

Abschlussbericht

I Kurzbericht

CF07 Entwicklung eines Funktionsmusters einer Ammoniak-betriebenen Segelyacht mit Hybridsystem aus Brennstoffzelle und Motor

CF07.8 Aufbau und Betrieb eines Funktionsmusters Sport Yacht im COIL Campfire Open Lab

Auftraggeber / Fördergeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Beteiligter Partner	Leibniz Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.
Auftrag / Förderkennzeichen	03WIR2309A
Berichtszeitraum / Projektlaufzeit	01.06.2021 bis 31.01.2024
Projektleiter/ Autor	Dr. Angela Kruth

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03WIR2309A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Inhalt

1. Aufgabenstellung.....	4
2. Wissenschaftliche Vorarbeiten.....	4
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	4
4. Wesentliche Ergebnisse.....	5
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	5

1. Aufgabenstellung

Im Fokus des Innovationsfeldes des Bündnisses CAMPFIRE sind Technologien für die dezentrale Erzeugung von Ammoniak aus erneuerbaren Energien und direkte Nutzung als Energieträger für eine emissionsfreie maritime Mobilität und in der stationäre Energieerzeugung. Im Rahmen des Verbundvorhabens CF07 sollte ein Funktionsmuster für eine Sportyacht als „Schwimmendes Labor“ für die Untersuchung der Komponenten von Ammoniak-basierten Energieversorgungssystemen unter realen Bedingungen umgesetzt werden. Das Funktionsmuster wird im CAMPFIRE Open Innovation Lab der Partner für weitere Forschungsvorhaben für die Entwicklung von Ammoniak-Antrieben und zugehöriger Versorgungs- und Sicherheitsstruktur genutzt. Zudem wird das Funktionsmusters zur Erarbeitung von Konzepten für die Steigerung der Akzeptanz und für die Durchführung einer Zielgruppen-geeigneten Öffentlichkeitsarbeit für das Bündnis im Themenfeld Grüner Ammoniak eingesetzt.

Im Einzelnen wurden folgende Zielparameter definiert:

- Entwicklung des Funktionsmusters einer Sport Yacht mit Ammoniak-Bordstrom und Sekundärtrieb im CAMPFIRE Open Innovation Lab (COIL) für die Produktkategorie 3 Emissionsfreie Maritime Mobilität
- Einrichtung und Inbetriebnahme der Sport Yacht durch die Partner als Versuchsträger im Rahmen des Campfire Open Innovation Lab und Ermittlung von Leistungsdaten
- Entwicklung eines Konzeptes für dessen Betrieb und Nutzung als Reallabor für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten als Plattform zur Erprobung der neuen Technologien
- Durchführung erster Transferaktivitäten in die Wirtschaft
- Erarbeitung eines Leitfadens für die Einbindung der Öffentlichkeit

2. Wissenschaftliche Vorarbeiten

Im Themenfeld bestand bereits eine gute wissenschaftliche und technologische Basis für die Ammoniak- und Wasserstofftechnologien, die für Antriebssysteme sowie erforderlicher Infrastrukturen und Sicherheitssysteme erforderlich sind. Durch die breite Wissensbasis im CAMPFIRE-Bündnis und bereits bestehenden partnerschaftliche Beziehungen im Rahmen der World Cafes, Workshops und der Startprojektes CF03 war eine gute Basis für die Umsetzung der Projektziele gegeben. Die eingebundenen Auftragsnehmer des INP – EAG, EAT, TÜV Nord, Cziotec, Yachtwerft Greifswald und Wendel und Rados besitzen ausgezeichnete Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich des Rohrleitungsbaus, Verkabelung, schiffseitigen Baumaßnahmen und Stahlspezialbau.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Teilvorhaben des INP wurde folgenden Arbeitspaketen geplant und durchgeführt:

Arbeitspaket CF07_1.8.1 „Entwicklung des Funktionsmusters Sportyacht“

UAP CF07_1.8.1.1 „Anschaffung und Einrichtung der Sport Yacht als Versuchsträger im Rahmen des Campfire Open Innovation Lab“

UAP CF07_1.8.1.2 „Entwicklung eines Konzeptes für dessen Betrieb und Nutzung als Reallabor für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten“

Arbeitspaket CF07_1.8.2 „Ermittlung von Betriebsparametern der Energieversorgung für die Operation mit Ammoniak, Transfermaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit“

4. Wesentliche Ergebnisse

- In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurde anhand der erarbeiteten spezifischen technischen Anforderungen ein geeignetes Modell für die Umrüstung als Funktionsmuster identifiziert und im Rahmen eines Vergabeprozesses beschafft.
- Erarbeitung aller technologischen Schnittstellen für die Komponentenintegration in die Yacht sowie Ableitung der Schemata, P&ID und E-Technik-Planung.
- Erarbeitung der Gefährdungsbeurteilung, Havarieszenarien, Ex-Schutzdokumentation, Sicherheitsanforderungen, Betriebsanleitungen und Trainingskonzept für das Laborpersonal
- Erarbeitung der Anforderungen für die Genehmigung
- Erstellung von Stücklisten, Marktrecherchen und Durchführung von Beschaffungen von Komponenten (Komponenten und Bauteile für Integration, Persönliche Schutzausrüstung, projektspezifische Yachtausrüstung, Tanksystem)
- Erstellung von Leistungsverzeichnissen für Aufträge an Dritte für die Durchführung der Integrationsarbeiten und Durchführung der Vergaben
- Erarbeitung und Umsetzung von ingenieurstechnischen Lösungen für die sichere Halterung der Ammoniak-Tankflaschen in den Backskisten, das sichere Handling während des Flaschenwechsels auf der Basis eines neuartigen Sicherheitsgurt-Systems und innovativer Motorlift mit Halterung für den sicheren Betrieb des Schiffes.
- Unterstützung der Partner und Auftragsnehmer bei der Integration von Cracker, Motor, SOFC, Steuer- und Regeltechnik, Batterien, sowie bei der Umsetzung von Verrohrung und Verkabelung.
- Stabilitätsuntersuchungen im Rahmen eines Unterauftrags und erfolgreiche Durchführung von Fahrversuchen zur Bestätigung der generellen Fahrtauglichkeit (auf der Basis des Hilfsmotors).
- Erprobung eines Adsorber-Systems zur Beseitigung von NH₃-Anteilen aus dem Cracker-Abgas während der Kaltstart-Phase des Ammoniak-Wasserstoff-Motors in enger Zusammenarbeit mit Adfis auf der Basis regional erzeugter Aktivkohle-Produkte hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für die Ammoniak-Adsorption bei Integration in einen Adsorber im Cracker-Motor-Hybridsystem
- Eruierung zukünftiger Nutzungsszenarien für mögliche Einsatzgebiete von Ammoniak-betriebenen Yachten: Ammoniak-betriebene Freizeitbooten im Vergleich zu Batterie-betriebenen Booten, nachhaltiges „Life-Style-Bootes“, Marktchancen für einen „Grünen Cruiser“ vs traditionelles Speedboot, Anforderungen an das Schiffsdesign, Handling von Ammoniak-Kartuschen im öffentlichen Bereich, Handling von Ammoniak-Kartuschen durch Privatpersonen ohne professionelle Ausbildung, Einsatz von Ammoniak als Kraftstoff in geschützten naturnahen Lebensräumen wie dem Wattenmeer sowie die Identifizierung von Stakeholdern aus Naturschutz- und Umweltvereinigungen für die Zusammenarbeit mit dem CAMPFIRE Open Innovation Lab.

- Ableitung einer Roadmap für die Fortführung der Arbeiten auf der Basis der Erkenntnisse und unter Nutzung der Versuchseinrichtungen im Funktionsmuster für die weitere Technologieentwicklung und Optimierung der Subsysteme an Bord: Entwicklung von schiffstauglichen Sicherheitseinrichtungen, schiffstaugliche Versorgungssystemen für die Betankung mit flüssigem Ammoniak, Untersuchung der Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer aller Subsysteme an Bord im Fahrbetrieb, Untersuchung der dynamischen Kopplung zwischen Cracker und Motor im Fahrbetrieb, Weiterentwicklung des Brennverfahrens zur Reduktion des Ammoniak -Austrittes im Abgasstrom während der Startphase des Crackers im Fahrbetrieb sowie Entwicklung eines miniaturisierten Cracker-Motor-SOFC-Antriebs für den Einsatz auf Personenfähren, Crew-Vesseln und Behördenbooten.
- Erarbeitung eines Konzeptes für die Nutzung der Yacht im Rahmen der Akzeptanzarbeit und Öffentlichkeitsarbeit und Identifizierung wichtiger zentraler Veranstaltungen in der Region Nord-Ost sowie deutschland- und europaweit dafür.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Eine enge Zusammenarbeit bestand mit den Projektpartnern HanseYachts, ZBT, FVTR, autosoft, ISC, sunfire fuel cells (jetzt: new energyday) und IKEM sowie dem assoziiertem Partner YARA.

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

Abschlussbericht

II Eingehende Darstellung

**CF07 Entwicklung eines Funktionsmusters einer Ammoniak-betriebenen
Segelyacht mit Hybridsystem aus Brennstoffzelle und Motor**

**CF07.8 Aufbau und Betrieb eines Funktionsmusters Sport Yacht im COIL
Campfire Open Innovation Lab**

Auftraggeber / Fördergeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Beteiligter Partner	Leibniz Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.
Auftrag / Förderkennzeichen	03WIR2309A
Berichtszeitraum / Projektlaufzeit	01.06.2021 bis 31.01.2024
Projektleiter/ Autor	Dr. Angela Kruth

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03WIR2309A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Inhalt

1. Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele	4
1.1 Arbeitspaket CF07_1.8.1 „Entwicklung des Funktionsmusters Sportyacht“, UAP CF07_1.8.1.1 „Anschaffung und Einrichtung der Sport Yacht als Versuchsträger im Rahmen des Campfire Open Innovation Lab“	4
1.2 Arbeitspaket CF07_1.8.1 „Entwicklung des Funktionsmusters Sportyacht“, UAP CF07_1.8.1.2 „Entwicklung eines Konzeptes für dessen Betrieb und Nutzung als Reallabor für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten“	5
1.3 Arbeitspaket CF07_1.8.2 „Ermittlung von Betriebsparametern der Energieversorgung für die Operation mit Ammoniak, Transfermaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit“	7
2. Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	13
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	13
4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung der Ergebnisse auf dem Gebiet des Vorhabens.....	13
5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	14
6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse.....	15

1. Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Im Fokus des Innovationsfeldes des Bündnisses CAMPFIRE sind Technologien für die dezentrale Erzeugung von Ammoniak aus erneuerbaren Energien und direkte Nutzung als Energieträger für eine emissionsfreie maritime Mobilität und in der stationäre Energieerzeugung. Im Rahmen des Verbundvorhabens CF07 sollte ein Funktionsmuster für eine Sportyacht als „Schwimmendes Labor“ für die Untersuchung der Komponenten von Ammoniak-basierten Energieversorgungssystemen unter realen Bedingungen umgesetzt werden. Das Funktionsmuster wird im CAMPFIRE Open Innovation Lab der Partner für weitere Forschungsvorhaben für die Entwicklung von Ammoniak-Antrieben und zugehöriger Versorgungs- und Sicherheitsstruktur genutzt. Zudem wird das Funktionsmusters zur Erarbeitung von Konzepten für die Steigerung der Akzeptanz und für die Durchführung einer für jeweilige Zielgruppen geeigneten Öffentlichkeitsarbeit für das Bündnis im Themenfeld Grüner Ammoniak eingesetzt.

Im Einzelnen wurden folgende Zielparameter definiert:

- Entwicklung des Funktionsmusters einer Sport Yacht mit Ammoniak-Bordstrom und Sekundärantrieb im CAMPFIRE Open Innovation Lab (COIL) für die Produktkategorie 3 Emissionsfreie Maritime Mobilität
- Einrichtung und Inbetriebnahme der Sport Yacht durch die Partner als Versuchsträger im Rahmen des Campfire Open Innovation Lab und Ermittlung von Leistungsdaten
- Entwicklung eines Konzeptes für dessen Betrieb und Nutzung als Reallabor für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten als Plattform zur Erprobung der neuen Technologien
- Durchführung erster Transferaktivitäten in die Wirtschaft
- Erarbeitung eines Leitfadens für die Einbindung der Öffentlichkeit

Das Teilvorhaben CF07.8 wird vom INP in zwei Arbeitspaketen durchgeführt.

1.1 Arbeitspaket CF07_1.8.1 „Entwicklung des Funktionsmusters Sportyacht“, UAP CF07_1.8.1.1 „Anschaffung und Einrichtung der Sport Yacht als Versuchsträger im Rahmen des Campfire Open Innovation Lab“

Auf der Basis der Ergebnisse des Teilvorhabens CF07.1 des Partners HanseYachts unter Berücksichtigung aller Anforderungen an den Bauraum, die erforderlichen Schnittstellen die Hanse 348 als die für das Vorhaben am besten geeignete Yacht ausgewählt, Abb. 1.



CF07 Sportyacht TV INP Schlussbericht – Teil II Eingehende Darstellung

Abb. 1 Hanse 348 - ausgewähltes Schiffmodell für die Umrüstung zum Funktionsmuster

Durch das INP wurde zur Beschaffung der Yacht mittels eines Vergabeverfahrens eine Leistungsbeschreibung mit technischen Anforderungen bezüglich der Eignung für eine Umrüstung des Bauraumes und Integration des Versuchsstandes erstellt. Neben erforderlichem Bauraum musste die Schwimmfähigkeit und die Betriebsbereitschaft gegeben sein, um eine direkt gekoppelte Schiffsschraube im Wasser und Drehung der Schraube gegen einen schiffseitigen Lastwiderstand zu ermöglichen. Hintergrund ist die Lieferung von Daten während verschiedener Momente unter realen Bedingungen, z.B. Rollen, Schaukeln, Start und Stop. Die Yacht muss außerdem für die Versuchsstand-Integration vorbereitet und im entkernten Zustand geliefert werden. Anhand der Leistungsbeschreibung wurde eine Marktrecherche vorgenommen, das Vergabeverfahren durchgeführt und die Leistung an den Auftragsnehmer Westyachting vergeben. Durch Westyachting erfolgten die erforderlichen Anpassungen für die Realisierung der in der Leistungsbeschreibung aufgeführten Sonderspezifikationen auf der Basis des durch die Partner erstellten Pflichtenheftes. Diese wurden vollständig umgesetzt und das Funktionsmuster ausgeliefert. Das durch den Auftragsnehmer Westyachting umgesetzte Funktionsmuster erfüllt folgende Anforderungen:

- bauliche Passfähigkeit und spezifische Rumpfverstärkungen in Bezug auf die benötigte Bauraum-Anforderung für die Integration der Antriebs-, Versorgungs- und Sicherheitssysteme (Betriebsraum, Backskisten, Stauraum, Höhe Niedergang und Schott)
- modern ausgelegte Schiffsschraube mit Übertragungssystem
- zwei Steuerräder für erhöhte Sicherheit beim Handling
- Rigg und Segel für Umsetzung einer Segelfähigkeit für die Betrieb des Antriebssystems unter Krängung
- 200 Ltr Wassertank für die Integration eines Ammoniak-Membrankontaktors
- direkt gekoppelte Schiffsschraube im Wasser
- 12 V elektrische Anlage
- Realisierung einer Schwimmfähigkeit und schiffseitige Betriebsbereitschaft unter Berücksichtigung fehlender Standardkomponenten (Möbeleinbauten, Kraftstoff-Tankanlage, Abgasanlage, Maschinenanlage sowie spezifische Anpassung von Borddurchbrüchen, etc)
- CE - Zertifikat Kat. A - 4 (XB1000, XE1000) / B - 8 / C - 10 / D – 12, Eignerhandbuch und EC – Typenprüfzertifikat

Die Auslieferung erfolgte am Standort Marina Yachtzentrum Greifswald.

1.2 Arbeitspaket CF07_1.8.1 „Entwicklung des Funktionsmusters Sportyacht“, UAP CF07_1.8.1.2 „Entwicklung eines Konzeptes für dessen Betrieb und Nutzung als Reallabor für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten“

Für die Ableitung von zukünftigen Nutzungsszenarien wurden gemeinsam mit den Verbundpartnern und weiteren Akteuren im Sport- und Freizeitboote mögliche Einsatzgebiete von Ammoniak-betriebenen Yachten eruiert. So präsentierte das INP gemeinsam mit dem Partner HanseYachts AG das neue Antriebskonzept im Rahmen der 14. Trilateralen Wattenmeerkonferenz am 28.11.2022 in Wilhelmshaven,

auf dem Side Event für das Projekt WATTfossilfrei des Mellumrat e.V.. Aus den Ergebnissen der Konferenz wurden erste Entwicklungsschwerpunkte für den Forschungs- und Entwicklungsprozess im Themenfeld Sport- und Freizeitboote abgeleitet:

- Vor- und Nachteile von Ammoniak-betriebenen Freizeitbooten im Vergleich zu Batterie-betriebenen Booten
- Eruiierung des nachhaltigen „Life-Style-Bootes“, Marktchancen für einen „Grünen Cruiser“ vs traditionelles Speedboot
- Eruiierung von Anforderungen an das Schiffsdesign
- Handling von Ammoniak-Kartuschen im öffentlichen Bereich
- Handling von Ammoniak-Kartuschen durch Privatpersonen ohne professionelle Ausbildung
- Einsatz von Ammoniak als Kraftstoff in geschützten naturnahen Lebensräumen wie dem Wattenmeer
- Identifizierung von Stakeholdern aus Naturschutz- und Umweltvereinigungen für die Zusammenarbeit mit dem CAMPFIRE Open Innovation Lab

In 2023 wurden weitere Nutzungsszenarien abgeleitet. Auf der Basis der Ergebnisse aus den Projektarbeiten der Verbundpartner und des INP wurden folgende, zukünftig mit Hilfe des Funktionsmusters zu untersuchenden wichtige Forschungsschwerpunkte eruiert:

- Entwicklung von schiffstauglichen Sicherheitseinrichtungen für die Nutzung von Ammoniak- und Wasserstoff an Bord von Freizeit- und Sportbooten. Hier besteht ein besonderer Bedarf in der Untersuchung von Funktionstüchtigkeit der Sicherheitseinrichtungen wie dem Ammoniak-Membrankontaktor, katalytischen oder kohlebasierten Adsorbern im dynamischen Betrieb
- Entwicklung von schiffstauglichen Versorgungssystemen für die Betankung mit flüssigem Ammoniak. Auch hier liegt ein wichtiger Fokus zukünftiger F&E Arbeiten im Bereich des dynamischen Betriebs von Ammoniak-Verdampfern an Bord
- Untersuchung der Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer aller Subsysteme an Bord im Fahrbetrieb (Kopplung mit Schiffsschraube, Start und Stop, Lastprofile auf See, Krängung), wobei ein Fokus beispielsweise auf der Motor-Versorgung mit Kraftstoff, der Funktionsweise des Verdampfers, der Stabilität des Cracker-Katalysators und der Wärmeübertragung liegt
- Untersuchung der dynamischen Kopplung zwischen Cracker und Motor im Fahrbetrieb (Kopplung mit Schiffsschraube, Start und Stop, Lastprofile auf See, Krängung)
- Weiterentwicklung des Brennverfahrens zur Reduktion des Ammoniak -Austrittes im Abgasstrom während der Startphase des Crackers im Fahrbetrieb
- Entwicklung eines miniaturisierten Cracker-Motor-SOFC-Antriebs mit angepassten Sicherheitstanksystem und Membran-Kontaktoren für den Einsatz auf Personenfähren, Crew-Vesseln und Behördenbooten
- Entwicklung eines nachhaltigen optimierten Leichtbau-Schiffsdesign für den Ammoniak-Cracker-Motor-SOFC Antrieb sowie kostengünstiger Fertigungsprozesse zur zukünftigen Umsetzung des „AmmoCruiser“ in der Region Nord-Ost

Aus den Projektergebnissen wurde eine Roadmap für die weitere Technologieentwicklung und Optimierung der Subsysteme an Bord abgeleitet. Einige Forschungsschwerpunkte mit Fokus auf den nachfolgenden Technologietransfer wurden durch die Partner in den beantragten Vorhaben CF07_2 AmmoCruiser Miniaturisierter Antrieb und CF07_3 Betriebsoptimierung Sportyacht gesetzt.

1.3 Arbeitspaket CF07_1.8.2 „Ermittlung von Betriebsparametern der Energieversorgung für die Operation mit Ammoniak, Transfermaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit“

Die Arbeiten des INP im AP CF07_1.8.2 fokussierten zunächst auf die Vorbereitung der Beschaffungen von im Zeitraum 2021-2022 erarbeiten Komponenten für die Integration in die Sport Yacht. Gemeinsam mit den Partnern wurden die erforderlichen Stücklisten erarbeitet und Marktrecherchen für die Beschaffungen durchgeführt.

Nach dem ersten Design-Freeze für das P&ID der Yacht im Dezember 2022, wurde ersichtlich, dass weitere Beschaffungen durchgeführt werden müssen, um das Projektziel zu erreichen. Diese wurde in enger Zusammenarbeit mit den Partnern recherchiert und Marktrecherchen zur Abschätzung der Kosten durchgeführt:

Integration

Aufträge an Dritte

Integration und Inbetriebnahme
Halle+ Monteure
Skipper
Sommer-/Winterliegeplatz
Transportkosten
Segeltraining Mannschaft

Persönliche Schutzausrüstung

Verbrauch

Atenschutz inkl. Filter
Schutzbrille
Schutzanzüge
Selbstschutztasche
Erste Hilfe Kasten
Tragbare Körperdusche
Sicherheitsschuhe
Sicherheitshandschuhe

Yachtausstattung

Verbrauch

Saildrive
Fahrhebel
Luftkreuz - Strömungswächter
Abbruchsensor Strömungswächter
Kupplung
Lademanagement der Batterien
Abgasanlage
Batterien 2x 12V 165 A
Seewasserpumpe

Betriebskosten

Verbrauch

Kraftstoff Benzin
Kraftstoff Ammoniak

Yachtzubehör

Verbrauch

Schwimmwesten
Feuerlöscher
Rettungsringe
Rettungsinsel
Kartenmaterial
Lagerbock
Persenning
Bootshaken + Halter

Tanksystem

Verbrauch

Absperrarmaturen
Rückschlagventile
Fuel Cut Ventile
Messdruckdosen
Rohrleitungen
Verschraubungen
Schnellkupplungen
NH3-Flaschen
Druckminderer

In 2023 erfolgte die weitere Beschaffung von Komponenten für die Inbetriebnahme, die Arbeiten zur Integrierung der Komponenten, die Umsetzung eines fahrtüchtigen Funktionsmusters und die Operation des Energieversorgungssystems mit Ammoniak. Nach einer ersten Anpassung des Finanzplanes in 2022 und Bewilligung eines Antrages des INP auf Aufstockung um eine Summe von 68.579 € für die Anschaffung des speziell an die Anforderungen des Funktionsmusters angepassten Bootes wurde im April 2023 durch die Verbundpartner eine weitere Aufstockung für die erfolgreiche Durchführung des Vorhabens beantragt und durch das PtJ im Oktober 2023 bewilligt. Das INP erhielt in diesem Rahmen die Bewilligung für eine weitere Aufstockung über eine Summe von insgesamt 82.450 € für zusätzlich anfallenden Arbeiten, Verbrauch und Invest. Im Berichtszeitraum wurden durch das INP die zusätzlich beantragten Komponenten beschafft und an Bord integriert, Abb. 2.



Abb. 2 Funktionsmuster Ammonia Sherpa mit integrierten Subkomponenten und angepassten ingenieurtechnischen Lösungen an Bord für den sicheren Betrieb

Bei der Durchführung der Integrationsarbeiten erarbeitete das INP zudem spezifische ingenieurstechnische Lösungen für die sichere Halterung der Ammoniak-Tankflaschen in den Backskisten sowie das sichere Handling während des Flaschenwechsels auf der Basis eines neuartigen Sicherheitsgurtsystems. In Zusammenarbeit mit dem CAMPFIRE Partner Cziotec wurde ein innovativer Motorlift mit Halterung für den sicheren Betrieb des Schiffes mit einem für das erhöhte Gewicht der Sportyacht geeigneten Hilfsmotor im Havariefall und setzte diese um.

Zudem wurden im Ergebnis der Sicherheitsbetrachtungen und der identifizierten komplexen Anforderungen durch das INP zusätzliche Unteraufträge zur Einbindung externe Expertisen und Kapazitäten für die Planung und Umsetzung von Verrohrung und Verkabelung der Subsysteme sowieso für die Weiterentwicklung des Sicherheitskonzeptes vorbereitet und durchgeführt. Ein weiterer Unterauftrag für die Erarbeitung von möglichen labor- und schiffseitigen Havarieszenarien sowie Ausarbeitung und Umsetzung von Trainingskonzepten für das Laborteam wurde ebenfalls im Berichtszeitraum im Dezember durch das INP für die Umsetzung im Januar vorbereitet. Zudem wurde durch das INP im Rahmen der In-Betriebnahme auf der Basis der durch die Partner erstellten Dokumentationen für die Subsysteme eine Gefährdungsbeurteilung, die Betriebsanweisung sowie das Ex-Schutzdokument für das Gesamtsystem an Bord des Funktionsmusters erarbeitet und mit den Auftragsnehmern TÜV Nord und Dräger sowie der LAGuS MV abgestimmt, Abb. 3. Im Ergebnis dieser Arbeiten wurde ersichtlich, dass insbesondere für das INP-seitig umgesetzte Ammoniak-

Versorgungssystem und dessen Integration in das Gesamt-Energiesystem der Yacht eine neue HAZOP durchgeführt werden muss. Zum einen war das Flüssig-Ammoniak-Versorgungssystem zum Zeitpunkt der durch den Partner ISC im Projektjahr 2022 durchgeführte HAZOP noch nicht als Komponente des Gesamtsystems geplant. Zum anderen sind im Laufe der Umsetzung des Sicherheitssystems auf der Basis eines Belüftungssystems für den Betriebsraum, Gaswarnanlage mit automatischem Notaus und Sensoren für Ammoniak, Wasserstoff und brennbare Gase (Propan) im Vergleich zum Stand 2022 zusätzliche Fragestellungen aufgetreten, die eine erneute Gesamtbetrachtung des Abluftsystems mit Sensorik durch eine externe und ausreichend qualifizierte Expertise im Rahmen einer HAZOP erforderlich machen. Diese HAZOP wird gegenwärtig durch das INP im Zusammenhang mit der Integration des Flüssig-Ammoniak-Versorgungssystems im Versuchsstand vorbereitet.

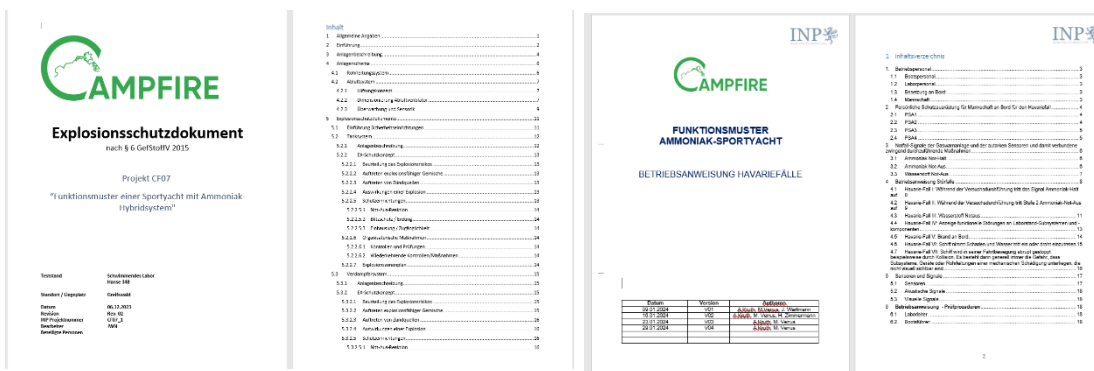


Abb. 3 Durch das INP erstellte Entwürfe des Ex-Schutzdokumentes für das Gesamtsystem an Bord des Funktionsmusters sowie der Betriebsanweisung für definierte Havariefälle

Eine Inbetriebnahme des Antriebssystems erfolgte im Berichtszeitraum auf Grund der noch ausstehenden Wiederholung und Weiterentwicklung der sicherheitstechnischen Betrachtung ausschließlich landseitig. Dabei wirkte das INP von April bis September 2023 bei der landseitigen Inbetriebnahme des hybridisierten Cracker-Motor-Systems mit Inbetriebnahme der übergreifenden Steuer- und Regelung am FVTR-Versuchsstand in Rostock mit. Das INP fokussierte sich bei der gemeinsamen landseitigen Inbetriebnahme durch die Partner FVTR, ZBT, autosoft und INP auf die Erprobung eines Adsorber-Systems zur Beseitigung von NH₃-Anteilen aus dem Cracker-Abgas während der Kaltstart-Phase des Ammoniak-Wasserstoff-Motors. Hierbei wurden in enger Zusammenarbeit mit dem regionalen Unternehmen Adfis verschiedene, zum Teil auch regional erzeugte Aktivkohle-Produkte hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für die Ammoniak-Adsorption bei Integration in einen Adsorber im Cracker-Motor-Hybridsystem. Zudem wurden strukturelle Eigenschaften des Materials untersucht und Rückschlüsse auf die zukünftige Optimierung für verbesserte Lebensdauer des Adsorbers unter Operationsbedingungen eruiert. Adfis konnte in diesem Zusammenhang als neuer Partner für eine weitere zukünftige Zusammenarbeit auf diesem Gebiet gewonnen werden.

Im Anschluss führte das INP in Zusammenarbeit mit dem Partner ZBT eine Recherche zu weiteren möglichen Sicherheitseinrichtungen für den Einsatz an Bord von kleinen Schiffen durch. Ziel war dabei die Identifizierung eines kompakten aber effizienten und nachhaltigen Systems für die Abgasreinigung während der Startphase des Ammoniak-Wasserstoff-Motors. Im Ergebnis wurde der Ammoniak-Membrankontaktor als die am besten geeignete Sicherheitseinrichtung identifiziert und in den Fokus zukünftiger Forschungsschwerpunkte in der Weiterführung der Produktlinie CF07 im Rahmen der beantragten Vorhaben CF07_2 AmmoCruiser und CF07_3 Betriebsoptimierung gesetzt.

Das INP führte zudem einen intensiven Austausch mit den zuständigen MV Behörden zur Eruiierung der Genehmigungsfähigkeit des Ammoniak-betriebenen Funktionsmusters durch. Dabei wurde das

Funktionsmuster von den Behörden Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ostsee und der STALU für die Genehmigungsfähigkeit auf der Basis folgender Spezifikationen bewertet:

- Ammoniak-Versorgungssystem, 3 handelsübliche Tankflaschen á 80 Liter, á 40 kg NH₃. Die Flaschen sind mit Tauchrohr für die Flüssigentnahme von NH₃ ausgestattet. Die mögliche Betriebszeit der Yacht ist 8 Stunden.
- Ammoniak-Verdampfer zur Überführung des flüssigen NH₃ aus den Tankflaschen in gasförmigen NH₃.
- Ammoniak-Cracker zur Überführung von gasförmigen NH₃ aus dem Versorgungssystem in Wasserstoff (H₂). H₂ wird auf der Yacht nicht zwischengespeichert, sondern direkt weiterverwendet.
- Deutz-Forschungsmotor für den Betrieb mit Gasmischung aus 75% NH₃ und 25% H₂ für den Antrieb der Yacht.
- Hochtemperatur-Brennstoffzelle für den Betrieb mit NH₃ für die Bordstromversorgung
- Zwei Batterieaggregate
- Steuer- und Regelung für das Gesamtsysteme
- 25 kW Außenbord-Motor mit Diesel-Versorgung
- übliche schiffseitige Sicherheitseinrichtungen

Die Eruiierung der Genehmigungsfähigkeit für das Funktionsmusters Sportyacht wurde für den Betrieb im Greifswald Bodden vom Ausgangs- und Endpunkt Marina Yachtzentrum Salinenstrasse 22, 17489 Greifswald durchgeführt, wobei die Fahrtroute entlang des Rycks und der Tonnenroute verläuft. Der Versuchsbetrieb erfolgt bis maximaler Windstärke 3 über eine maximale Fahrzeit von 8 Stunden, Abb. 4.



Abb. 4 Fahrtroute des CAMPFIRE Funktionsmuster „Ammonia Sherpa“ für den Versuchsbetrieb

Als spezifische Gefährdungen an Bord des Funktionsmusters wurden gemeinsam mit den Behörden folgende Aspekte betrachtet:

- Tanksystem für ein Volumen von insgesamt 120 kg Ammoniak
- Handhabung von 40 kg NH₃-Flaschen beim Flaschenwechsel
- Wasserstofferzeugung an Bord ohne Zwischenspeicherung.
- Ammoniak- und Wasserstoffgemische bei hohen Temperaturen in Cracker-, Motor- und

- Brennstoffzellenmodulen
- wässrige Lösung von Ammoniak im Ammoniak-Wäscher und Auffangbehälter
Anmerkung: Nachhaltige Entsorgung über Neutralisation im Zerstäuber (bei YARA)
 - drei Abgassysteme (Cracker, Motor, Brennstoffzelle) mit hauptsächlich Emissionen von Stickstoff und NOx Abgase, allerdings auch NH3 in der Startphase des Motors
Anmerkung: Hier wäre ein Austritt über den Nassauspuff zwar genehmigungsfähig, diese Lösung wird aber durch die CAMPFIRE Partner nicht angestrebt, da das Funktionsmuster als umweltfreundliches und damit emissionsfreies Labor betrieben werden soll. Aus diesem Grund wurden Adsorber- und Kontaktorsysteme im Projekt durch das INP betrachtet.
 - veränderte Gewichtsverteilung für die Yacht auf Grund der Spezialanfertigung und Integration von Antriebskomponenten
Anmerkung: eine Stabilitätsmessung und -berechnung wurde nach Abschluss aller Integrationsarbeiten im Januar 2024 durch einen externen Auftragsnehmer durchgeführt und die Stabilität des Funktionsmuster als ausreichend für den Fahrbetrieb eingeschätzt.

Als spezifische Sicherheitseinrichtungen an Bord wurden in diesem Zusammenhang erarbeitet:

Persönliche Schutzausrüstung:

- Schutzbrille
- Schutzanzüge
- Sicherheitsschuhe
- Sicherheitshandschuhe
- Atemschutz inkl. Filter
- tragbarer Sensoren (Schnüffler) für NH3 und H2
- tragbare Körperdusche

Sicherheit an Bord:

- Ersatzmotor
- Sensorik - Tanksystem
- zusätzliche Sensorik übergreifend
- Sicherheitssensorik (PEX, Regard, Pilot inkl. Ammoniak-, Wasserstoff-, Propan-, Stickstoff-, Luftströmungssensoren)
- Magnetventil Fuel-Cut
- Luftkreuz - Strömungswächter
- Abbruchsensor Strömungswächter
- Abgasanlage (Nassauspuff FVTR/ZBT) Eigenbau
- Auffangbehälter (H2O/NH3)
- erste Hilfe Kasten mit Glucocorticoid
- Beiboot
- Feuerlöscher
- Selbstschutztasche

Die Besetzung des Bootspersonals muss zudem zwingend durch drei Personen erfolgen. Davon ist mindestens ein Bootsführer, mindestens ein Laborleiter oder Laborbeauftragter und mindestens ein Labormitarbeiter festzulegen. Als Bootsführer muss ein erfahrener Skipper (Bootsführerschein See, mindestens 10 Jahre Erfahrung in der Bootsführung) eingesetzt werden.

Zudem wurde ein Konzept für den Betrieb und die Nutzung für F&E Arbeiten entwickelt und Nutzungsszenarien abgeleitet. Auf der Basis der Ergebnisse aus den Projektarbeiten der Verbundpartner und des INP wurden folgende, zukünftig mit Hilfe des Funktionsmusters zu untersuchenden wichtige Forschungsschwerpunkte eruiert:

- Entwicklung von schiffstauglichen Sicherheitseinrichtungen für die Nutzung von Ammoniak- und Wasserstoff an Bord von Freizeit- und Sportbooten. Hier besteht ein besonderer Bedarf in der Untersuchung von Funktionstüchtigkeit der Sicherheitseinrichtungen wie dem Ammoniak-Membrankontaktor, katalytischen oder kohlebasierten Adsorbern im dynamischen Betrieb.
- Entwicklung von schiffstauglichen Versorgungssystemen für die Betankung mit flüssigem Ammoniak. Auch hier liegt ein wichtiger Fokus zukünftiger F&E Arbeiten im Bereich des dynamischen Betriebs von Ammoniak-Verdampfern an Bord.
- Untersuchung der Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer aller Subsysteme an Bord im Fahrbetrieb (Kopplung mit Schiffsschraube, Start und Stop, Lastprofile auf See, Krängung), wobei ein Fokus beispielsweise auf der Motor-Versorgung mit Kraftstoff, der Funktionsweise des Verdampfers, der Stabilität des Cracker-Katalysators und der Wärmeübertragung liegt
- Untersuchung der dynamischen Kopplung zwischen Cracker und Motor im Fahrbetrieb (Kopplung mit Schiffsschraube, Start und Stop, Lastprofile auf See, Krängung)
- Weiterentwicklung des Brennverfahrens zur Reduktion des Ammoniak -Austrittes im Abgasstrom während der Startphase des Crackers im Fahrbetrieb
- Entwicklung eines miniaturisierten Cracker-Motor-SOFC-Antriebs mit angepassten Sicherheitstanksystem und Membran-Kontaktoren für den Einsatz auf Personenfähren, Crew-Vesseln und Behördenbooten
- Entwicklung eines nachhaltigen optimierten Leichtbau-Schiffsdesign für den Ammoniak-Cracker-Motor-SOFC Antrieb sowie kostengünstiger Fertigungsprozesse zur zukünftigen Umsetzung eines Geschäftsmodelles „AmmoCruiser“ in der Region Nord-Ost

Aus den Projektergebnissen wurde eine Roadmap für die weitere Technologieentwicklung und Optimierung der Subsysteme an Bord abgeleitet. Einige Forschungsschwerpunkte mit Fokus auf den nachfolgenden Technologietransfer wurden durch die Partner in den beantragten Vorhaben CF07_2 AmmoCruiser Miniaturisierter Antrieb und CF07_3 Betriebsoptimierung Sportyacht gesetzt.

Zudem wurde das Konzept für die Nutzung der Yacht im Rahmen der Akzeptanzarbeit und Öffentlichkeitsarbeit weiterentwickelt. Das Funktionsmuster soll zur Erhöhung der Akzeptanz für grünen Ammoniak als neuen Kraftstoff und Energieträger bei der Bevölkerung beitragen und das Bündnis insgesamt von der Öffentlichkeitsarbeit profitieren. Durch die Akzeptanz für grünen Ammoniak als Kraftstoff und Erweiterung des Vertrauens in die Technologien sollen zukünftig neue Projektpartner für die Weiterentwicklung von dynamischen Wandlungsketten für grünen Ammoniak auf der Basis von Cracker-Motoren-SOFC-Hybridssystemen gewonnen werden. Des Weiteren können durch eine verbesserte Bevölkerungsakzeptanz für Ammoniak zukünftige Verwertungsketten für die Technologien für den Wandel in der Region schneller aufgebaut werden. Durch die Öffentlichkeitsarbeit soll außerdem Interesse bei neuen Entwicklungspartnern und potentiellen Kunden für die neue Technologie geweckt werden. Wichtige zentrale Veranstaltungen in der Region Nord-Ost sowie Deutschland und Europaweit wurden dabei für den nachfolgenden Umsetzungszeitraum 2024-2025 identifiziert, beispielsweise die Hanse Sail (Juli 2024 und 2025), die Rostocker Großmotoren- und Schiffsmotorentagungen (September 2024 und 2025), das CAMPFIRE Symposium (September 2024 und 2025), Branchentage MV in 2024 und 2025, Hannover Messe 2025 und METS Tradeshows in 2024 und 2025.

Eine Präsentation des Funktionsmuster mit integrierten Antriebskomponenten im Berichtszeitraum

erfolgte am 20.12.2024 in Greifswald anlässlich des Besuches des Koordinators der Bundesregierung für Maritime Wirtschaft Dieter Janecek. Die CAMPFIRE Partner INP, ZBT, Sunfire Fuel Cells, FVTR, WIS marine, Energieanlagenbau Greifswald und Hanseyachts präsentierten nach einer Begrüßung des Koordinators durch den Hanseyachts Vorstand die CAMPIRE Aktivitäten und die durch die regionalen Unternehmenspartner entwickelten Technologien: Direkt Ammonia Hochtemperatur-Brennstoffzelle (Sunfire Fuel Cells), Ammoniak-Cracker (GRAP), Ammoniak-Wasserstoff-Motor (FVTR), Steuer- und Regelsysteme (Autosoft) und Leichtbau und Schiffsdesign (WIS marine und Hanseyachts). Neben der Präsentation des Funktionsmusters in zahlreichen Vorträgen der CAMPFIRE Bündnisleitung erfolgte im Berichtszeitraum zudem eine Veröffentlichung des Projektes durch die Hanseyachts auf pressMare.

Eine weitere Präsentation des Funktionsmusters erfolgte im Rahmen der vom Landkreis Vorpommern-Greifswald mit dem Informations- und Beratungsnetzwerk der POMERANIA im Juni 2024 durchgeführten Unternehmerreise zum Thema Erneuerbare Energien für Gäste aus den Landkreisen Wałcz und Szczecinek für die stärker Vernetzung von deutschen und polnischen Unternehmen. Das Funktionsmuster wird als weltweit erstmals an Bord eines Schiffes umgesetztes Ammoniak-Cracker-Motor-Brennstoffzellen-Hybridssystem ebenfalls eine zentrale Rolle auf dem 8. Rostock Large Engine Symposium <https://rgmt.de/> im September 2024 mit zahlreicher internationaler Teilnahme aus der Industrie einnehmen.

2. Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die bewilligten Mittel wurden vollumfänglich genutzt. Neben Personalmitteln wurden Mittel für eine Reihe von Unteraufträge, Investitionen, Verbrauch und Reisemittel eingesetzt.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Zielstellung des Bündnisses CAMPFIRE ist die dezentrale Erzeugung und Umsetzung von Ammoniak aus erneuerbaren Energien und dessen Verwertung als innovativer Energieträger für eine emissionsfreie maritime Mobilität. Die Arbeiten im Teilvorhaben CF07.8 sind für das Erreichen der im CAMPFIRE angestrebten Zielstellungen sowie die Umsetzung der CAMPFIRE-Vision notwendig. Die dafür erforderlichen personellen und wirtschaftlichen Ressourcen können nicht durch das INP abgedeckt und auch nicht von den zumeist klein- und mittelständigen Unternehmen im CAMPFIRE-Bündnis erbracht werden. Zudem spielen rasche Realisierungszeiträume mit umfassenden parallelen Umsetzungsszenarien eine wichtige Rolle. Da insbesondere die Arbeits- und Entwicklungsschwerpunkte für die Umsetzungsphase im vorwettbewerblichen Bereich liegen, ist die erste Umsetzung mit einem hohen wirtschaftlichen Risiko verbunden, so dass eine finanzielle Zuwendung die grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung ist.

4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung der Ergebnisse auf dem Gebiet des Vorhabens

Die für den Marktlauf von Ammoniak-betriebenen Schiffen erforderlichen Technologien sind am Start und weltweit positionieren sich führende Unternehmen als First Movers für den Aufbau von Lieferketten auf der Basis von Ammoniak. Wie alle Wasserstofftechnologien stellt Ammoniak trotz seiner bereits

etablierten globalen Nutzung in der chemischen Industrie einen disruptiven Pfad für die Energiewirtschaft dar. Markteintrittsbarrieren sind u.a. auf Grund einer niedrigen Akzeptanz bei Kunden und Bevölkerung gegeben, es gilt aber für eine zügige Energiewende, den Ammoniak-Pfad in enger Wechselwirkung mit der Gesellschaft in mehreren Sektoren parallel und vernetzt aufzubauen, diesen auch in derzeitig bereits bestehende Geschäftsmodelle zu integrieren und dynamisch weiterzuentwickeln. Zudem ist die Schaffung von Blaupausen für technologische Umsetzung und die Erarbeitung und Umsetzung von Sicherheitskonzepten unter frühzeitiger Einbindung von Öffentlichkeit, Kunden, Entscheidungsträgern und Genehmigungsbehörden von zentraler Bedeutung.

Auf der Basis der Projektergebnisse wurde erstmalig ein Ammoniak-betriebenes Hybridsystem auf der Basis eines Crackers und Motors sowie einer SOFC mit zugehörigen Tank- und Versorgungssystem, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Sicherheitsinfrastruktur an Bord eines schiffseitigen Versuchsträgers umgesetzt. Neben den wertvollen Erfahrungen, die durch die Verbundpartner zu den Antriebskomponenten erarbeitet wurden, wurden wichtige neue Kenntnisse im Bereich der Versorgung von Flüssig-Ammoniak-versorgten Systemen durch einen Verdampfer sowie die Entsorgung von Abgasen mittels eines Membrankontaktors – dem zukünftigen seeseitigen Ammonia Release Mitigation System gewonnen. Diese können im Anschluss an das Vorhaben direkt in nachfolgende Arbeiten zur Untersuchung der Fahrtfähigkeit des neuen Energieversorgungssystem unter Operationsbedingungen einfließen und im nächsten Schritt in die Entwicklungsarbeit zu einem neuartigen miniturisierten Ammoniak-Antrieb für die Ausrüstung von Leichtbau-Personenfähren, Crew Vessels und Sport- und Freizeitbooten einfließen. Direkt nach Projektende werden durch die CAMPFIRE AG auf der Basis der Ergebnisse Konzepte für eine Teilhabe der Bevölkerung, aber auch politischer Stakeholder und Entscheidungsträger implementiert. Innerhalb von 5 Jahren nach Projektende entstehen regionale Wertschöpfungsketten für Ammoniak-betriebene Personenfähren, Crew Vessels, Behördenschiffe sowie Sport- und Freizeitschiffe.

Das INP wird auf der Basis der Ergebnisse des Projektes wissenschaftliche Veröffentlichungen und Präsentationen auf internationalen Konferenzen durchführen. Durch die geschaffene wissenschaftliche Basis kann das INP das neue Know-How auch in weitere Forschungsaktivitäten im Themenfeld Ammoniak, und Wasserstoff und in diesen Themenfeld weitere Fördermittelanträge zu stellen.

5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es sind zahlreiche Aktivitäten im Bereich Grüner Ammoniak im Projektverlauf zu verzeichnen. So hat sich Ammoniak in den letzten Jahren auf globaler Skala zum Gamechanger der Energiewende und eine der wichtigsten Schlüsseltechnologien im Markthochlauf von Wasserstoff entwickelt. In einer kürzlich von Lloyd's List und Lloyd's Register (LR) durchgeführten Umfrage unter Interessenvertretern der Schifffahrtsbranche wurde Ammoniak als einer der drei wichtigsten Kraftstoffe mit Potenzial für eine kohlenstofffreie Schifffahrt bis 2050 genannt. Große Cracker werden derzeit in einer Reihe von europäischen Häfen wie Rotterdam, Wilhelmshaven, Hamburg, Antwerpen und Rostock eingesetzt.

Landgebundene Schwerlastfahrzeuge wie Transportfahrzeuge und Arbeitsmaschinen mit Ammoniak-ICEs werden derzeit weltweit entwickelt, beispielsweise in Kanada und Japan. Grünes Ammoniak als kohlenstoffreicher Energieträger kann in viele Anwendungen in unserem Energiesystem integriert werden. Dies wurde für unterschiedlich strukturierte Volkswirtschaften wie die USA, Japan, Katar, Südkorea,

Deutschland und Australien untersucht. Ammoniak wird daher ein wichtiger Akteur in der globalen Wasserstoffwirtschaft werden und eine immer wichtigere Rolle spielen.

Deutschlandweit werden einzelne Glieder der Wertschöpfungskette im Rahmen von weiteren Forschungs- und Entwicklungsprojekten bearbeitet. Im Forschungsverbund „AmmoRef“ im TransHyDE Leitvorhaben des BMBF werden Katalysatoren für stationäre großskalige Ammoniak-Cracker entwickelt. Das BMWi-geförderte AmmoniaMOT-Verbundvorhaben zielt darauf ab, die notwendigen Schritte zur Herstellung eines Dual-Fuel-Motors für mittlere Drehzahlen zu definieren, der mit Dieselmotoren und Ammoniak betrieben werden kann. Mit den Partnern dieser Verbünde besteht in CAMPFIRE eine enge Zusammenarbeit im Bereich der Ammoniak-Cracker-Entwicklung. Dabei besteht eine hohe Komplementarität der Expertisen. Durch die Vernetzung mit der wissenschaftlichen Exzellenz der Partner der „AmmoRef“- und AmmoniaMOT-Projekte bietet sich für CAMPFIRE die Möglichkeit, die Aktivitäten in der Produktkategorie „Emissionsfreie Maritime Antriebe“ verstärkt voranzutreiben. Ein mit CAMPFIRE vergleichbares Innovationsfeld existiert deutschland- und europaweit nicht.

Im April 2023 gab der CAMPFIRE Partner YARA seine Absicht bekannt, VNG mit Ammoniak zu beliefern und Tanklager-Kapazitäten auszubauen. In dem Zusammenhang wurde die Planung eines Crackers im Rostocker Hafen bekanntgegeben. Innerhalb der Projektlaufzeit wurden zudem neue Green Ammonia Aktivitäten im Ostseeraum bekanntgegeben, beispielsweise in Nord-Schweden (Green Wolverine), auf Bornholm (Port of Ronne) und Finland (Green North Energy).

6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Teilprojektes des INP und des Verbundvorhabens CF07 wurden auf einer Reihe von Veranstaltungen vorgestellt, beispielsweise:

- Vortrag A. Kruth, Fachpräsentation RoundTable Blauer Ammoniak MV, 2021
- Artikel A. Kruth, J. Wartmann, Baltic Rim Economies, „Green Ammonia Technologies for Zero Emission Shipping“, 12/2021
- MDR-Filmdreh Transport per Segelschiff
- Vortrag und Podiumsdiskussion J. Wartmann, M. Jösch und A. Kruth, 14. Trilateralen Wattenmeerkonferenz, Side Event WATTfossilfrei des Mellumrat e.V.. in Wilhelmshaven am 28.11.2022
- Infostand A. Kruth, J. Wartmann, CAMPFIRE Amphitheater, Lange Nacht des Wissens, Rostock, Mai 2023 und April 2024
- A. Kruth, J. Wartmann, M. Boltze, M. Jösch, R. Behm, G. Flemming, M. Hallmann, Präsentation Funktionsmuster, Besuch des Koordinators der Bundesregierung für Maritime Wirtschaft Dieter Janecek, 20.12.2024 in Greifswald.
- R. Titze, U. Haeder, A. Kruth, Präsentation Funktionsmuster, Unternehmerreise zum Thema Erneuerbare Energien für Gäste aus den Landkreisen Wałecz und Szczecinek, Landkreis Vorpommern-Greifswald und Informations- und Beratungsnetzwerk der POMERANIA, Juni 2024.
- geplant: Präsentation Funktionsmuster auf der 8. Rostock Large Engine Symposium, September 2024.
- geplant: Präsentation Funktionsmuster auf dem CAMPFIRE Symposium, Berlin, Dezember 2024.