB.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- International Maritime Organization (IMO), Maritime Safety Committee (MSC 105), 20-29 April 2022, abrufbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- International Maritime Organization (IMO), MSC.1/Circular.1447 – Guidelines for the Development of Plans and Procedures for Recovery of Persons from the Water – (14 December 2012), abrufbar unter: https://imorules.com/MSCCIRC_1447.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- International Maritime Organization (IMO), Revised Guidelines on Alternative Design and Arrangements for SOLAS Chapters II-1 and III – (26 June 2019), abrufbar unter: https://www.imorules.com/MSCCIRC_1212.html (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- KNAUBER, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff verdichtet, 2007, abrufbar unter: https://www.knauber-energie.de/fileadmin/user_upload/pdf/datenblatt_wasserstoff.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Wasserstoff (Hydrogen), 2010, abrufbar auf: <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/umwelt/schadensfaelle/anlagen/Wasserstoff.pdf> (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).
- RP-Energie-Lexikon, Lichtmaschine, abrufbar unter: <https://www.energie-lexikon.info/lichtmaschine.html> (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).
- RP-Energie-Lexikon, Zündtemperatur, Internetquelle, abrufbar auf: Zündtemperatur, erklärt im RP-Energie-Lexikon; Selbstentzündung, Explosion, Dieselmotoren (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).
- SKW PIESTERIZ, Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) Ammoniak, flüssig, 2015, abrufbar unter: https://www.skwp.de/fileadmin/content/05_mediacenter/broschueren/reach/skwp_erweiterte_sicherheit_ammoniak_fluessig.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

THE LINDE GROUP, EG-Sicherheitsdatenblatt Ammoniak, wasserfrei, 2010, abrufbar unter: https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/safety/gefahrstoffe/sicherheitsdatenblatt_ammoniak.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022).

THE LINDE GROUP, Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff, verdichtet, 2015, abrufbar unter: https://www.ph.tum.de/about/services/cooling/data/Linde_SDB_Wasserstoff_verdichtet.pdf (zuletzt abgerufen am 30.08.2022)

Umweltbundesamt, Ammoniak (R-717), Internetquelle, abrufbar auf <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/natuerliche-kaeltemittel-in-stationaeren-anlagen/kaeltemittel/ammoniak-r-717#sichere-sache-ammoniak-in-kalteanlage> (zuletzt abgerufen am 24.08.2022).

Your Europe, CE-Kennzeichnung, online abrufbar unter: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_de.htm (zuletzt abgerufen am 31.08.2022).

Annex I – Übersicht relevanter harmonisierter Normen

1.1 Harmonisierte Normen betreffend die grundlegenden Anforderungen an Entwurf und Bau von Sportbooten

ANHANG I Teil A der SportbootRL legt die grundlegenden Anforderungen in Bezug auf Entwurf und Bau von Sportbooten fest. Die Konformität mit den jeweiligen Anforderungen wird dann vermutet, wenn die einschlägigen EN bei dem Entwurf und der Herstellung von Sportbooten eingehalten werden. Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die jeweiligen Anforderungen aus Anhang I, Teil A SportbootRL und listet die für das Sportboot mit ammoniakbasiertem Antriebs- und Energiesystem relevanten EN auf.

Tabelle 7 Auflistung der Anforderungen aus Anhang I Teil A SportbootRL und die Anforderungen spezifizierende EN für Sportbooten mit ammoniakbasierten Antriebs- und Energieversorgungssystemen aufbauend auf Anhang I Teil A SportbootRL).

Fundstelle	Grundlegende Anforderung aus Anhang I der SportbootRL	Relevante harmonisierte Normen
2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN		
Anhang I, Teil A, Nr. 2.1. SportbootRL	2.1. Kennzeichnung der Wasserfahrzeuge Jedes Wasserfahrzeug ist mit einer Identifizierungsnummer zu versehen, die folgende Angaben enthält: 1. Ländercode des Herstellers; 2. von der nationalen Behörde des Mitgliedstaats zugeteilter eindeutiger Herstellercode; 3. eindeutige Seriennummer; 4. Monat und Jahr der Produktion; 5. Modelljahr	<u>EN ISO 10087:2019</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Schiffskörper-Kennzeichnung – Codierungssystem
Anhang I, Teil A, Nr. 2.2. SportbootRL	2.2 Plakette des Herstellers des Wasserfahrzeugs Jedes Wasserfahrzeug muss eine dauerhaft und getrennt von der Identifizierungs-Nummer des Wasserfahrzeugs angebrachte Plakette mit mindestens folgenden Angaben aufweisen: a) Name des Herstellers, eingetragener Handelsname oder eingetragene Handelsmarke sowie Kontaktanschrift; b) CE-Kennzeichnung gemäß Artikel 18; c) Entwurfskategorie des Wasserfahrzeugs gemäß Nummer 1; d) vom Hersteller empfohlene maximale Zuladung gemäß Nummer 3.6	<u>EN ISO 14945:2021</u> Kleine Wasserfahrzeuge –Hersteller-Schild

ohne Gewicht des Inhalts von fest angebrachten Behältern in vollem Zustand;

e) Zahl der nach der Empfehlung des Herstellers an Bord zulässigen Personen, für die das Wasserfahrzeug ausgelegt ist.

Im Falle einer Begutachtung nach Bauausführung müssen die Kontaktangaben und die Anforderungen nach Buchstabe a auch Angaben zu der notifizierten Stelle enthalten, die die Konformitätsbewertung durchgeführt hat.

**Anhang I, Teil A, Nr. 2.3.
SportbootRL**

2.3. Schutz vor dem Überbordfallen und Wiedereinstiegsmittel
Die Wasserfahrzeuge müssen so ausgelegt sein, dass das Risiko, über Bord zu fallen, soweit wie möglich verringert und ein Wiedereinsteigen erleichtert wird. Wiedereinstiegsmittel müssen für eine im Wasser befindliche Person ohne fremde Hilfe zugänglich sein bzw. von ihr ohne fremde Hilfe entfaltet werden können

EN ISO 15085:2003/A2:2018 Kleine Wasserfahrzeuge – Verhütung von Mann-über-Bord-Unfällen und Bergung

**Anhang I, Teil A, Nr. 2.4
SportbootRL**

2.4. Sicht vom Hauptsteuerstand

Bei Sportbooten muss der Rudergänger vom Hauptsteuerstand bei normalen Einsatzbedingungen (Geschwindigkeit und Belastung) eine gute Rundumsicht haben.

DIN EN ISO 11591:2021-01 Kleine Wasserfahrzeuge – Sichtfeld vom Steuerstand (ISO 11591:2020)

**Anhang I, Teil A, Nr. 2.5
SportbootRL**

2.5. Eignerhandbuch

Alle Produkte sind mit einem Eignerhandbuch gemäß Artikel 7 Absatz 7 und Artikel 9 Absatz 4 zu liefern. Dieses Handbuch enthält alle Informationen, die für die sichere Nutzung des Produkts erforderlich sind, wobei besonderes Augenmerk der Einrichtung, der Wartung, dem regelmäßigen Betrieb, der Risikoverhütung und dem Risikomanagement gilt.

**ISO 10240:2019-12 Kleine Wasserfahrzeuge
- Eignerhandbuch**

3. FESTIGKEIT UND DICHTIGKEIT SOWIE BAULICHE ANFORDERUNGEN

**Anhang I, Teil A, Nr. 3.1.
SportbootRL**

3.1. Bauweise

Wahl und Kombination der Werkstoffe und die Konstruktion müssen gewährleisten, dass das Wasserfahrzeug in jeder Hinsicht eine ausreichende Festigkeit aufweist. Besonders zu berücksichtigen sind die Entwurfskategorie gemäß Nummer 1 und die vom Hersteller empfohlene Höchstlast gemäß Nummer 3.6

EN ISO 12215-1:2018 Kleine Wasserfahrzeuge -Rumpfbauweise und Dimensionierung -Teil 1: Werkstoffe: Härtbare Harze, Verstärkungsfasern aus Textilglas, Referenzlaminat

EN ISO 12215-2:2018 Kleine Wasserfahrzeuge -Rumpfbauweise und Dimensionierung -Teil 2: Werkstoffe: Kernwerkstoffe für Verbundbauweise, eingebettete Werkstoffe

EN ISO 12215-3:2018 Kleine Wasserfahrzeuge -Rumpfbauweise und Dimensionierung -Teil 3: Werkstoffe: Stahl, Aluminiumlegierungen, Holz, andere Werkstoffe

**EN ISO 12215-4 Kleine Wasserfahrzeuge -
Rumpfbauweise und Dimensionierung -Teil
4: Werkstatt und Fertigung**

**EN ISO 12215-5:2019 Kleine Wasserfahr-
zeuge -Rumpfbauweise und Dimensionie-
rung -Teil 5: Entwurfsdrücke für Einrumpf-
fahrzeuge, Entwurfsspannungen, Ermittlung
der Dimensionierung**

**EN ISO 12215-6:2018 Kleine Wasserfahr-
zeuge -Rumpfbauweise und Dimensionie-
rung -Teil 6: Bauanordnung und Details**

**EN ISO 12215-8:2018 Kleine Wasserfahr-
zeuge -Rumpfbauweise und Dimensionie-
rung -Teil 8: Ruder**

**EN ISO 12215-9:2018 Kleine Wasserfahr-
zeuge -Rumpfbauweise und Dimensionie-
rung -Teil 9: Anhänge von Segelbooten**

**EN ISO 6185-1:2018 Inflatable boats - Part 1:
Boats with a maximum motor power rating of
4,5 kW**

**EN ISO 6185-2:2018 Inflatable boats - Part 2:
Boats with a maximum motor power rating of
4,5 kW to 15 kW inclusive**

**EN ISO 6185-3:2018 Inflatable boats - Part 3:
Boats with a maximum motor power rating of
15 kW and greater**

**EN ISO 6185-4:2018 Inflatable boats - Part 4:
Boats with a hull length of between 8 m and
24 m with a motor power rating of 15 kW and
greater**

**EN ISO 13590:2018 Kleine Wasserfahrzeuge
-Wasserskooter -Anforderungen an Kon-
struktion und Einbau von Systemen**

**Anhang I, Teil A, Nr. 3.2
SportbootRL**

und

**Anhang I, Teil A, Nr. 3.3
SportbootRL**

3.2. Stabilität und Freibord

Stabilität und Freibord des Wasserfahrzeugs müssen unter Berücksichtigung der Entwurfskategorie gemäß Nummer 1 und der vom Hersteller empfohlenen Höchstlast gemäß Nummer 3.6 ausreichend sein.

3.3. Auftrieb und Schwimmfähigkeit

Beim Bau des Wasserfahrzeugs ist sicherzustellen, dass das Boot über eine Auftriebscharakteristik verfügt, die seiner Entwurfskategorie gemäß Nummer 1 und der vom Hersteller empfohlenen Höchstlast gemäß Nummer 3.6 entspricht. Bewohnbare Mehrtrumpf-Sportboote, die für ein Kielobliegen anfällig sind, müssen so ausgelegt sein, dass sie über ausreichenden Auftrieb verfügen, damit sie auch dann schwimmfähig bleiben, wenn sie kieloben liegen.

Wasserfahrzeuge mit weniger als 6 m Länge, die vollschlagen können, müssen über geeignete Mittel verfügen, damit sie in überflutetem Zustand schwimmfähig bleiben, wenn sie entsprechend ihrer Entwurfskategorie verwendet werden.

EN ISO 12217-1:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 1: Nicht-Segelboote ab 6 m Rumpflänge

EN ISO 12217-2:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 2: Segelboote ab 6 m Rumpflänge

EN ISO 12217-3:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 3: Boote unter 6 m Rumpflänge

EN ISO 9093-1:2018 Small craft – Seacocks and through hull fittings – Part 1: Metallic

Anhang I, Teil A, Nr. 3.4. SportbootRL	3.4. Öffnungen im Bootskörper, im Deck und in den Aufbauten Öffnungen im Rumpf, im Deck (in den Decks) und in den Aufbauten dürfen den Festigkeitsverband oder — in geschlossenem Zustand — die Wetterdichtigkeit des Bootes nicht beeinträchtigen. Fenster, Bullaugen, Türen und Lukenabdeckungen müssen dem Wasserdruck, dem sie ausgesetzt sein können, sowie Punktbelastungen durch Personen, die sich an Deck bewegen, standhalten. Zum Ein- und Austritt von Wasser dienende Außenbord-Durchbrüche, die unterhalb der Wasserlinie entsprechend der vom Hersteller empfohlenen Höchstlast gemäß Nummer 3.6 liegen, sind mit leicht zugänglichen Verschlüssen zu versehen.	<u>EN ISO 9093-2:2018</u> Small craft – Seacocks and through hull fittings – Part 2: Non-metallic <u>EN ISO 12216:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Fenster, Bullaugen, Luken, Seeschlagblenden und Türen. Anforderungen an die Festigkeit und Wasserdichtheit. <u>EN ISO 11812:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Wasserdichte und schnell-lenzende Rezesse und Plichten
Anhang I, Teil A, Nr. 3.5. SportbootRL	3.5. Überflutung Alle Wasserfahrzeuge sind so auszulegen, dass das Risiko des Sinkens so gering wie möglich gehalten wird. Besondere Beachtung sollte gegebenenfalls Folgendes finden: a) Cockpits und Plichten: diese sollten selbstlenzend oder mit anderen Vorrichtungen ausgerüstet sein, die das Eindringen von Wasser in das Innere des Wasserfahrzeugs verhindern; b) Ventilationsöffnungen; c) Entfernung von Wasser durch Pumpen oder sonstige Vorrichtungen	<u>EN ISO 15083:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Lenzeinrichtungen (ISO 15083)

Anhang I, Teil A, Nr. 3.6. SportbootRL)	3.6. Vom Hersteller empfohlene Höchstlast Die auf der Herstellerplakette angegebene, vom Hersteller empfohlene Höchstlast (Kraftstoff, Wasser, Proviant, verschiedene Ausrüstungsgegenstände und Personen) in Kilogramm, für die das Wasserfahrzeug ausgelegt wurde, wird in Abhängigkeit von der Entwurfskategorie (Nummer 1), der Stabilität und dem Freibord (Nummer 3.2) sowie dem Auftrieb und der Schwimmfähigkeit (Nummer 3.3) bestimmt.	<u>EN ISO 14946:2021</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Maximale Zuladung
Anhang I, Teil A, Nr. 3.7	3.7. Aufstellung der Rettungsmittel Alle Sportboote der Entwurfskategorien A und B sowie Sportboote der Entwurfskategorien C und D mit einer Länge von mehr als 6 m müssen einen oder mehrere Stauplätze für ein oder mehrere Rettungsmittel aufweisen, die groß genug sind, um die vom Hersteller empfohlene Zahl von Personen aufzunehmen, für die das Sportboot ausgelegt ist. Die Stauplätze der Rettungsmittel müssen jederzeit leicht zugänglich sein	<u>DIN EN ISO 12401:2010-01</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Sicherheitsgurt und Sicherheitsleine – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren <u>EN ISO 9094:2017</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Brandschutz

**Anhang I, Teil A,
Nr. 3.8.SportbootRL**

3.8. Notausstieg

Alle bewohnbaren Mehrumpf-Sportboote, die für ein Kielobenliegen anfällig sind, müssen so gebaut sein, dass beim Kielobenliegen ein Notausstieg möglich ist. Ist ein Notausstieg vorhanden, der benutzt wird, wenn das Boot kieloben liegt, so darf er die Bauweise (Nummer 3.1), die Stabilität (Nummer 3.2) und den Auftrieb (Nummer 3.3) ungeachtet der Lage des Bootes (aufrecht oder kieloben) nicht beeinträchtigen. Alle bewohnbaren Mehrumpf-Sportboote müssen so gebaut sein, dass bei Brand ein Notausstieg möglich ist.

EN ISO 12217-1:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 1: Nicht-Segelboote ab 6 m Rumpflänge

EN ISO 12217-2:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 2: Segelboote ab 6 m Rumpflänge

EN ISO 12217-3:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Stabilitäts- und Auftriebsbewertung und Kategorisierung –Teil 3: Boote unter 6 m Rumpflänge

In der zu entwerfenden Norm muss darauf verwiesen werden, dass die AH-Anlage oder Baugruppen der AH-Anlage den Notausstieg nicht behindern dürfen.

Anhang I, Teil A, Nr. 3.9. SportbootRL)

3.9. Ankern, Vertäuen und Schleppen

Alle Wasserfahrzeuge müssen unter Berücksichtigung ihrer Entwurfskategorie und ihrer Merkmale mit einer oder mehreren Halterungen oder anderen Vorrichtungen ausgerüstet sein, die das Ankern, Vertäuen und Schleppen ermöglichen und der entsprechenden Belastung sicher standhalten.

EN ISO 15084:2018 Kleine Wasserfahrzeuge –Ankern, Festmachen und Schleppen –Festpunkte

EN ISO 8665:2017 Kleine Wasserfahrzeuge – Schiffsantriebs-Hubkolben-Verbrennungsmotoren –Leistungsmessungen und Leistungsangaben

EN ISO 11592-1:2016 Kleine Wasserfahrzeuge –Bestimmung der maximalen Vortriebsnennleistung unter Anwendung der Manövriergeschwindigkeit –Teil 1: Wasserfahrzeuge mit einer Rumpflänge von unter 8 m

4. BEDIENUNGSEIGENSCHAFTEN

Anhang I Teil A Nr. 4 SportbootRL)

Der Hersteller hat dafür zu sorgen, dass die Bedienungseigenschaften des Wasserfahrzeugs auch bei dem stärksten Antriebsmotor, für den es ausgelegt und gebaut ist, zufriedenstellend sind. Bei allen Antriebsmotoren muss die maximale Nennleistung im Eignerhandbuch angegeben werden.

DIN EN ISO 11592-1:2016-07 Kleine Wasserfahrzeuge – Bestimmung der maximalen Vortriebsnennleistung unter Anwendung der Manövriergeschwindigkeit – Teil 1: Wasserfahrzeuge mit einer Rumpflänge von unter 8 m

5. EINBAUVORSCHRIFTEN

5.1 Motoren und Motorräume

Anhang I Teil A Nr. 5.1.1 **5.1.1. Innenbordmotoren**
SportbootRL

Alle Innenbordmotoren müssen sich in einem von den Wohnräumen getrennten geschlossenen Raum befinden und so eingebaut sein, dass die Gefahr von Bränden bzw. einer Brandausbreitung sowie die Gefährdung durch toxische Dämpfe, Hitze, Lärm oder Vibrationen in den Wohnräumen so gering wie möglich gehalten wird. Häufig zu überprüfende und/oder zu wartende Teile des Motors und Zusatzeinrichtungen müssen leicht zugänglich sein. Das Isoliermaterial im Inneren des Motorraums darf nicht zu einer selbstunterhaltenden Verbrennung fähig sein.

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.1.1 SportbootRL zu Innenbordmotoren von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

In der zu entwerfenden Norm müssen entsprechende Vorgaben ausgearbeitet werden. In Kapitel 3 werden Formulierungsvorschläge, die zur Sicherheit der Motoren und Motorräume beitragen sollen aufgeführt.

Als Vorlage, um Anhaltspunkte über Sicherheitsniveau und Regelungstiefe von EN zu erhalten, können bereits vorhandene Normen verwendet werden:

**EN EN 10088:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –
Dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme**

Ferner sind folgende Normen für die Sicherheit von Innenbordmotoren relevant. Innerhalb der Formulierungsvorschläge, wird auf bereits auf diese verwiesen:

DIN EN 13445-2:2021-12 Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 2: Werkstoffe

DIN EN ISO 5771:2009-10 Gummischläuche und -schlauchleitungen für den Transport von wasserfreiem Ammoniak – Anforderungen

ISO 21487:2012-11 Kleine Wasserfahrzeuge – Fest eingebaute Ottokraftstoff- und Diesellochkraftstofftanks

EN ISO 10133:2017 – Elektrische Systeme – Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-)Anlagen

EN ISO 8846:2017 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Geräte – Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen

Anhang I, Teil A, 5.1.2. Belüftung

Nr. 5.1.2. SportbootRL

Der Motorraum ist zu belüften. Das Eindringen von Wasser durch Öffnungen im Motorraum muss so gering wie möglich gehalten werden

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.1.2 SportbootRL zur Belüftung von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

In der zu entwerfenden Norm müssen entsprechende Vorgaben ausgearbeitet werden. In *Kapitel 3* werden Formulierungsvorschläge, die zur Sicherheit durch Belüftung beitragen sollen aufgeführt.

Als Vorlage, um Anhaltspunkte über Sicherheitsniveau und Regelungstiefe von EN zu erhalten, können bereits vorhandene Normen verwendet werden:

DIN EN 15609 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile –Flüssiggas (LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Yachten und andere Wasserfahrzeuge – Einbauvorschriften

Ferner sind folgende Normen für die Sicherheit von allgemeinen Belangen des Kraftstoffsystems relevant. Innerhalb der Formulierungsvorschläge, wird auf bereits auf diese verwiesen:

DIN EN ISO 11105:2020-08 Kleine Wasserfahrzeuge – Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks

EN 28846/A100:2017-12 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Geräte – Zündschutz gegenüber entflammbaren Gasen (ISO 8846:1990)

Anhang I Teil 1 5.1.3. Freiliegende Teile

Nr. 5.1.3 SportbootRL Freiliegende sich bewegende oder heiße Teile des Motors (der Motoren), die Verletzungen verursachen könnten, sind wirksam zu schützen, sofern der Motor (die Motoren) nicht durch eine Abdeckung oder ein Gehäuse abgeschirmt ist (sind)

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.1.3 SportbootRL über freiliegende Teile von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

Bisher liegt keine Planung zu den freiliegenden Teilen fest. Ein Formulierungsvorschlag kann erst erfolgen, wenn die Planung des Prototyps abgeschlossen ist.

5.2 Kraftstoffsystem

Anhang I, Teil A, 5.2.1. Allgemeines

Nr. 5.2.1 SportbootRL) Einfüll-, Lager- und Belüftungsvorrichtungen für den Kraftstoff sowie die Kraftstoffzufuhrvorrichtungen sind so auszulegen und einzubauen, dass die Brand- und Explosionsgefahr so gering wie möglich gehalten wird.

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.2.1 SportbootRL über allgemeine Belange des Kraftstoffsystems von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

In der zu entwerfenden Norm müssen entsprechende Vorgaben ausgearbeitet werden. In *Kapitel 3* werden Formulierungsvorschläge, die zur Sicherheit des Kraftstoffsystems beitragen sollen, aufgeführt.

Als Vorlage, um Anhaltspunkte über Sicherheitsniveau und Regelungstiefe von EN zu erhalten, können bereits vorhandene Normen verwendet werden:

EN EN 10088:2017 Kleine Wasserfahrzeuge – Dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme

Ferner sind folgende Normen für die Sicherheit von allgemeinen Belangen des Kraftstoffsystems relevant. Innerhalb der Formulierungsvorschläge, wird auf bereits auf diese verwiesen:

EN ISO 10133:2012 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Kleinspannungsgleichstrom-(DC-)Anlagen

EN ISO 13297:2021 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Wechselstrom- und Gleichstromanlagen

Anhang I, Teil A, 5.2.2. Kraftstoffbehälter

Nr. 5.2.2

Kraftstoffbehälter, -leitungen und -schläuche sind fest anzubringen und von allen größeren Hitzequellen getrennt einzubauen oder abzuschirmen. Werkstoff und Bauweise der Behälter müssen dem Fassungsvermögen und der Kraftstoffart entsprechen. Räume für Ottokraftstoffbehälter müssen belüftet sein. Ottokraftstoffbehälter dürfen nicht Teil des Rumpfes sein und müssen a) gegen Brand eines Motors und von allen anderen Zündquellen isoliert sein; b) von den Wohnräumen getrennt sein. Dieselmotorkraftstoffbehälter dürfen Teil des Rumpfes sein.

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.2.2 SportbootRL über die Kraftstoffbehälter von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

In der zu entwerfenden Norm müssen entsprechende Vorgaben ausgearbeitet werden. In *Kapitel 3* werden Formulierungsvorschläge, die zur Sicherheit der Kraftstoffbehälter beitragen sollen, aufgeführt.

Als Vorlage, um Anhaltspunkte über Sicherheitsniveau und Regelungstiefe von EN zu erhalten, können bereits vorhandene Normen verwendet werden:

EN EN 10088:2017 Kleine Wasserfahrzeuge – Dauerhaft installierte Kraftstoffsysteme

DIN EN 15609 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Flüssiggas(LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Yachten und andere Wasserfahrzeuge –Einbauvorschriften

Ferner sind folgende Normen für die Sicherheit von Kraftstoffbehältern relevant. Innerhalb der Formulierungsvorschläge, wird auf bereits auf diese verwiesen:

DIN EN ISO 9809-1 Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1100 MPa

DIN EN ISO 9809-2 Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1100 MPa

DIN EN ISO 9809-3 Gasflaschen – Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl – Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl

DIN EN 13322-1 Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 1: Flaschen aus Kohlenstoffstahl

DIN EN 13322-2 Ortsbewegliche Gasflaschen – Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl – Gestaltung und Konstruktion – Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl

DIN EN 12862:2000-08 Ortsbewegliche Gasflaschen – Gestaltung und Konstruktion von wiederbefüllbaren ortsbeweglichen geschweißten Gasflaschen aus Aluminiumlegierung

EN12806:2003 Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks

DIN EN 334:2019-11 Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)

EN ISO 13297:2021 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Wechselstrom- und Gleichstromanlagen

EN ISO 10133:2012 Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische Systeme – Kleinspannungsgleichstrom-(DC-)Anlagen

EN 12806:2003 Bauteile für Autogasanlagen/Treibgasanlagen – Bauteile, ausgenommen Autogastanks

EN ISO 5771:2008 Gummischläuche und -schlauchleitungen für den Transport von wasserfreiem Ammoniak – Anforderungen

5.3 Elektrisches System

Anhang I, Teil A, Nr. 5.3. SportbootRL

5.3. Elektrisches System

Elektrische Systeme müssen so ausgelegt und eingebaut sein, dass unter normalen Einsatzbedingungen ein einwandfreier Betrieb des Wasserfahrzeugs gewährleistet ist und die Brandgefahr und das Risiko elektrischer Schläge so gering wie möglich gehalten werden. Alle Stromkreise müssen vor Überlastung gesichert sein; hiervon ausgenommen sind batteriegepeiste Anlasserstromkreise. Antriebsstromkreise und andere Stromkreise dürfen sich gegenseitig nicht derart beeinflussen, dass einer von beiden nicht bestimmungsgemäß funktioniert. Um die Ansammlung von explosionsfähigen Gasen, die aus den Batterien austreten könnten, zu verhindern, ist für Belüftung zu sorgen. Die Batterien müssen gut befestigt und vor eindringendem Wasser geschützt sein.

Es besteht keine EN, die die Vorgaben aus Anhang I Teil A Nr. 5.3 SportbootRL über das elektrische System von Ammoniak betriebenen kleinen Wasserfahrzeugen spezifizieren.

In der zu entwerfenden Norm müssen entsprechende Vorgaben ausgearbeitet werden. In *Kapitel 3* werden Formulierungsvorschläge, die zur Sicherheit des elektrischen Systems beitragen sollen, aufgeführt.

Als Vorlage, um Anhaltspunkte über Sicherheitsniveau und Regelungstiefe von EN zu erhalten, können bereits vorhandene Normen verwendet werden:

DIN EN 15609 Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile –Flüssiggas(LPG)-Antriebsanlagen für Boote, Jachten und andere Wasserfahrzeuge –Einbauvorschriften

Ferner sind folgende Normen für die Sicherheit von elektrischen Systemen relevant. Innerhalb der Formulierungsvorschläge, wird auf bereits auf diese verwiesen:

EN ISO 8846:2017 Kleine Wasserfahrzeuge –Elektrische Geräte –Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen

ISO 13297:2018 Kleine Wasserfahrzeuge -Elektrische Systeme -Wechselstrom- und Gleichstromanlagen

EN ISO 10133:2012 Kleine Wasserfahrzeuge - Elektrische Systeme - Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-)Anlagen

DIN EN 60529:2014-09; VDE 0470-1:2014-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

5.4 Steuerungssystem

Anhang I, Teil A, Nr. 5.4.1. SportbootRL) **5.4.1. Allgemeines**
Steuerungs- und Antriebskontrollsysteme sind so auszulegen, zu bauen und einzubauen, dass sie die Übertragung von Steuerungskräften unter vorhersehbaren Betriebsbedingungen ermöglichen.

EN 8848:2021 Kleine Wasserfahrzeuge -Steueranlagen

DIN EN ISO 23411:2021-07 Kleine Wasserfahrzeuge - Steuerräder

EN ISO 10592:2017 Kleine Wasserfahrzeuge — Hydraulische Steueranlagen

EN ISO 13929:2017 Kleine Wasserfahrzeuge -Ruderanlagen -Mechanisch verbundene Systeme

Anhang I, Teil A, Nr. 5.4.2. Notvorrichtungen
5.4.2.

Alle Segel-Sportboote und alle nicht unter Segel fahrenden Sportboote mit einem einzigen Antriebsmotor und Fernsteueranlage sind mit Notvorrichtungen auszurüsten, die das Sportboot bei verringerter Geschwindigkeit steuern können.

./.

5.5 Gassystem

Anhang I, Teil A, Nr. 5.5. Gassystem
5.5. SportbootRL

Gassysteme für Haushaltszwecke müssen über ein Druckminderungssystem verfügen und so ausgelegt und eingebaut sein, dass ein Gasaustritt und die Gefahr einer Explosion vermieden werden und dass sie auf undichte Stellen hin untersucht werden können. Werkstoffe und Bauteile müssen für das jeweils verwendete Gas geeignet und so beschaffen sein, dass sie den unterschiedlichen Belastungen in einer maritimen Umgebung standhalten. Alle Gasgeräte, die für die vom Hersteller vorgesehene Verwendung benutzt werden, sind entsprechend den Anweisungen des Herstellers derart einzubauen. Jede gasbetriebene Vorrichtung muss über eine gesonderte Zuleitung versorgt werden, und jede Vorrichtung muss eine gesonderte Absperrvorrichtung aufweisen. Durch geeignete Belüftung muss eine Gefährdung durch Gasaustritt und Verbrennungsprodukte vermieden werden.

Alle Wasserfahrzeuge mit einem fest eingebauten Gassystem müssen einen Raum zur Unterbringung aller Gasflaschen aufweisen. Dieser Raum muss von den Wohnräumen getrennt sein; er darf nur von außen zugänglich sein, und er muss außenbelüftet sein, damit austretendes Gas außenbords abziehen kann. Insbesondere muss jedes fest eingebaute Gassystem nach dem Einbau geprüft werden.

EN ISO 10239:2017 Kleine Wasserfahrzeuge - Flüssiggas-Anlagen

EN ISO 14895:2016 Kleine Wasserfahrzeuge - Kombüseherde und Heizgeräte für flüssige Brennstoffe

5.6 Brandbekämpfung

Anhang I, Teil A, Nr. 5.6.1 SportbootRL)	5.6.1. Allgemeines Bei der Art der eingebauten Ausrüstung und der Auslegung des Wasserfahrzeugs sind die Brandgefahr und die Ausbreitung von Bränden zu berücksichtigen. Besonders zu achten ist auf die Umgebung von Geräten, die mit offener Flamme arbeiten, auf heiße Flächen oder Maschinen und Hilfsmaschinen, ausgelaufenes Öl und ausgelaufenen Kraftstoff, nicht abgedeckte Öl- und Kraftstoffleitungen und darauf, dass elektrische Leitungen insbesondere nicht in der Nähe von Hitzequellen und heißen Flächen verlaufen	<u>DIN ISO 9094:2017</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Brandschutz
Anhang I, Teil A, Nr. 5.6.1 SportbootRL)	5.6.2. Löschvorrichtungen Sportboote sind mit der Brandgefahr entsprechenden Löschvorrichtungen auszurüsten, oder es sind Anbringungsart und Kapazität der der Brandgefahr entsprechenden Löschvorrichtungen anzugeben. Das Fahrzeug darf erst in Betrieb genommen werden, wenn es mit der entsprechenden Löschvorrichtung ausgerüstet ist. Die Motorräume von Ottomotoren sind durch ein Feuerlöschsystem zu schützen, das eine Öffnung des Raumes im Brandfall unnötig macht. Eventuell vorhandene tragbare Feuerlöscher sind so anzubringen, dass sie leicht zugänglich sind; einer der Feuerlöscher ist so anzuordnen, dass er vom Hauptsteuerstand des Sportbootes aus leicht zu erreichen ist	<u>DIN EN ISO 9094/A100:2017-12</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Brandschutz <u>DIN EN 3 Beiblatt 4:2013-05</u> Tragbare Feuerlöscher; Beiblatt 4: Kennzeichnung für den Einsatz in Bereichen mit hohen statischen Magnetfeldern

5.7 Navigationslichter, Signalkörper und akustische Signalanlagen

Anhang I, Teil A, Nr. 5.7 SportbootRL	5.7. Navigationslichter, Signalkörper und akustische Signalanlagen Eventuell vorhandene Navigationslichter, Signalkörper und akustische Signalanlagen müssen den Kollisionsverhütungsregeln — KVR — von 1972 (COLREG — The International Regulations for Preventing Collisions at Sea) bzw. den CEVNI-Empfehlungen (European Code for Interior Navigations for inland waterways) entsprechen	<u>EN ISO 16180:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Positionslaternen –Einbau, Anordnung und Tragweite <u>EN ISO 19009:2015</u> Small craft – Electric navigation lights – Performance of LED lights
--	--	---

5.8. Schutz gegen Gewässerverschmutzung und Einrichtungen zur Erleichterung der Abfallentsorgung an Land

Anhang I, Teil A, Nr. 5.8 SportbootRL	5.8. Schutz gegen Gewässerverschmutzung und Einrichtungen zur Erleichterung der Abfallentsorgung an Land Die Wasserfahrzeuge sind so zu bauen, dass ein unbeabsichtigter Abfluss von verunreinigenden Stoffen (Öl, Kraftstoff usw.) verhindert wird. Alle in Sportboote eingebauten Toiletten dürfen ausschließlich an ein Auffangbehältersystem oder an ein Abwasserbehandlungssystem angeschlossen sein. Sportboote mit eingebauten Auffangbehältern sind mit einem Standardabwasseranschluss auszustatten, damit Rohrleitungen von Auffanganlagen an die Abwasserleitung des Sportbootes angeschlossen werden können. Durch den Rumpf geführte Abwasserleitungen für menschliche Abfälle müssen ferner mit Ventilen versehen sein, die in Schließstellung gesichert werden können.	<u>EN ISO 8099-1:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Abfallsysteme –Teil 1: Abwasserrückhaltung <u>EN ISO 8099-2:2021</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Abfallsysteme –Teil 2: Abwasserbehandlung
--	---	---

1.2 Harmonisierte Normen betreffend die Anforderungen für Abgasemissionen von Antriebsmotoren

ANHANG I Teil B der SportbootRL legt die Anforderungen für Abgasemissionen von Antriebsmotoren fest.

Als Antriebsmotoren werden gemäß Art. 3 lit. 5 der SportbootRL „alle direkt oder indirekt zu Antriebszwecken genutzten Fremd- oder Selbstzündungs-Verbrennungsmotoren“ bezeichnet. Tabelle 8 fasst die Normen zusammen, die für Abgasemissionen von Antriebsmotoren relevant sind.

Tabelle 8 Grundlegende Anforderungen in Bezug auf Abgasemissionen von Antriebsmotoren und dazugehörige spezifizierende Normen.

Fundestelle	Grundlegende Anforderung aus Anhang I der SportbootRL	Relevante harmonisierten Norm
Anhang I, Teil B, Nr. 2.3 SportbootRL	Prüfzyklen	<u>ISO 8178-4:2020-06</u> Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 4: Steady-state and transient test cycles for different engine applications
Anhang I Teil B Nr. 2.3 und 2.5 SportbootRL	Messung von Abgasemissionen	<u>EN ISO 18854:2015</u> Small craft – Reciprocating internal combustion engines exhaust emission measurement – Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions

1.3 Sonstige harmonisierte Normen mit Relevanz für den Bau eines Sportbootes

Von der Kommission wurden Leitlinien über die Anwendung der SportbootRL¹¹⁸ veröffentlicht. Auch existiert eine zusammenfassende Übersicht der Kommission über die im Amtsblatt veröffentlichten harmonisierten Normen. In den Tabellen 7 und 8 sind nur solche Normen abgebildet, die in den Leitlinien der Kommission enthalten sind. Tabelle 9 fasst zusätzlich die Normen zusammen, die lediglich in der Zusammenfassung im Amtsblatt der europäischen Kommission¹¹⁹ veröffentlicht wurden, aber dennoch Relevanz für das ammoniak-betriebene Sportboot haben.

Tabelle 9 Übersicht über Normen, die nicht in den Leitlinien der Kommission enthalten sind, aber in der zusammenfassenden Übersicht der Kommission, über die im Amtsblatt veröffentlichten, harmonisierten Normen aufgelistet sind.¹²⁰

Anforderungen aus Anhang I SportbootRL	Relevante harmonisierte Normen
Hauptdaten Rumpflänge (Art.3 lit. 10 SportbootRL) Plakette des Herstellers (Anhang I, Teil A Abs. 2.2 (d) SportbootRL) Festigkeit und Dichtigkeit sowie bauliche Anforderungen (Anhang I, Teil A, Abs. 3 SportbootRL) Einbauvorschriften (Anhang I, Teil A Abs. 5 SportbootRL)	EN ISO 8666:2020 Kleine Wasserfahrzeuge – Hauptdaten

¹¹⁸ RCF 2013/53 Guidelines

¹¹⁹ Europäische Kommission, Summary of references of harmonized standards published in the Official Journal – Directive 2013/53/EU1 of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on recreational craft and personal watercraft and repealing Directive 94/25/EC, abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/50675> (zuletzt abgerufen am 09.09.2022).

¹²⁰ Ebd.

Elektrisch angetriebene Bilgepumpen Eignerhanbuch (Anhang I, Teil A, Abs. 2.5 SportbootRL) Überflutung (Anhang I, Teil A Abs.3.5 SportbootRL) Elektrisches System (Anhang I Teil A, Abs. 5.3 SportbootRL) Brandbekämpfung Allgemeines (Anhang I, Teil A, Abs. 5.6.1 SportbootRL) Bauteile für Wasserfahrzeuge (Anhang II SportbootRL)	<u>EN ISO 8849:2021</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrisch angetriebene Bilgepumpen
Grundlegende Anforderungen (alle Abschnitte – Anhang I SportbootRL)	<u>EN ISO 11192:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Graphische Symbole (ISO 11192:2005)
Grundlegende Anforderungen für Lärmemissionen; Lärmemissionspegel (Anhang 1, Teil C, 1 SportbootRL)	<u>EN ISO 14509-1:2008</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Von motorge- triebenen Sportbooten abgestrahlter Luftschall – Teil 1: Vor- beifahrtmessungen (ISO 14509 1:2008) <u>EN ISO 14509-3:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Von motorgetriebe- nen Sportbooten abgestrahlter Luftschall – Teil 3: Beurteilung der Schallemission mittels Rechen- und Mess-verfahren (ISO 14509- 3:2009)
Steuerungssystem, Allgemeines (Anhang I Teil A Abs.5.4.1SportbootRL)	<u>EN ISO 23411:2021</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Steuerräder (ISO 23411:2020)
Eignerhandbuch (Anhang I Teil A Abs. 2.5 SportbootRL) Steuerungssystem (Anhang I Teil A Abs. 5.4.1. und 5.4.2. SportbootRL) Steuerräder, Lenkvorrichtungen und Verkabelung (Anhang II(3) Sportboot- IRL)	<u>EN ISO 25197:2018</u> Kleine Wasserfahrzeuge – Elektrische/elektroni- sche Regelungssysteme für Steuerung, Schaltung und Antrieb (ISO 25197:2020)
