

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen

- Forum für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik -

Am **14.3.2024** von **11:00** bis ca. **17:30 Uhr** im **Seminarhaus Norderstedt**
(Ulzburger Str. 201 / Ecke Buchenweg, 22850 Norderstedt)

Agenda:

ab 10:30 Uhr *Einlass*

Block 1: Einführende Worte und erste Pitches zur Wasserstoffbereitstellung

- 11:00 Uhr *Begrüßung & Agenda*
- 11:10 Uhr *Politisches Grußwort aus Schleswig-Holstein*
Dr. Markus Hirschfeld (Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein)
- 11:20 Uhr *Politisches Grußwort aus Hamburg*
Miriam von Woedtke (Behörde für Wirtschaft und Innovation, Freie und Hansestadt Hamburg)
- 11:30 Uhr *Emissionsfreie Schifffahrt durch H2-Potentiale und Herausforderungen*
Prof. Dr. Sören Ehlers (DLR Institut für Maritime Energiesysteme)
- 11:45 Uhr *Wasserstoff für die Schifffahrt: Politische Rahmenbedingungen, Pilotprojekte und Potenziale*
Dr. Christopher Stanik (NOW GmbH)
- 12:00 Uhr *Wasserstoff und E-Fuels Ahoi - Gelingt so der Klimaschutz in der Schifffahrt?*
Dr. Ulf Neuling (Agora Verkehrswende)
- 12:15 Uhr *Grüne Wasserstoff-Erzeugung im Hamburger Hafen*
Marleen Marks (HAzwei GmbH)
- 12:30 Uhr *Offshore-Wasserstoff Parks für den Wasserstoffimport*
Jens Cruse (CRUSE Offshore GmbH)
- 12:45 Uhr *Grüner Wasserstoff aus Offshore-Wind - Das Projekt AquaVentus*
Robert Seehawer (AquaVentus Förderverein)
- 13:00 Uhr *Mittagspause*

Block 2: Pitches zur Hafeninfrastruktur & Wasserstoffversorgung für die Schifffahrt

- 13:45 Uhr *Infrastruktur, H2-Transport und H2-Bereitstellung im Hamburger Hafen*
Karin Debacher (HHLA)
- 14:00 Uhr *Aktuelle H2- und PtX-Aktivitäten des ISL*
Nils Meyer-Larsen (ISL Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik)

- 14:15 Uhr *Emissionsfreier Hafen*
Maximilian Simon-Schultz (DLR Institut für Maritime Energiesysteme)
- 14:30 Uhr *Wir bringen Erneuerbare Energien zur maritimen Anwendung*
Dr. Karsten Pankratz (CAPTN Energy)
- 14:45 Uhr *Wasserstoff-Versorgung für die Maritime Logistik*
Patrick Zimmerman (Fraunhofer CML)
- 15:00 Uhr *Wasserstoff-Tankstelle für die Schifffahrt*
Benjamin Weinacht (CMB)
- 15:15 Uhr *Modulare Zero-Emission Lösung mit grüner Wasserstoff-Produktion in Cuxhaven*
Robin Kleinschmidt (Ingenion GmbH)
- 15:30 Uhr *Kaffeepause*

Block 3: Pitches zu Wasserstoffanwendungen in der Schifffahrt

- 16:00 Uhr *Benutzung von LOHC für den Schiffsantrieb*
Thorsten Halbreder (Hydrogenious LOHC Maritime)
- 16:15 Uhr *Großmotorenforschung am Anwendungszentrum Wasserstoff*
Jan Tschirner (Fraunhofer IGP)
- 16:30 Uhr *Neubau Forschungsschiff „Coriolis“*
Volker Dzaak (Helmholtz-Zentrum Hereon)
- 16:45 Uhr *Erfahrungsbericht CTV „Hydrocat 55“*
Malin Eichmeier (FRS Windcat Offshore Logistics)
- 17:00 Uhr *Emissionsfreie Energiesysteme für Schiffe*
Dr. Dheeraj Gosala (DLR Institut für Maritime Energiesysteme)
- ab 17:15 Uhr *Offenes Netzwerken*



EMISSIONSFREIE SCHIFFFAHRT DURCH WASSERSTOFF - POTENTIALE UND HERAUSFORDERUNGEN

Sören Ehlers, Prof. DSc. (Tech.)

German Aerospace Center (DLR) Institute of Maritime Energy Systems

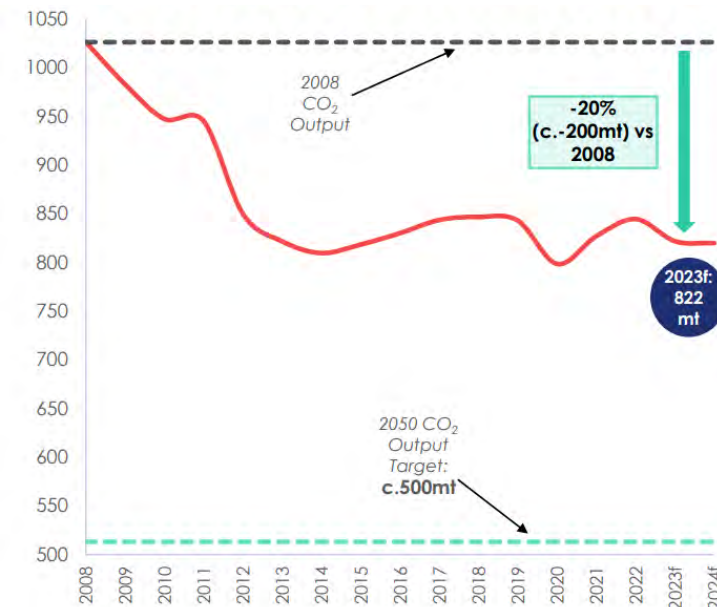
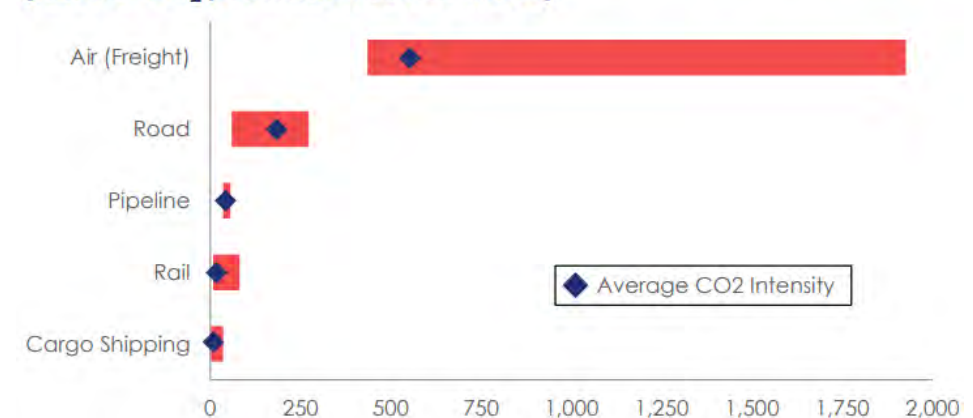


Wege zur emissionsfreien Schifffahrt

Derzeitige Situation

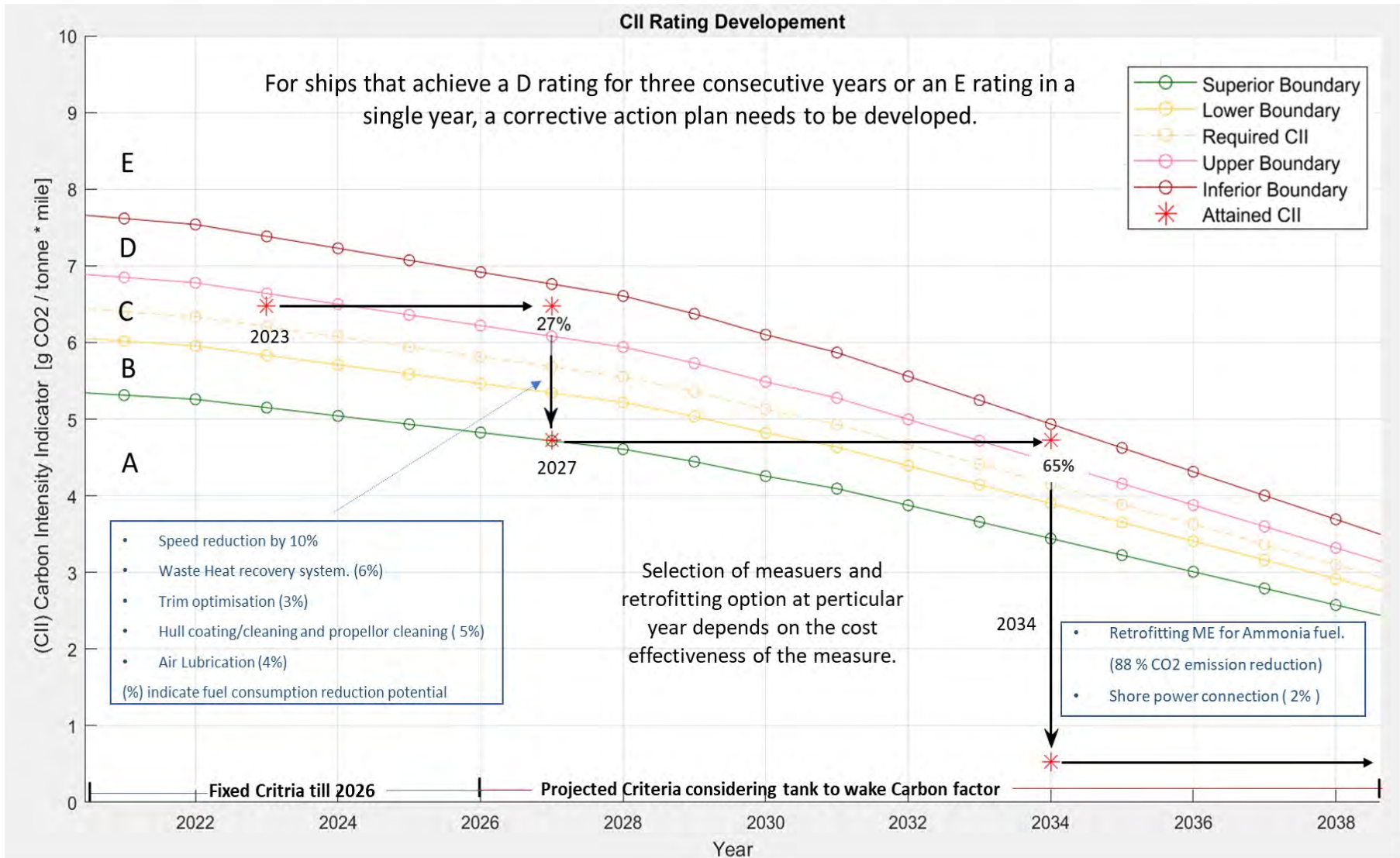
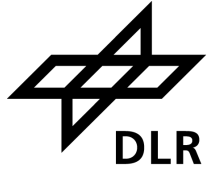
- Seeverkehr $\approx 820\text{Mt CO}_2/\text{a}$
 - Entspricht 2,1 % des weltweiten Gesamtausstoßes
 - Kohlenstoffärmste Verkehrsträger!
- 94% der Schiffe (nach Bruttoreaumzahl) werden mit konventionellen fossilen Kraftstoffen betrieben
- LNG häufigster alternativer Kraftstoff
- Von den bestellten Schiffen werden mehr als die Hälfte (51 %) für den Betrieb mit einem alternativen Brennstoff gebaut, in der Regel LNG (40 %), Methanol (8 %) oder LPG (2 %)

Average CO₂ Intensity By Mode Of Freight Transport, (tonnes CO₂ per million tonne-miles)



CII (Carbon Intensity Indicator)

Beispiel: 10.000 TEU Container Schiff



IMO CII Kriterien versus Maßnahmen

DLR DATAMOST Projekt
I. Sontakke / M. Bergström

Retrofit Potential

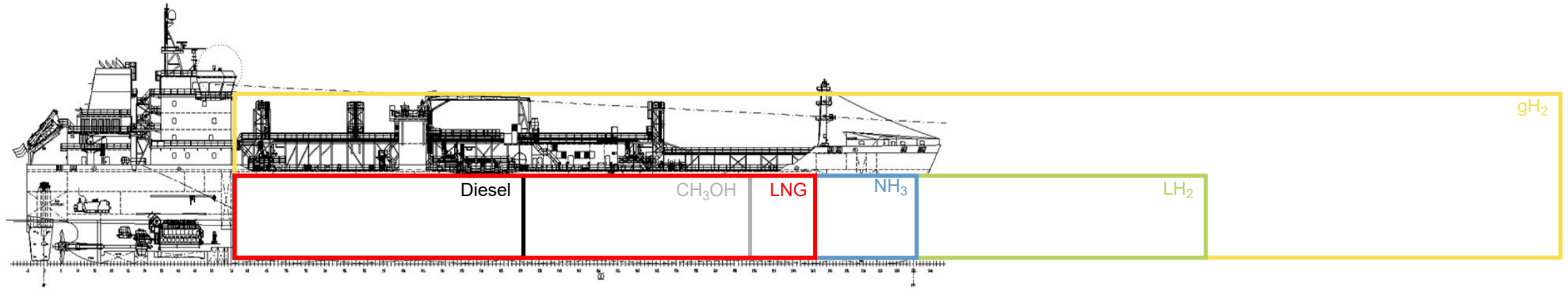


- 31 % der Welttonnage ist älter als 15 Jahre
- Um die EEXI-Anforderungen zu erfüllen, dürften 5 % der vorhandenen Hochseeschiffe dringend einer umfassenden Modernisierung bedürfen (oder abgewrackt werden)

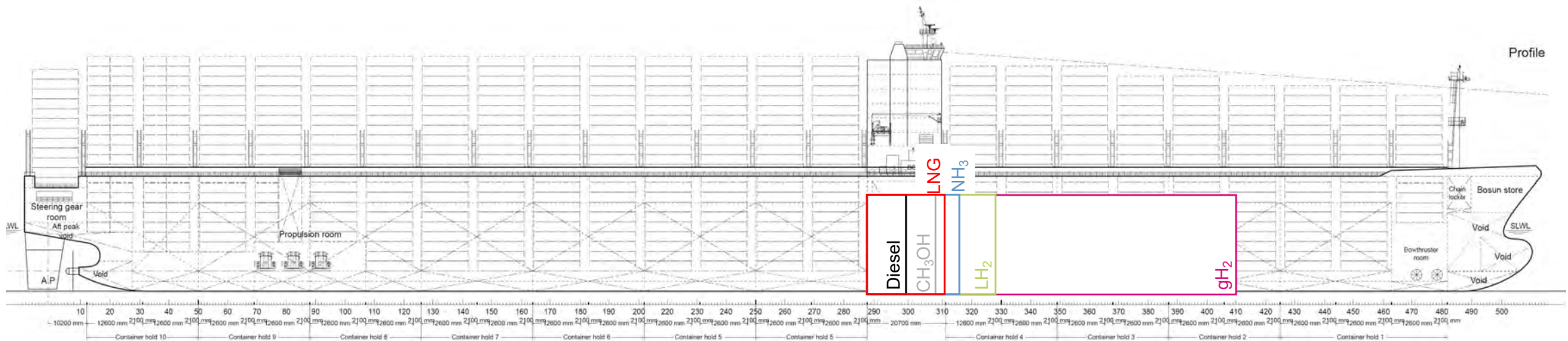
Retrofit Maßnahmen

- Motorleistungsbegrenzung (EPL)
- Energiesparende Technologien (z. B. Abwärmerückgewinnung, Segel,...)
- Alternative Treibstoffe
 - 3.3 % der Weltflotte sind LNG-ready
 - 72 Schiffe sind Ammoniak/LNG/Methanol-ready (bereit für jeden dieser Kraftstoffe)
 - 5 Schiffe sind H2-ready

Vergleich der Energiedichten



<https://hb-hunte.de/references/gas-carrier/18-000-m-lng-carrier/>



Quelle Abbildung: https://www.dnv.de/Images/General_arrangement_of_the_PERFEC%28T%29_ship_tcm26-45307.jpg

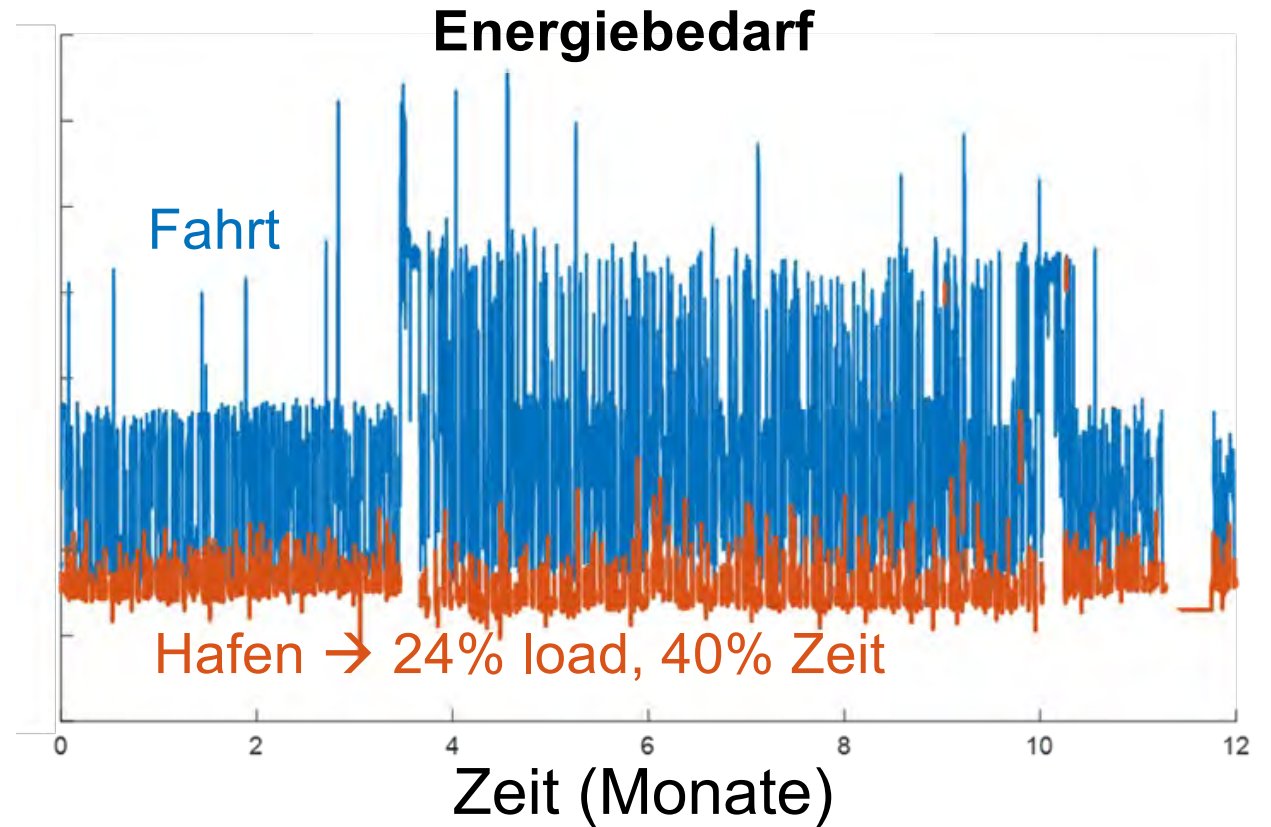
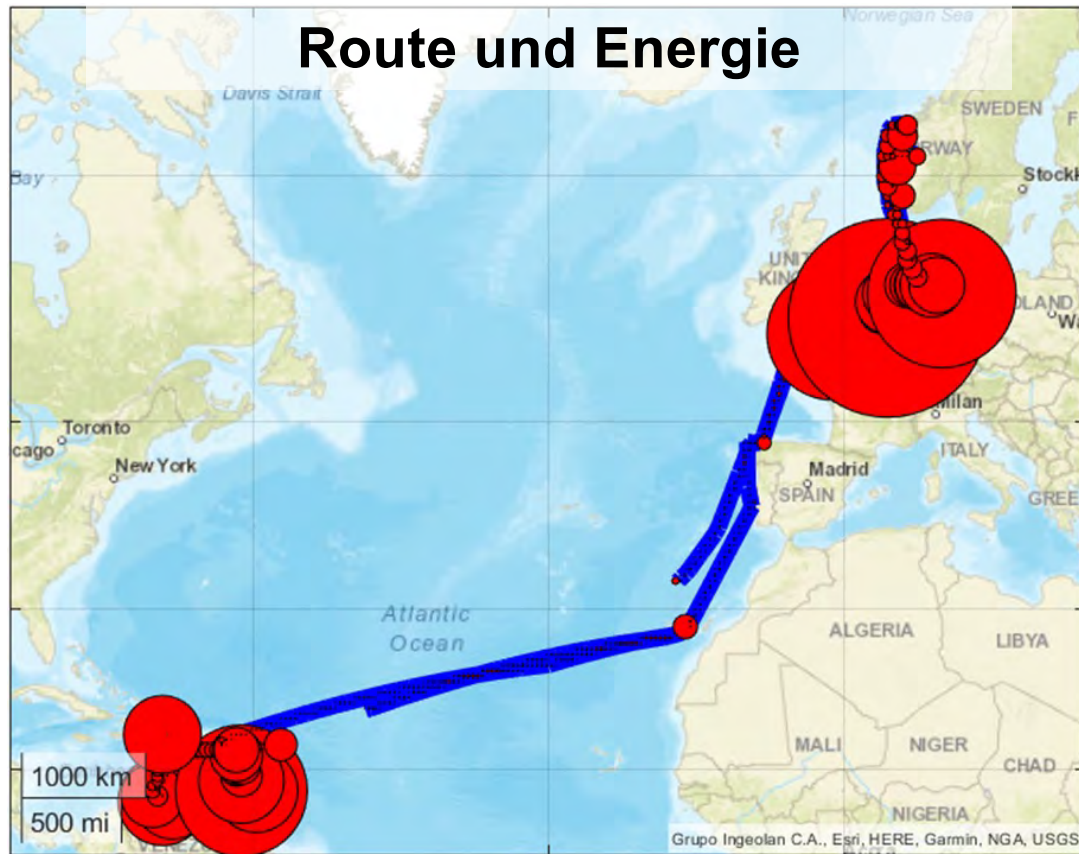
Kreuzfahrtschiffe

- Hauptbeitrag zum globalen Tourismus
 - > \$150 Billionen
 - 1.2 Million Arbeitsplätze
- Signifikante Emissionen durch Kreuzfahrtschiffe
 - CO₂ ≙ 84,000 Autos
 - NO_x ≙ 420,000 Autos
 - PM ≙ 1.05 M Autos



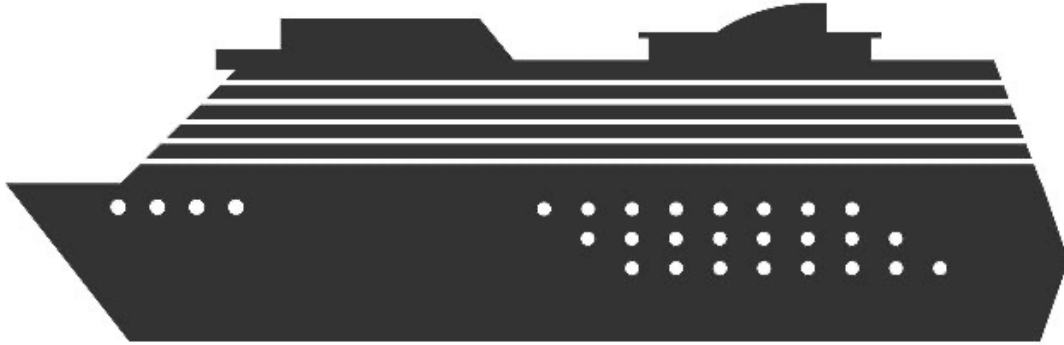
Steigerung der Energieeffizienz und die Reduktion der Emissionen erforderlich

Kreuzfahrtschiffe



Emissionsfreier Betrieb im Hafen und in sensiblen Gegenden

Kreuzfahrtschiffe

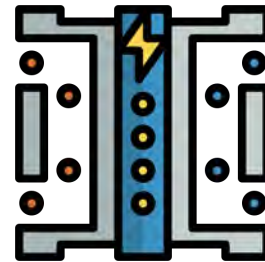


- Steigerung der Effizienz
- Reduktion der Emissionen

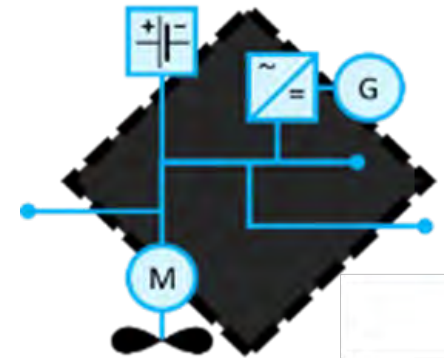
Batterien



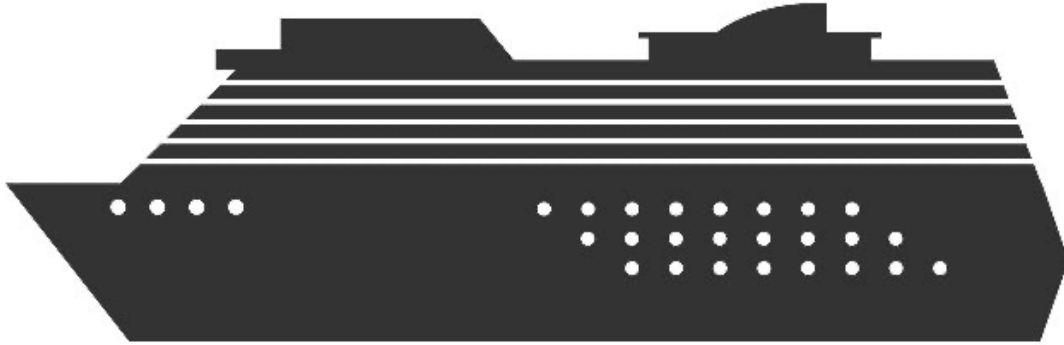
PEM BZ



DC Netze



Kreuzfahrtschiffe

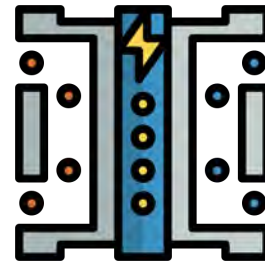


- Steigerung der Effizienz
- Reduktion der Emissionen

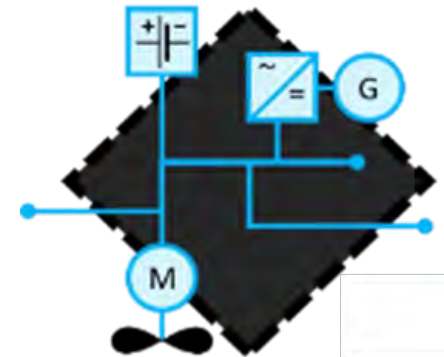
Batterien



PEM BZ



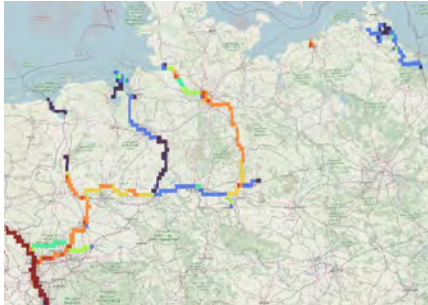
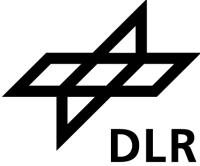
DC Netze



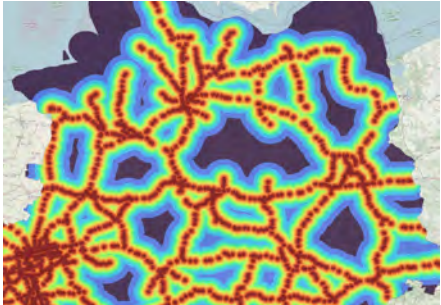
11.5%

2.2%

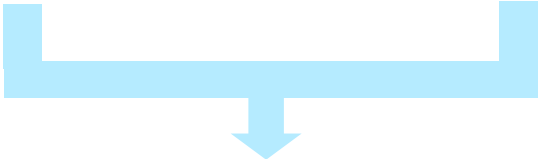
Landseitige Infrastruktur erforderlich



Demand: e.g. fuel consumption of inland vessels

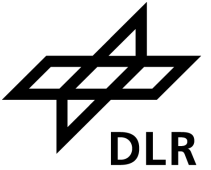


Proximity to infrastructure: e.g. motorway exits



Site suitability

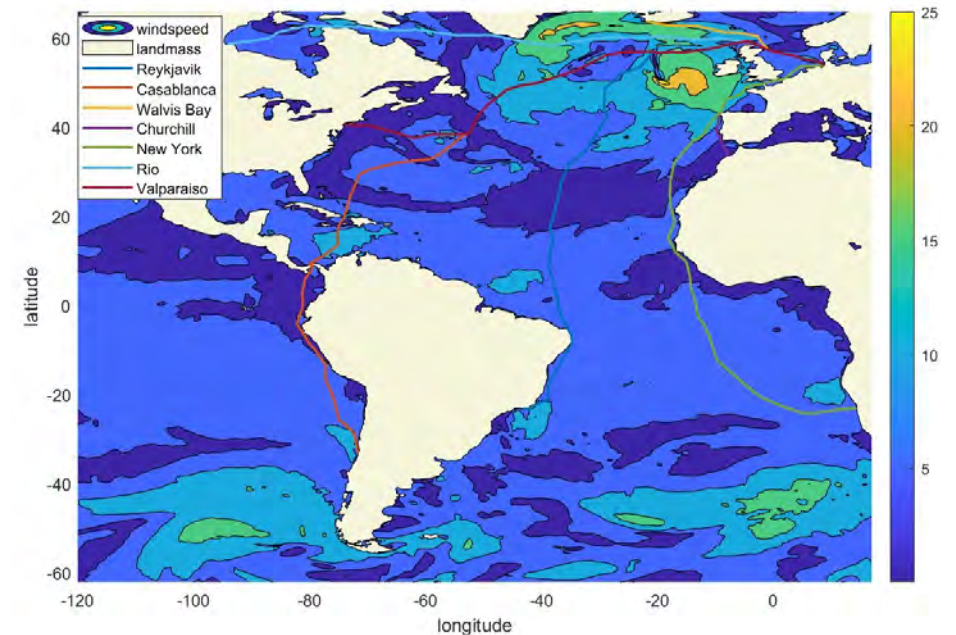
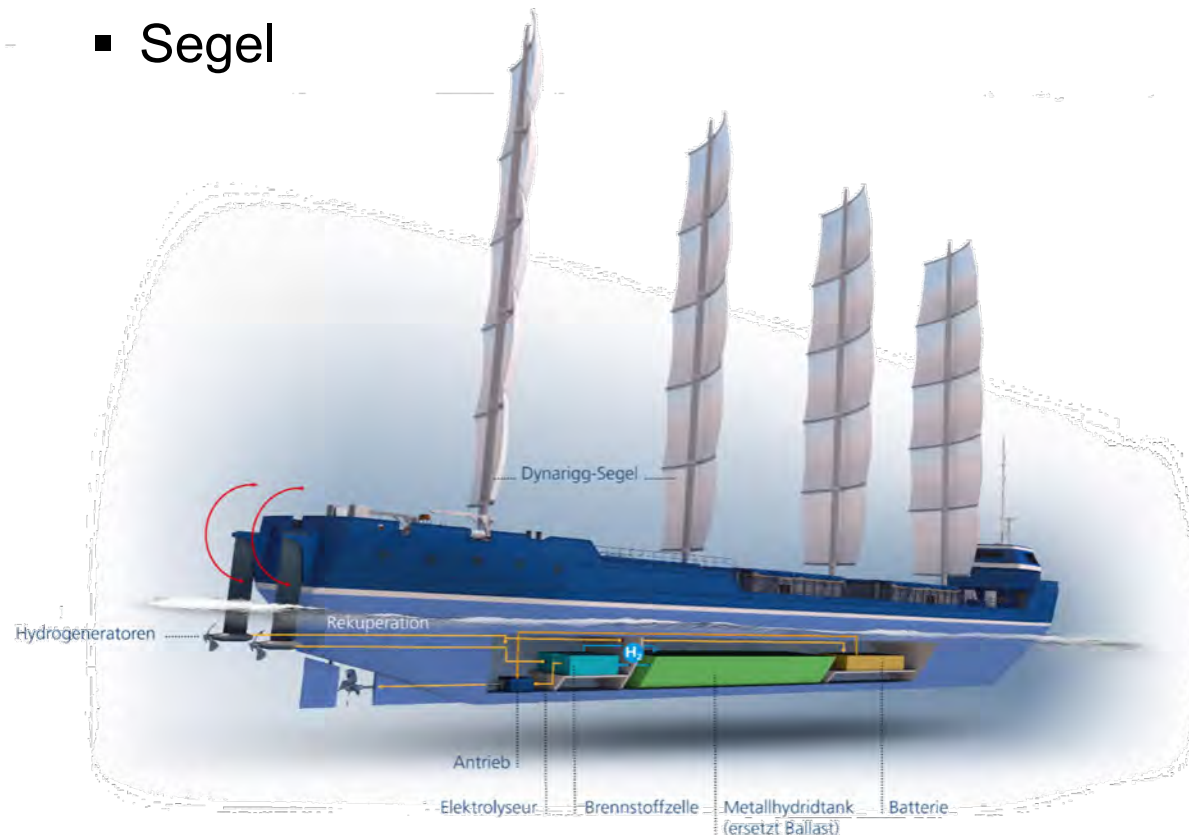
Fazit (1/2)

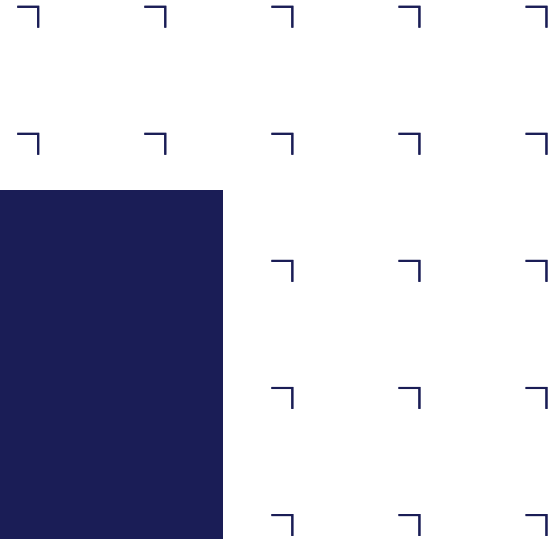


- Emissionsfreie Schifffahrt ist möglich, aber noch ein langer Weg
- Brückentechnologien sind teilweise verfügbar (LNG), aber keine langfristige Lösung
- Eine kontinuierliche Erneuerung/Anpassung der fahrenden Flotte auf neue Systeme ist erforderlich
- Globales Umdenken notwendig um die wertvollen grünen Treibstoffe energieeffizient zu nutzen und zu verteilen – im Schiff, aber auch global zwischen den Industriezweigen

Fazit (2/2)

- Unter der Annahme, dass Energie auch zukünftig Kosten verursachen wird, gibt es für Schiffe nur zwei Möglichkeiten energieeffizienter zu werden:
 - Sehr kleiner CB
 - Segel



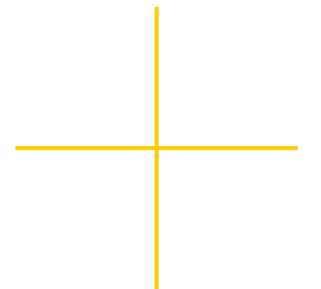


Wasserstoff für die Schifffahrt: Politische Rahmenbedingungen, Pilotprojekte und Potenziale

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen

Dr. Christopher Stanik
Teamleiter Maritime Anwendungen

14.03.2024



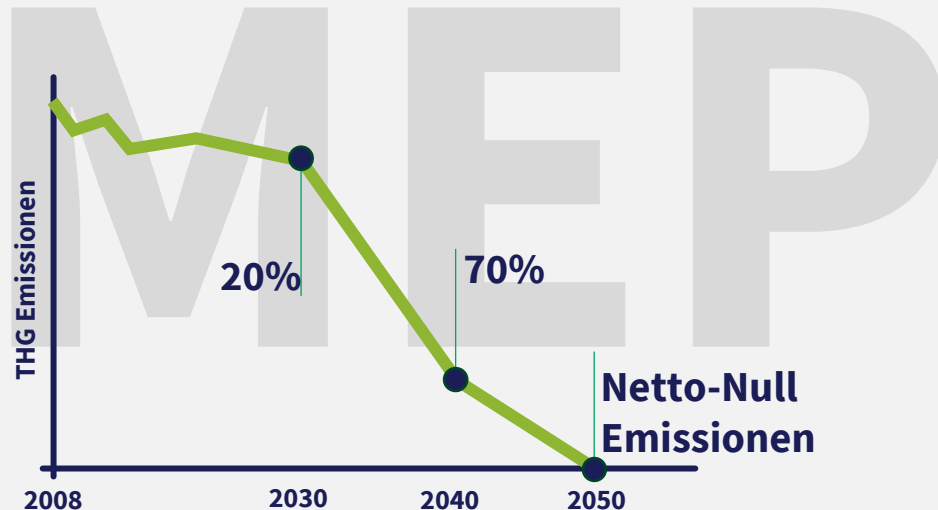
Das Beauftragungsportfolio der NOW GmbH

Koordination von Förderprogrammen, Technologieberatung, Organisation von Netzwerken





Überarbeitete IMO THG Strategie



Weitere Maßnahmen zur THG-Reduzierung



Verabschiedung der "Guidelines on Life Cycle GHG Intensity of Marine Fuels"



Einsatz von Biokraftstoffen im Rahmen des Data Collection System und Carbon Intensity Indicator (CII)



Strategie zur Überprüfung der Maßnahmen: Energy Efficiency Existing Ships Index (EEXI) & CII



Überarbeitung des Energy Efficiency Design Index (EEDI)



MEPC 81

Aktuell läuft 6. Intersessional Working Group on Reduction of GHG Emissions from Ships für MEPC81 in der nächsten Woche



FUEL EU MARITIME

- **Reduktionspfad** für die THG-Intensität der an Bord verwendeten Energie
- **Well-to-Wake** Anreiz zur Nutzung kohlenstoffarmer/erneuerbarer Kraftstoffe
- Ankurbelung von **RFNBOs** (1%-Quote ab 2031)
- **Zero-Emission at Berth**

ETS

- Schifffahrtssektor **seit Januar 2024** im EU-Emissionshandelssystem
- **100%** bei Fahrten **innerhalb EU/EWS**; **50%** bei int. Fahrten **von/zu EU/EWS**
- Übergangszeit von 2024 – 2026

AFIR

- Verpflichtung zum Aufbau und Bereitstellung einer **Landstromversorgung in See- und Binnenhäfen**
- Verpflichtung zum Aufbau einer **Infrastruktur für alternative Kraftstoffe**

Nationale Perspektive

Deutschland fit machen auf dem Pfad der maritimen Energiewende



Nationale Hafenstrategie

Quelle: Moritz Kindler



Nationale Wasserstoffstrategie



Nationaler Aktionsplan klimafreundliche Schifffahrt

Quelle: TÜV Rheinland

Pilotprojekte

Flotten und Grüne Korridore



Quelle: Fairplay Towage Group

Fairplay Towage Group

- sechs Neubauten mit Dual-Fuel Motoren für Wasserstoff und MGO
- MoU mit Mabanaft für die Versorgung von Wasserstoff
- gefördert durch BMDV-Förderprogramm “Nachhaltige Modernisierung von Küstenschiffen”



Quelle: Samskip

Samskip

- zwei Neubauten mit je 3,2 MW Brennstoffzelleistung
- Unterstützt durch norw. Förderung
- MoU zwischen Rotterdam und Oslo für den Aufbau eines Grünen Korridors für Short Sea Shipping

Vielversprechende Aussichten für Wasserstoff in der Schifffahrt

Regularienentwicklung und Projektrealisierungen schreiten voran



Regularienentwicklung



- Regelungen für die Wasserstoffspeicherung werden in ES-TRIN 2025 implementiert



- Laufende Arbeiten zur Vorbereitung von Vorschriften für die Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff
- CCC10 (Sept. 2024): Fertigstellung der IG für Wasserstoff geplant

Kommende Projekte



Source: HySeasIII



Source: Helmholtz-Zentrum Hereon



Source: Samskip



Source: Damen



Source: Glasten



Maritime data story:

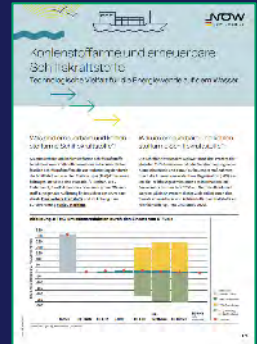
"Alternative Schifffahrtstechnologien haben großes Senkungspotenzial für Emissionen und Umweltkosten"

[Förderung alternativer Antriebe in der Schifffahrt \(now-gmbh.de\)](https://www.now-gmbh.de)

Fact sheet:

"Kohlenstoffarme und erneuerbare Schiffskraftstoffe"

[NOW Factsheet Kohlenstoffarme-und-erneuerbare-Schiffskraftstoffe_Okt-2023.pdf \(now-gmbh.de\)](https://www.now-gmbh.de)



**Potenzialstudie zu
Betankungsinfrastrukturen für
kohlenstoffarme und erneuerbare
Schiffskraftstoffe in Deutschland**
Veröffentlichung im April 2024 geplant

Fact sheet:

"FuelEU Maritime Regulation"

[NOW Factsheet FuelEU Maritime Oktober-2023.pdf \(now-gmbh.de\)](https://www.now-gmbh.de)



Förderprogramm BordstromTech II

Umweltfreundliche Bordstrom- und mobile Landstromversorgung



Umweltfreundliche Bordstromsysteme



Investitionsmehrausgaben:
40% FQ + KMU-Bonus: 10-20%

Mobile Landstromsysteme

(containerisiert, schwimmend,
rollend)



Zur Eigenversorgung der Flotte:
40% FQ + KMU-Bonus: 10-20%

Diskriminierungsfreier
Marktzugang:
80% FQ
(max. 5,5 Mio. € in Seehäfen /
max. 2,2 Mio. € in Binnenhäfen)

Fördergegenstände

Energiespeicher



Energiewandler



Systemkombinationen
+ Hilfssysteme

Plug-In Systeme



Stromübergabesysteme

Die bordseitigen Systeme sind so auszulegen, dass
Landstrom und/oder alternative Kraftstoffe zur
Bordstromversorgung zum Einsatz kommen.

Alternative Kraftstoffe im Sinne dieser Richtlinie sind
Strom, Wasserstoff, Ammoniak, Methanol nicht fossilen
Ursprungs sowie erneuerbare Kraftstoffe.

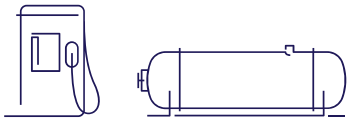


Hier geht es zum Förderprogramm

Förderaufrufe auf europäischer Ebene



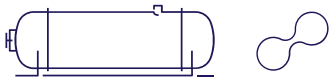
Horizon Europe Framework Programme



- **Demonstration und Aufbau von Mehrzweck-Wasserstofftankstellen, die Straße und Flughafen, Eisenbahn und/oder Hafen miteinander verbinden**
[Funding & tenders \(europa.eu\)](https://europa.eu)



- **Demonstration von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen im Binnen- oder Kurzstreckenseeverkehr**
[Funding & tenders \(europa.eu\)](https://europa.eu)



- **Bordspeicherlösungen für wasserstoffbetriebene maritime Anwendungen**
[Funding & tenders \(europa.eu\)](https://europa.eu)

Einreichungsfrist

17. April 2024

Connecting Europe Facility (CEF)

- **Ausbau der Infrastruktur für die Betankung mit Wasserstoff und Ladeinfrastruktur für Binnen- und Seeschiffe, Schiffe, Fahrzeuge und Geräte für den Hafenbetrieb und Flughäfen.**
- **Aufbau von Bunkerinfrastrukturen für die Ammoniakversorgung von See- und Binnenschiffen sowie von Schiffen für den Hafenbetrieb in TEN-T-See- und Binnenhäfen.**
- **Aufbau von Bunkerinfrastrukturen für die Methanolversorgung von See- und Binnenschiffen sowie von Schiffen für den Hafenbetrieb in TEN-T-See- und Binnenhäfen.**
- [Funding & tenders \(europa.eu\)](https://europa.eu)

Einreichungsfristen

24. September 2024

11. Juni 2025

17. Dezember 2025



Vielen Dank

Dr. Christopher Stanik

Teamleiter Maritime Anwendungen
christopher.stanik@now-gmbh.de

NOW GmbH

Fasanenstraße 5
10623 Berlin

info@now-gmbh.de
www.now-gmbh.de



[@news_nowgmbh](https://twitter.com/news_nowgmbh)

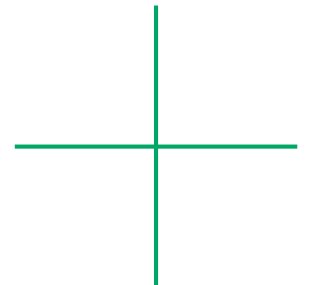


[NOW GmbH](https://www.linkedin.com/company/NOW-GmbH)



www.think-do-now.de

14.03.2024





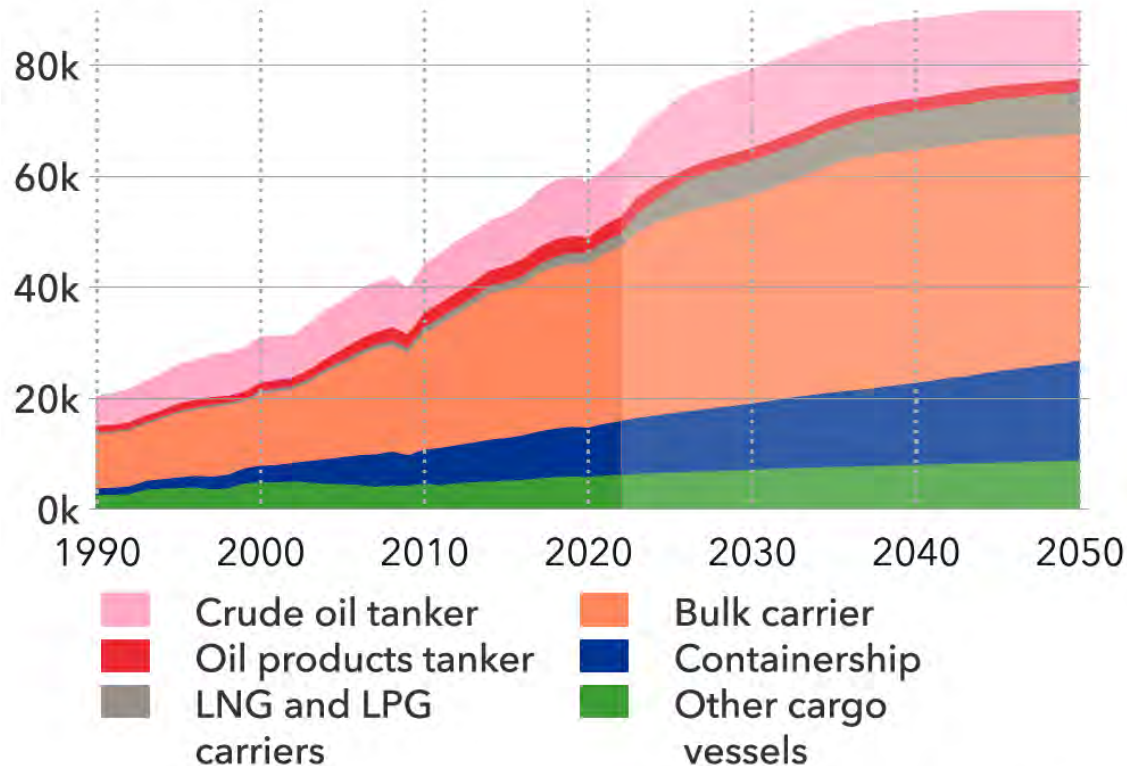
Wasserstoff und E-Fuels Ahoi – Gelingt so der Klimaschutz in der Schifffahrt?

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen
14. März 2024
Norderstedt

Wofür brauchen wir den Seeverkehr überhaupt?

World seaborne trade in tonne-miles by vessel type

Units: Gt-nm/yr



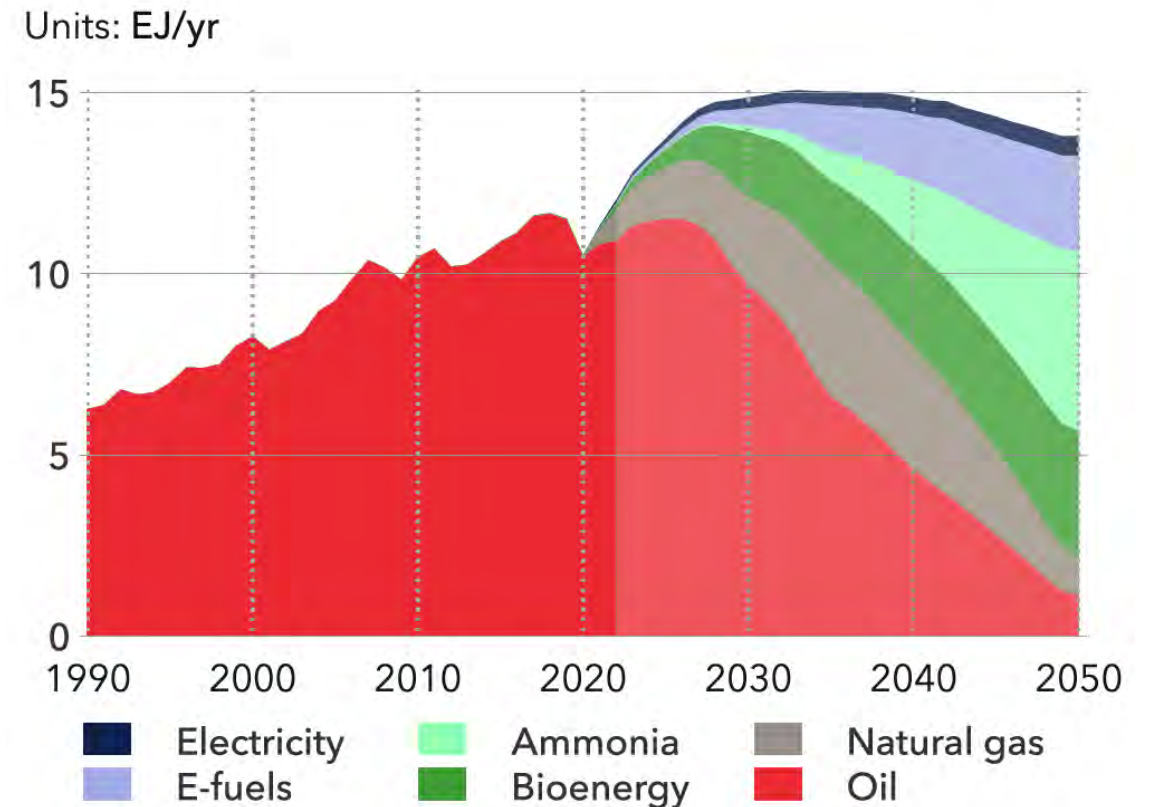
Historical data source: Clarksons Research (2021)

- Sehr **effizientes** Transportmittel
- Mehr als **85 % der international gehandelten Güter** werden auf dem Wasser transportiert
- Warentransport per Schiff hat sich **in den letzten drei Jahrzehnten verdreifacht** und ein weiterer Anstieg um **30 % bis 2050** wird erwartet
- Durch immer **größere Containerschiffe und Gastanker** (z.B. für LNG- oder Ammoniaktransport) bedeutet dies nicht zwingend eine entsprechende Steigerung des Seeverkehrs

Der globale Energieverbrauch des Seeverkehrs wird weiter ansteigen

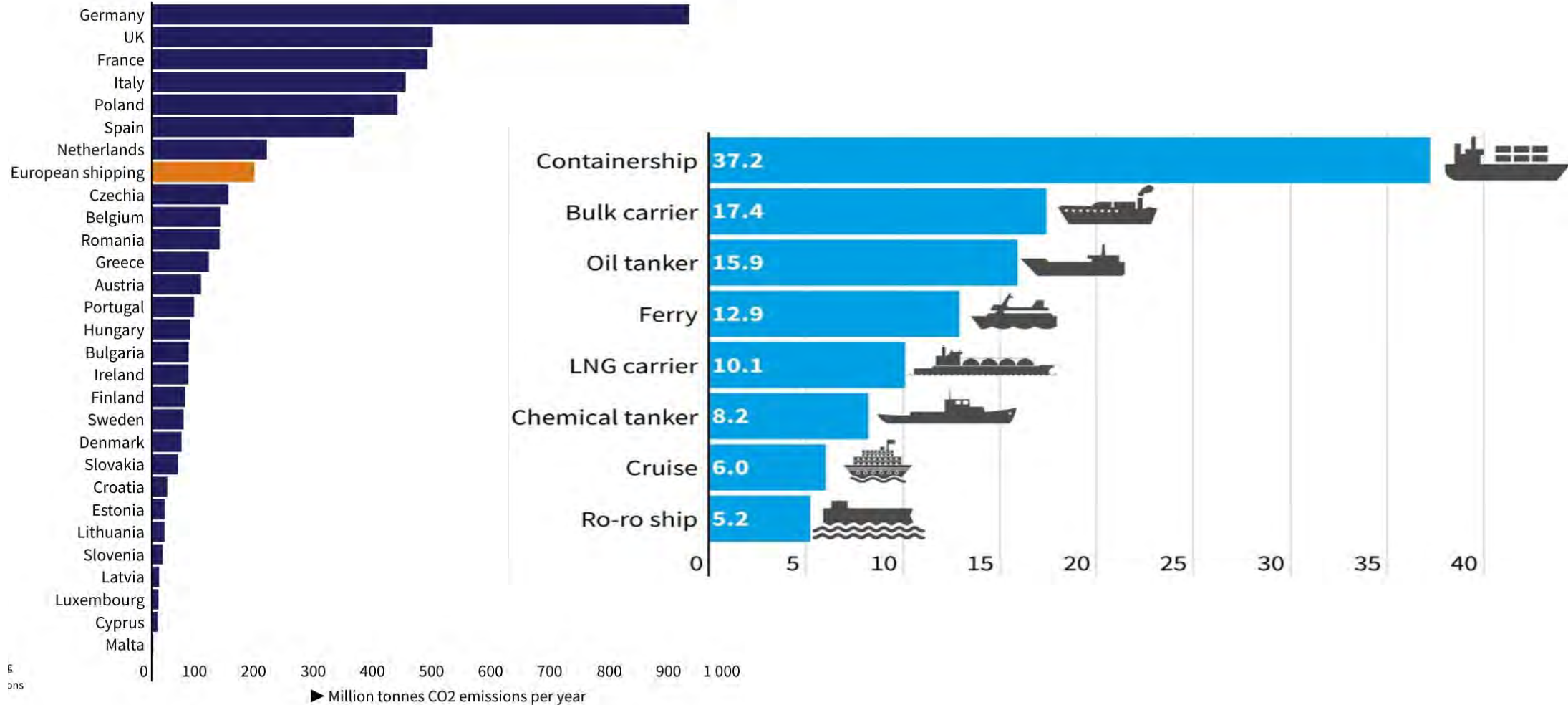
- Seeverkehr verbraucht derzeit etwa **3 % des weltweiten Endenergiebedarfs** bzw. etwa **7 % des weltweiten Ölverbrauchs**
- Trotz effizienterer und größerer Schiffe ist in den nächsten Jahrzehnten zunächst mit einem **steigenden Energieverbrauch** zu rechnen
- Aktuelle Schiffe und Bunkerinfrastruktur wird von **fossilen Kraftstoffen dominiert** (primär ölbasiert, steigender Anteil LNG)
- Der **Kraftstoffmix** und damit auch die Schiffstechnik und Bunkerinfrastruktur werden sich deutlich **diversifizieren**

World maritime subsector energy demand by carrier



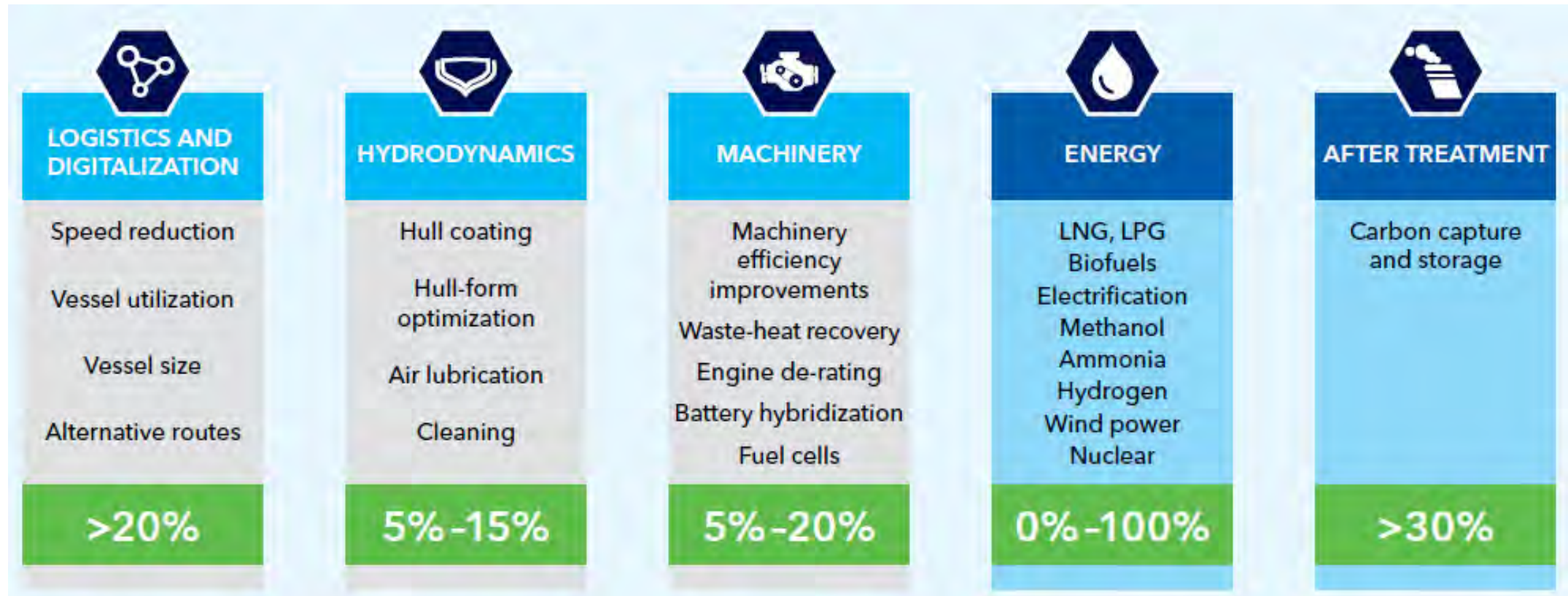
Natural gas includes LNG and LPG. Historical data source: IEA WEB (2023)

CO₂-Emissionen des europäischen Seeverkehrs

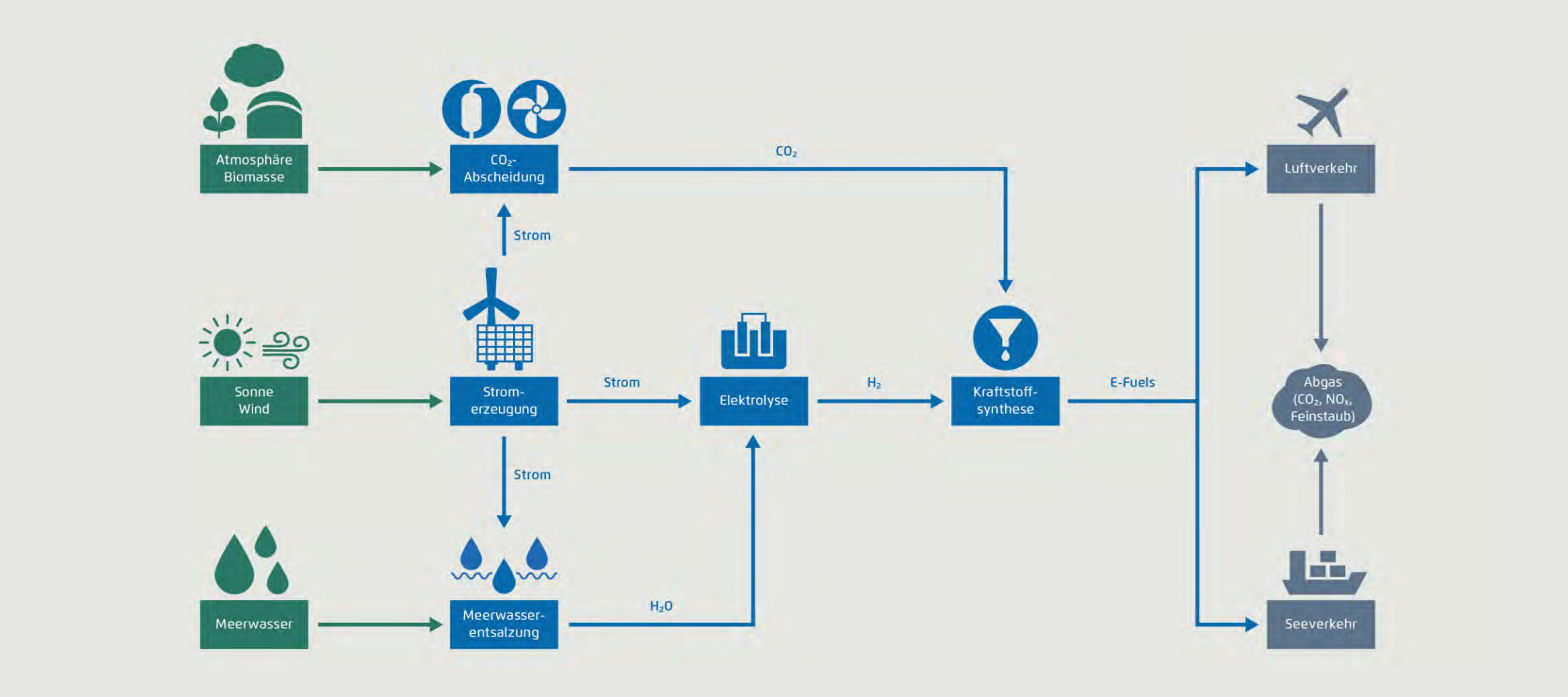


Wege zum klimaneutralen Seeverkehr

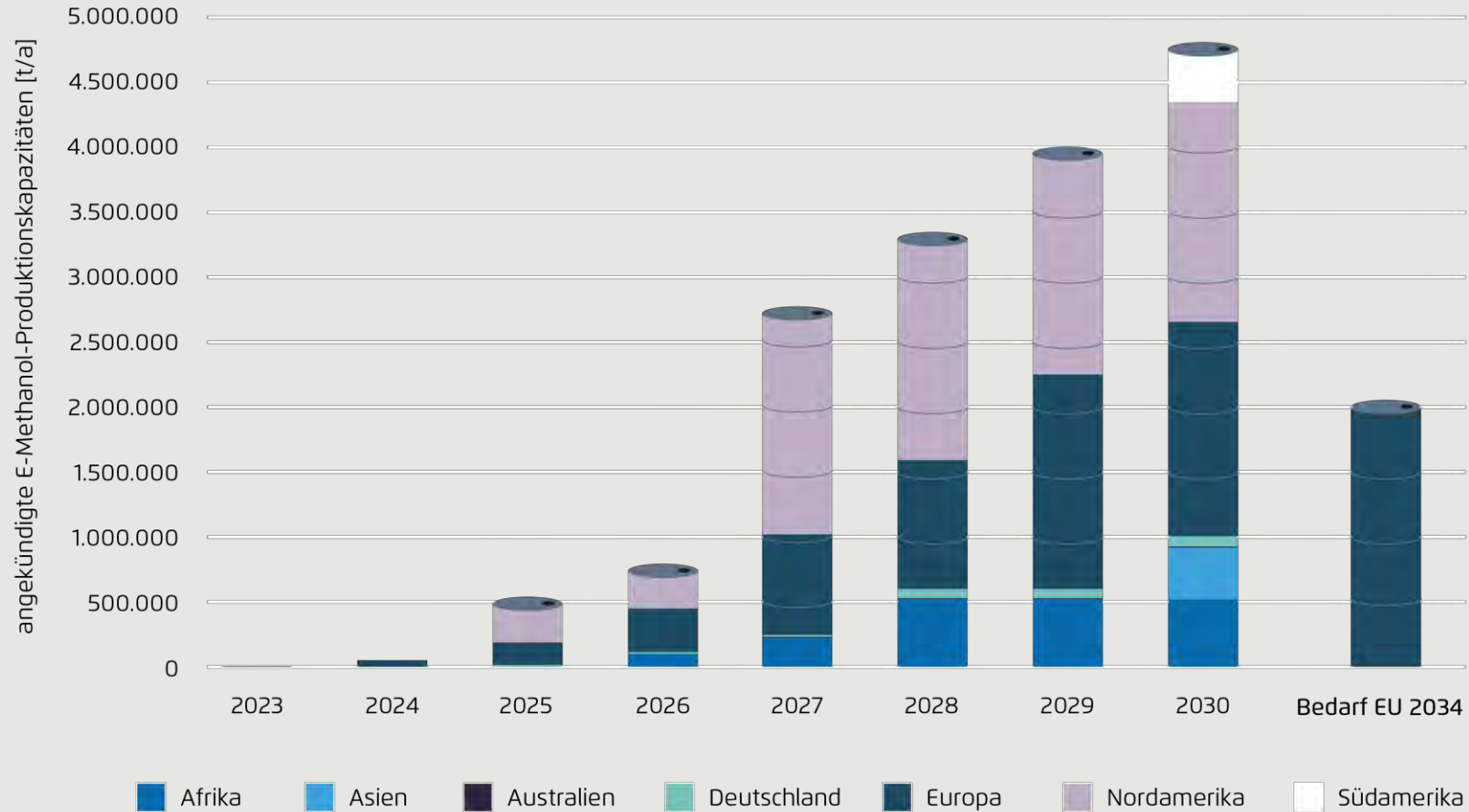
Effizienzmaßnahmen sind wichtiger Bestandteil für mehr Klimaschutz



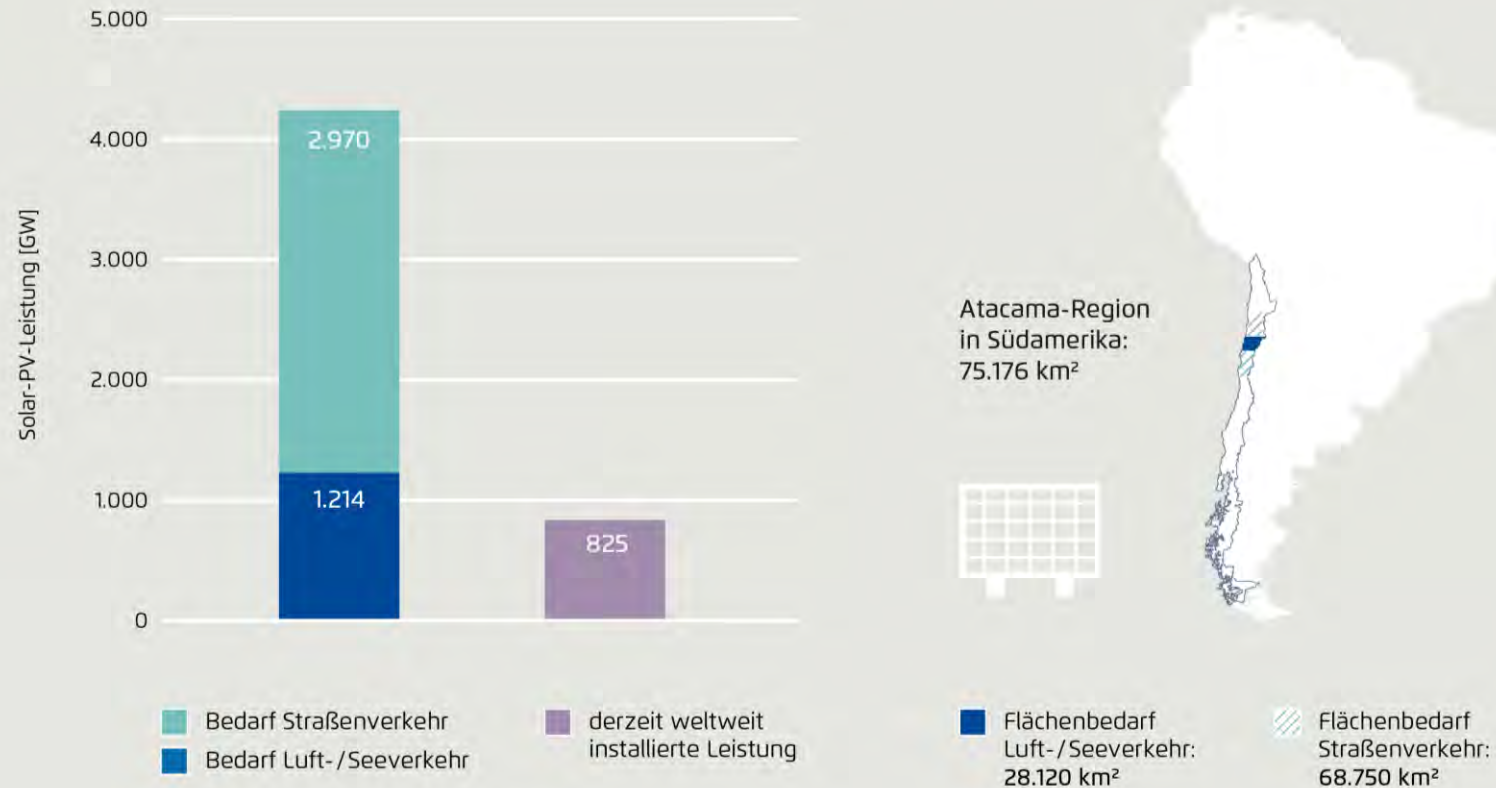
Wie werden E-Fuels hergestellt?



E-Methanol für die Schifffahrt absehbar knappes Gut



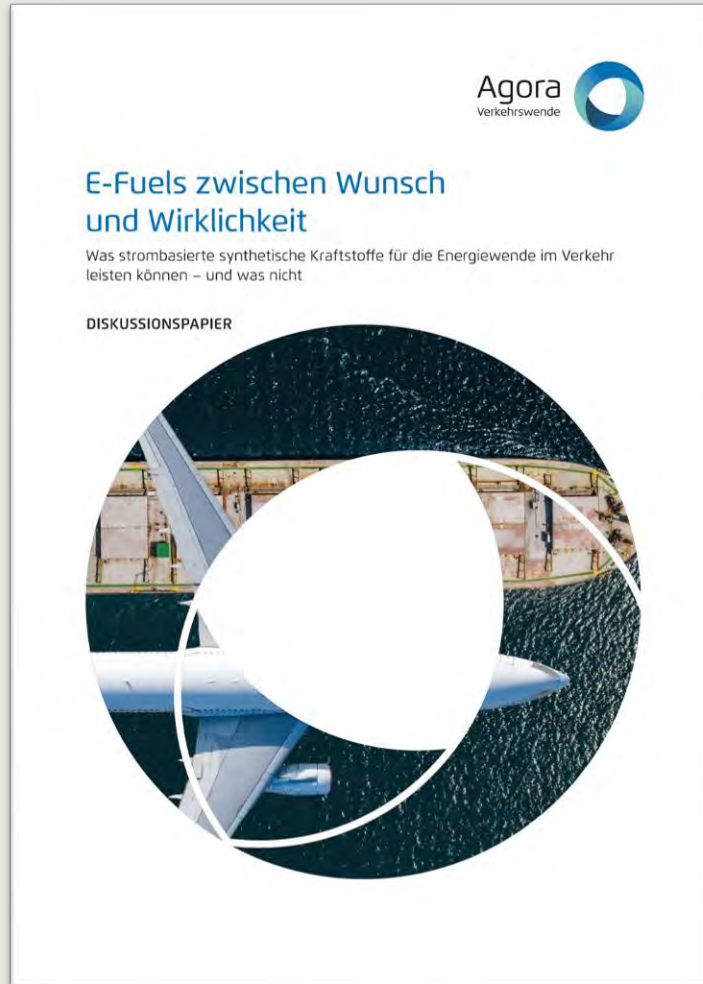
Flächenbedarf für PV-Anlagen zur bedarfsdeckenden E-Fuel-Produktion der EU-Länder



Gelingt so der Klimaschutz im Seeverkehr?

- E-Fuels sind **auf absehbare Zeit unverzichtbar**, um den Klimaschutz im **Seeverkehr** aber auch im **Luftverkehr** und in Teilen der **chemischen Industrie** voranzubringen.
- Sie werden in den kommenden Jahrzehnten **ein knappes und teures Gut** bleiben
- Auch in **Gunstregionen** ist der **Ressourcen- und Flächenbedarf** zur Produktion von großen Mengen E-Fuel **enorm**
- Um die **weltweite Produktion** und Nutzung von E-Fuels **sozial und ökologisch gerecht** zu gestalten, sind **umfassende Nachhaltigkeitskriterien erforderlich**
- Das heißt: Ein **hoffen auf E-Fuels** und ein weiter so wie bisher ist **nicht ausreichend** → Alle **Effizienzmaßnahmen müssen genutzt werden**, um Emissionen des globalen Seeverkehrs zu reduzieren

Aktuelles Diskussionspapier: E-Fuels zwischen Wunsch und Wirklichkeit



[www.agora-verkehrswende.de/
veroeffentlichungen/e-fuels-
zwischenwunsch-und-wirklichkeit/](http://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/e-fuels-zwischenwunsch-und-wirklichkeit/)



Dr. Ulf Neuling

Projektleiter Kraftstoffe

M: +49 (0) 171 8447 638

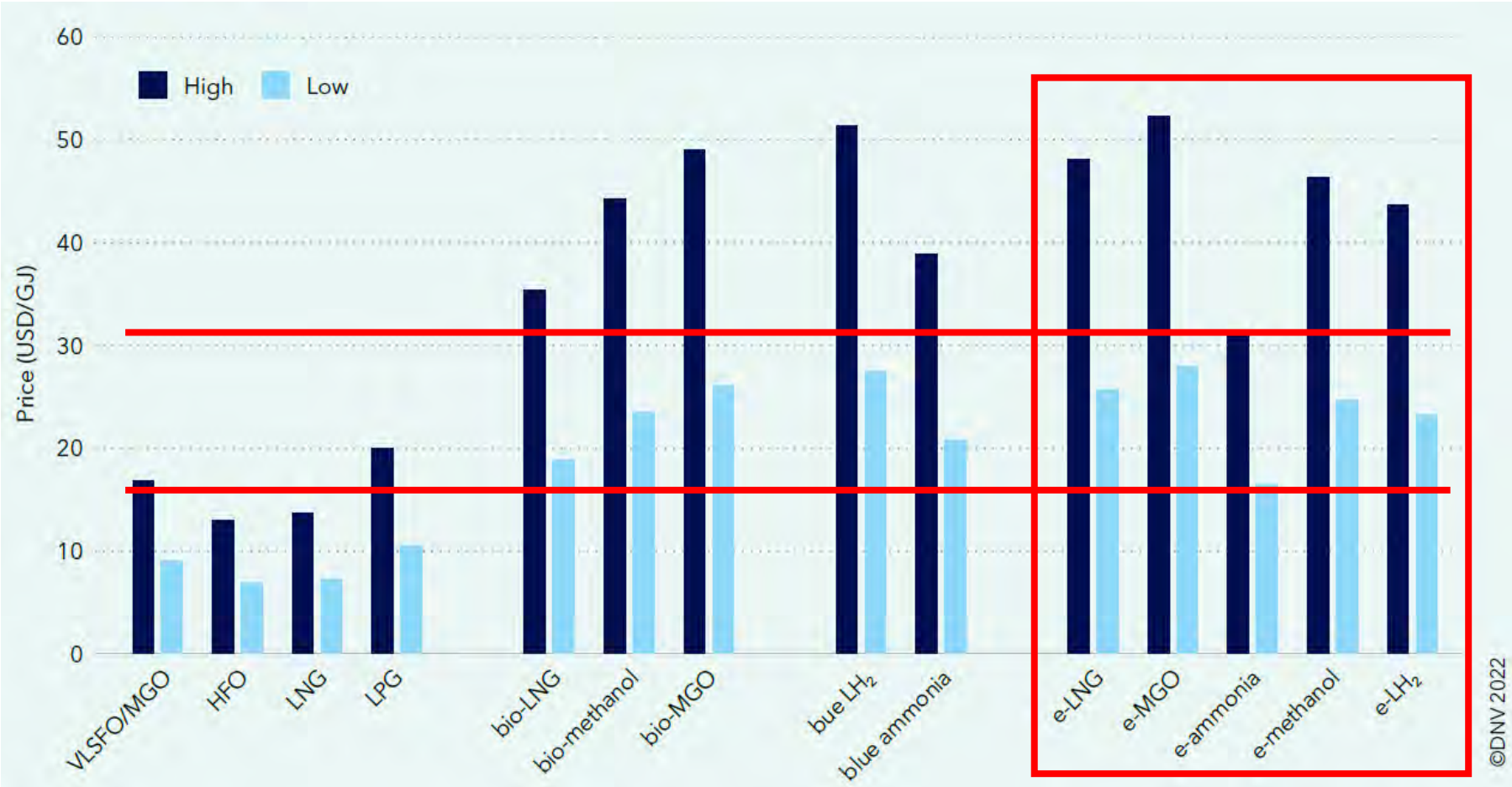
E: ulf.neuling@agora-verkehrswende.de

Anna-Louisa-Karsch Str. 2 | D-10178 Berlin

T +49 30 700 1435-000 | **F** +49 30 700 1435-129

M info@agora-verkehrswende.de

Kosten: auf absehbare Zeit hoch



Grüne H₂-Erzeugung im Hamburger Hafen

Marleen Marks, HAzwei GmbH

14. März 2024

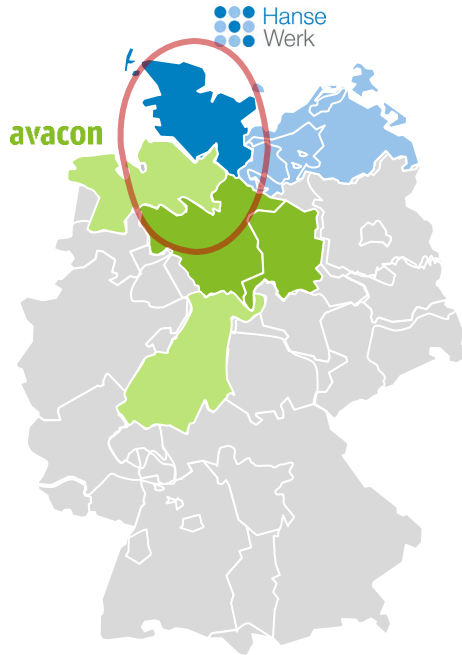
HAzwei GmbH

Wir stellen uns vor



*„Erneuerbare Energie und Grüner Wasserstoff
aus der Region für die Region.“*

Norddeutschland ist eine der vielversprechendsten Regionen für Wasserstoff und EE in Deutschland und Europa



Große Industrieunternehmen (Chemie, Stahl, Raffinerien) mit großen **Produktionsanlagen** in Nordwestdeutschland



Großes **Potenzial für den Ausbau erneuerbarer Energien**, insbesondere für On- und Offshore-Windkraft in Norddeutschland



Die **Häfen von Hamburg, Wilhelmshaven, Brunsbüttel, Emden** und **Rostock** könnten als **Importterminals** für Wasserstoff und als **Verteilerzentren** für Verbraucher in ganz Deutschland und anderen Nachbarländern dienen



Wasserstoffallianzen, -initiativen und **-projekte** entstehen

Das sind wir - Das HAZwei Team



**Kahlert,
Steffen**

Geschäftsführer



**Marks,
Marleen**

Projektentwi-
cklung H₂



**Nienaber,
Stefan**

Projektentwick-
lung H₂



**Pundt,
Norbert**

Projektentwi-
cklung H₂



**Würsig,
Kilian**

Projektentwi-
cklung H₂



**Engbrecht,
André**

Projektentwi-
cklung H₂



**Mandl,
Maria-
Theresia**

Kaufmännisc-
he
Funktionen
H₂/ EE



**Henne,
Hans-
Christian**

Kaufmännisc-
her
Projektmana-
ger H₂



**Siemens,
Hauke**

Kaufmänni-
scher
Projektmana-
ger H₂



**Bülow,
York**

Kaufmännisc-
her
Projektmana-
ger
EE



**Kohlmeyer,
Gesa**

Controlling/
Finanzen



**Hausmann,
Torsten**

Geschäftsführer



**Sikorski,
Martin**

Projektentwi-
cklung EE



**Gerke, Anna-
Katharina**

Projektentwic-
klung EE



**Seiffert,
Anne**

Projektentwi-
cklung EE



**Ehm,
Tobias**

Projektentwi-
cklung EE



**Feist,
Kevin**

Projektentwi-
cklung EE



**Rempe,
Nicole**

Flächenproje-
ktentwickleri-
n



**Rohrsen,
Sven**

PV Planer



**Warneke,
Henriette**

Referentin
der
Geschäftsfüh-
rung



**Köhler,
Alexa**

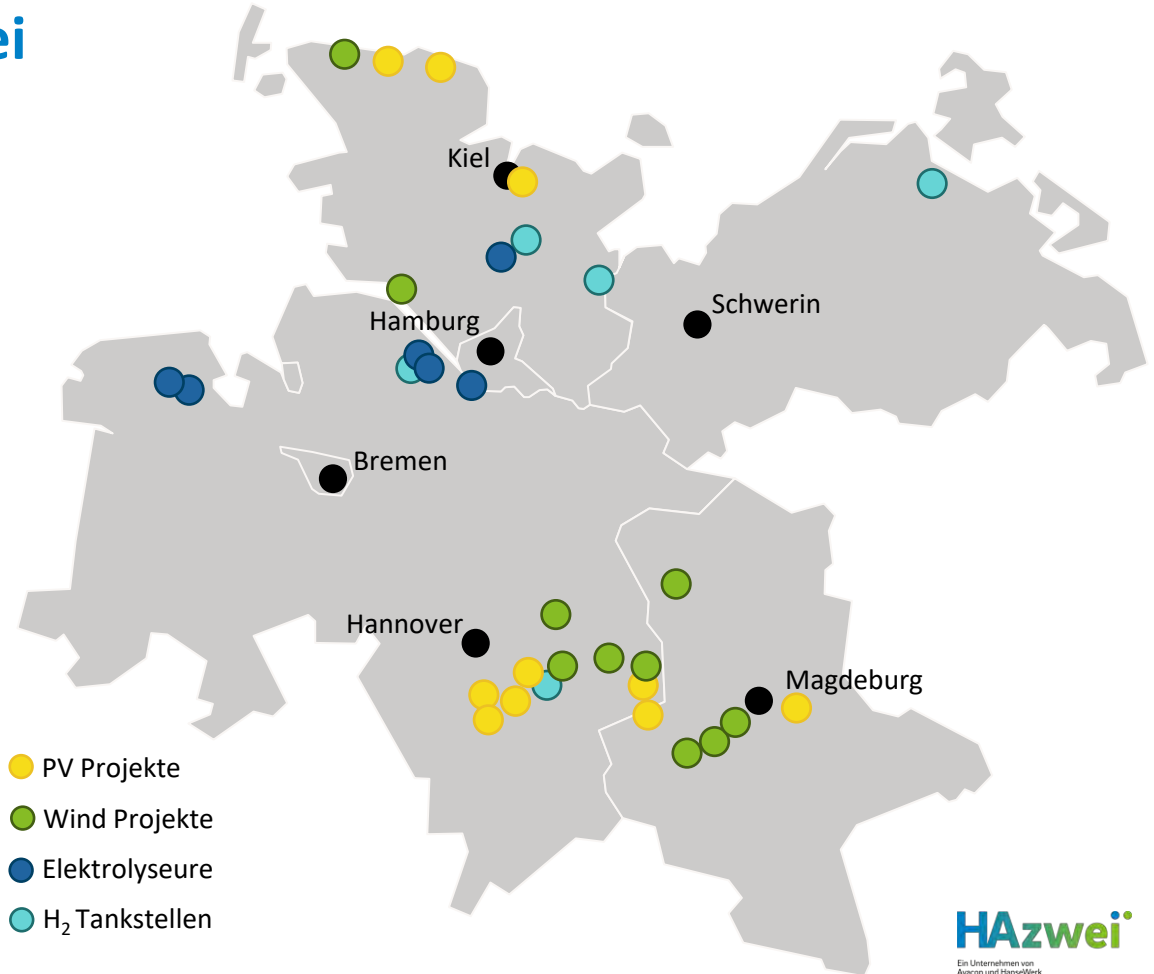
Trainee



**Senlik,
Mehmet**

Trainee

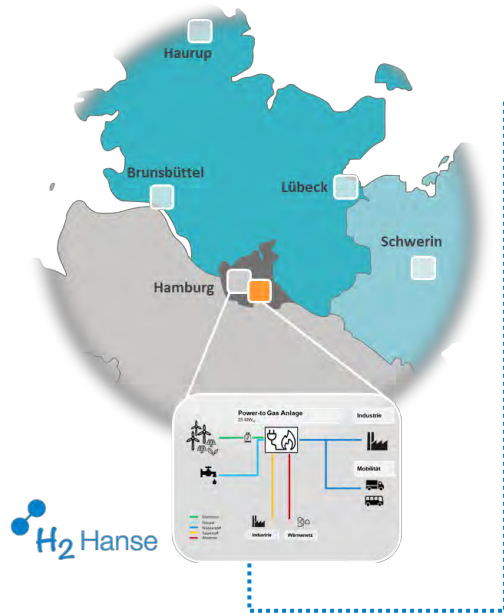
Aktivitäten der HAZwei



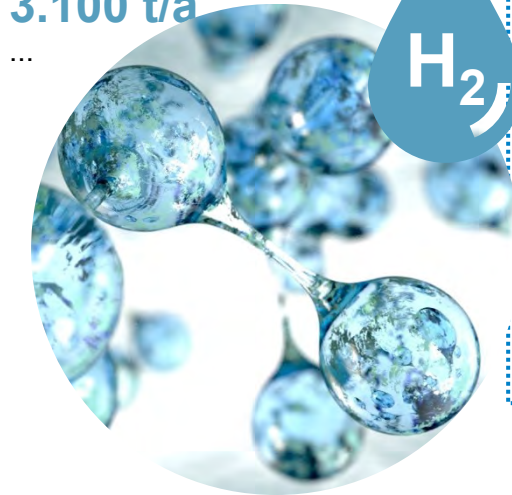
H₂ Hanse Hafen Hamburg

Ein Teilvorhaben aus dem „Norddeutschen Reallabor“

Im Rahmen des Projektes „Norddeutsches Reallabor“ planen wir den Bau und Betrieb eines 25 MW_{el} Elektrolyseurs im Hamburger Hafen



Mit einer geplanten
Produktionsmenge von
3.100 t/a

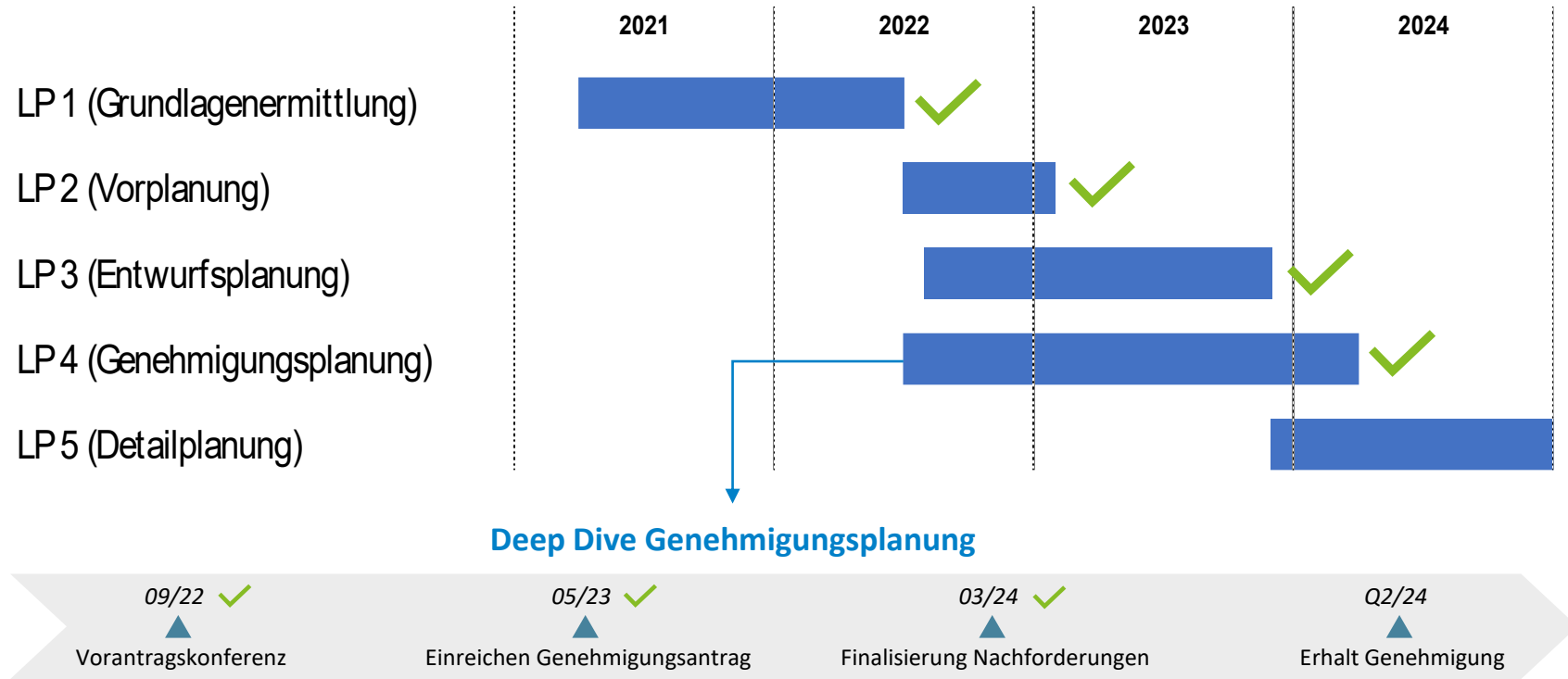


...können rund
35.900 t CO₂*
pro Jahr eingespart werden.

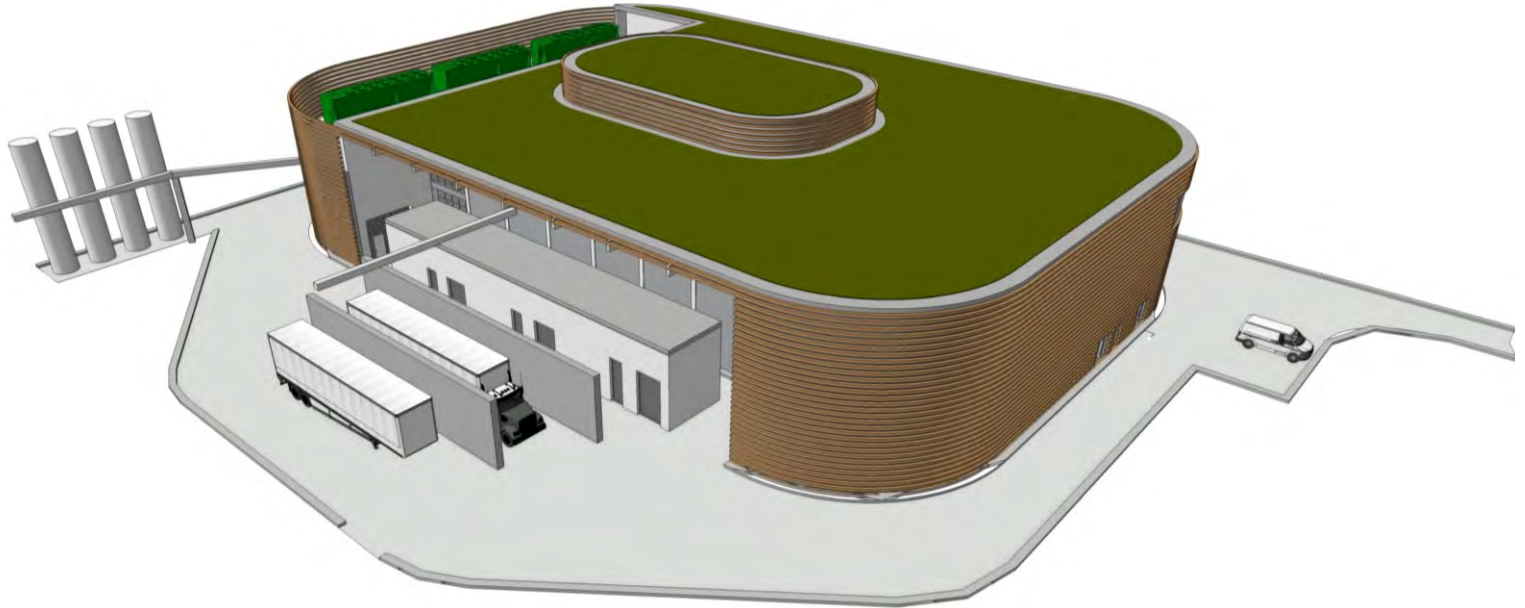
* Verglichen mit der H₂-Erzeugung aus Erdgas-Dampfreformierung

Wo stehen wir aktuell?

Die Leistungsphasen 1 bis 4 konnten erfolgreich abgeschlossen werden



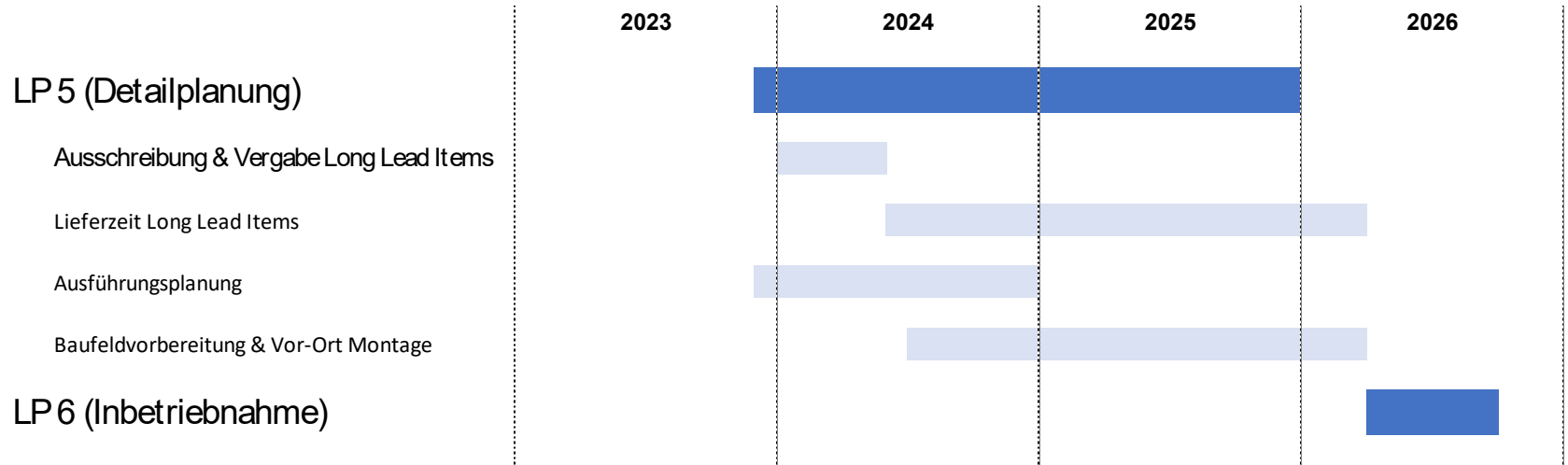
Mit folgendem Anlagendesign befinden wir uns derzeit in der Genehmigung



Unsere Anlage wird auf dem Betriebsgelände der Holborn Europa Raffinerie GmbH in Hamburg- Moorburg errichtet



Nach aktueller Planung können erste Wasserstoff-Lieferungen Ende 2026 realisiert werden





Zusammenfassung Projekt-KPIs:

- Installierte Leistung: 25 MW_{el}
- Technologie: Alkali
- H₂-Produktionsmenge: rd. 3100 t/a*
*davon rd. 2500 t/a für den Einsatz bei Holborn in der Dieselentschwefelung, rd. 600 t/a aktuell noch zur freien Verfügung
- H₂-Qualität: mind. 75% RFNBO-konform
- Förderung: 15 Mio. € (BMWK)
- Inbetriebnahme: Ende 2026

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Marleen Marks

Teamleitung

Projektentwicklung Wasserstoff

+49 40 253345 1549

marleen.marks@hansewerk.com

Copyright & Disclaimer

Copyright:

Copyright of all published material including photographs, drawings and images in this document remains vested in CRUSE Offshore GmbH (COG). Accordingly, neither the whole nor any part of this document shall be reproduced in any form nor used in any manner without express prior permission and applicable acknowledgements. No trademark, copyright or other notice shall be altered or removed from any reproduction.

Disclaimer:

CRUSE Offshore GmbH ('COG'), Hamburg, together with its Shareholders place this memorandum at the disposal of potential interested parties. The aforesaid editors of this memorandum give no guarantee of the correctness and/or completeness of the information contained therein or of other verbal or written information made available to the interested party. COG and its shareholders accept no liability and make no guarantee in relation to the plan figures and projections that are contained in this memorandum.

Each recipient of this memorandum declares and agrees that all the information contained within is strictly confidential and he will neither pass on this information himself nor through a third party, without the prior written consent of COG. This document or parts of its content must not be copied, duplicated or made accessible to third parties, without having obtained the prior written consent of COG.

This memorandum is non-binding and does not include a legally binding obligation regarding the disposal or acquisition of shares in the business or other parts of the assets neither for COG nor for its shareholders.

The content of this memorandum is not to be used as a binding basis for legal, business or taxation matters, but merely serves as information. Each interested party should undertake his own analyses, checks and due diligence to check the details provided and bears the costs in doing so, no matter whether it leads to a Sale and Purchase Agreement or not.

Recipients of this memorandum, who have no intention of pursuing this project any further, are requested to return this memorandum to COG immediately, without being asked, and to destroy any possible copies and computer documents created. The editors of this memorandum do not honor any liability based on or in connection with this memorandum. Any claim whatsoever - including pre-contractual stages - requires a legally binding Sale and Purchase Agreement or other legally binding Contract.

Challenge | reaching profitability of GREEN H₂

1

Drastic reduction of GREEN H₂ generation cost

2

Gigantic increase of GREEN H₂ generation volume

Our solution

Two fundamental actions to reach profitability:

1

Cutting CAPEX & OPEX by 50% due to no power grid connection

2

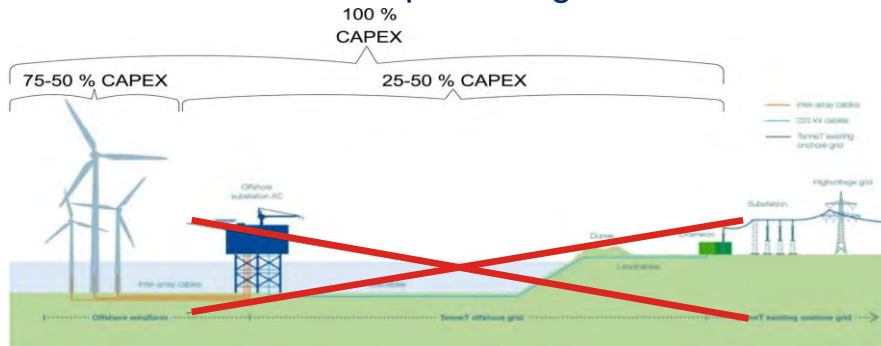
Doubling the power yield for **GREEN H₂** production by placing H₂ generation farms in areas with continuous high wind speeds

1 Cutting OPEX & CAPEX by 50%

OPEX: Offshore self-consumption means **no electricity grid charges, no taxes etc.**



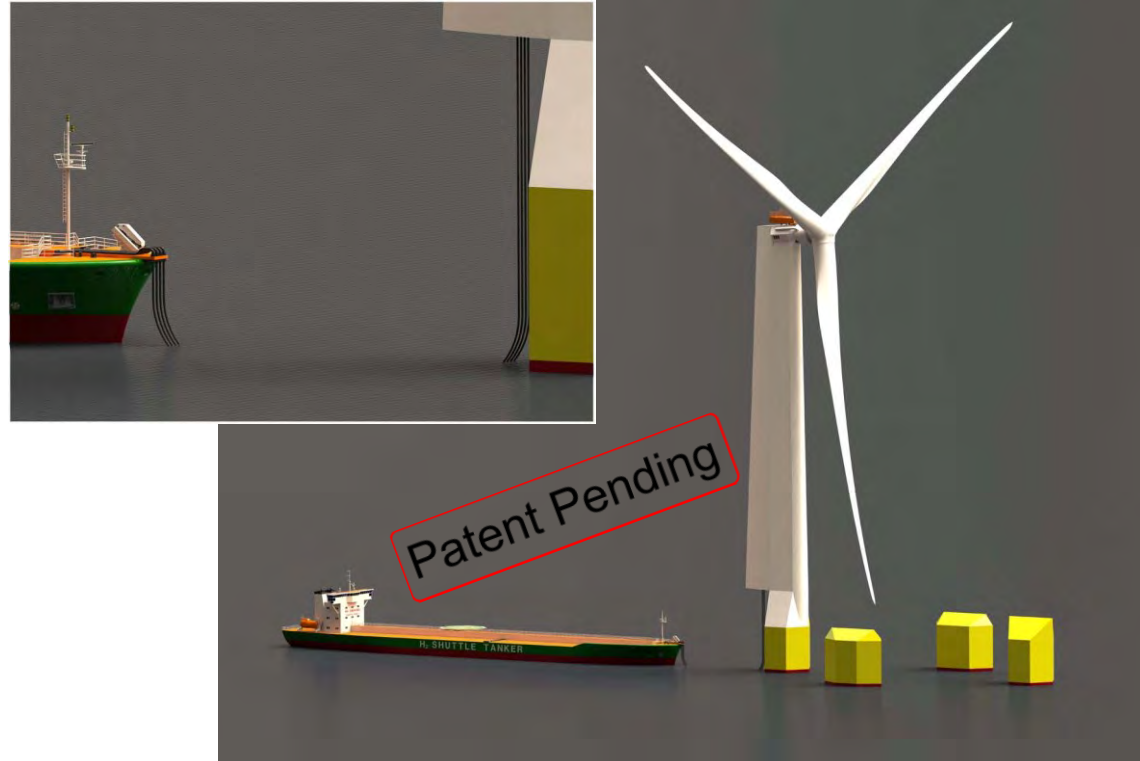
CAPEX: Decoupling from the electricity grid leads to savings of up to 50 % in investment costs compared to grid-connected offshore wind farms.



1st fundamental action to reach profitability

Cost-effective alternative

On/off loading with shuttle tanker from the offshore oil industry

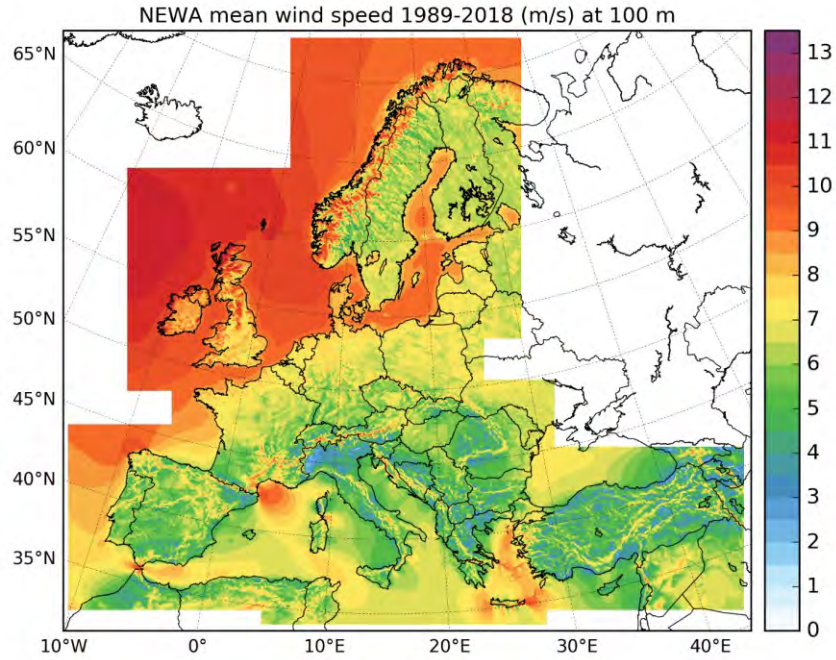


Solution: bind H_2 to Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHCs) – properties similar to diesel fuel

Supply: monthly exchange of LOHC by conventional shuttle oil tankers that supply global markets

Doubling the power for green H₂ generation

The energy production of a wind turbine increases exponentially by the third power of the wind speed. For example, an increase in wind speed from 8 m/s to 10 m/s results in a power increase of about 100 %.



$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

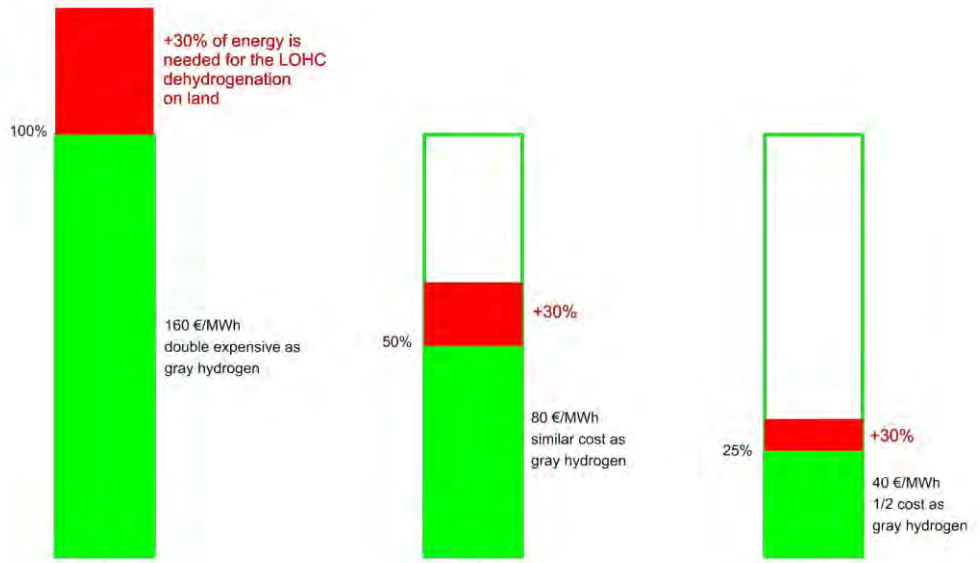
- P = mechanical power
- ρ = air density
- A = rotor disc area
- v = wind speed

2nd fundamental action to reach profitability

Long-term mean wind speed (1989-2018) at a height of 100 m for Europe.

Source: ©Björn Witha, ForWind

Profitability estimation for H₂ generation

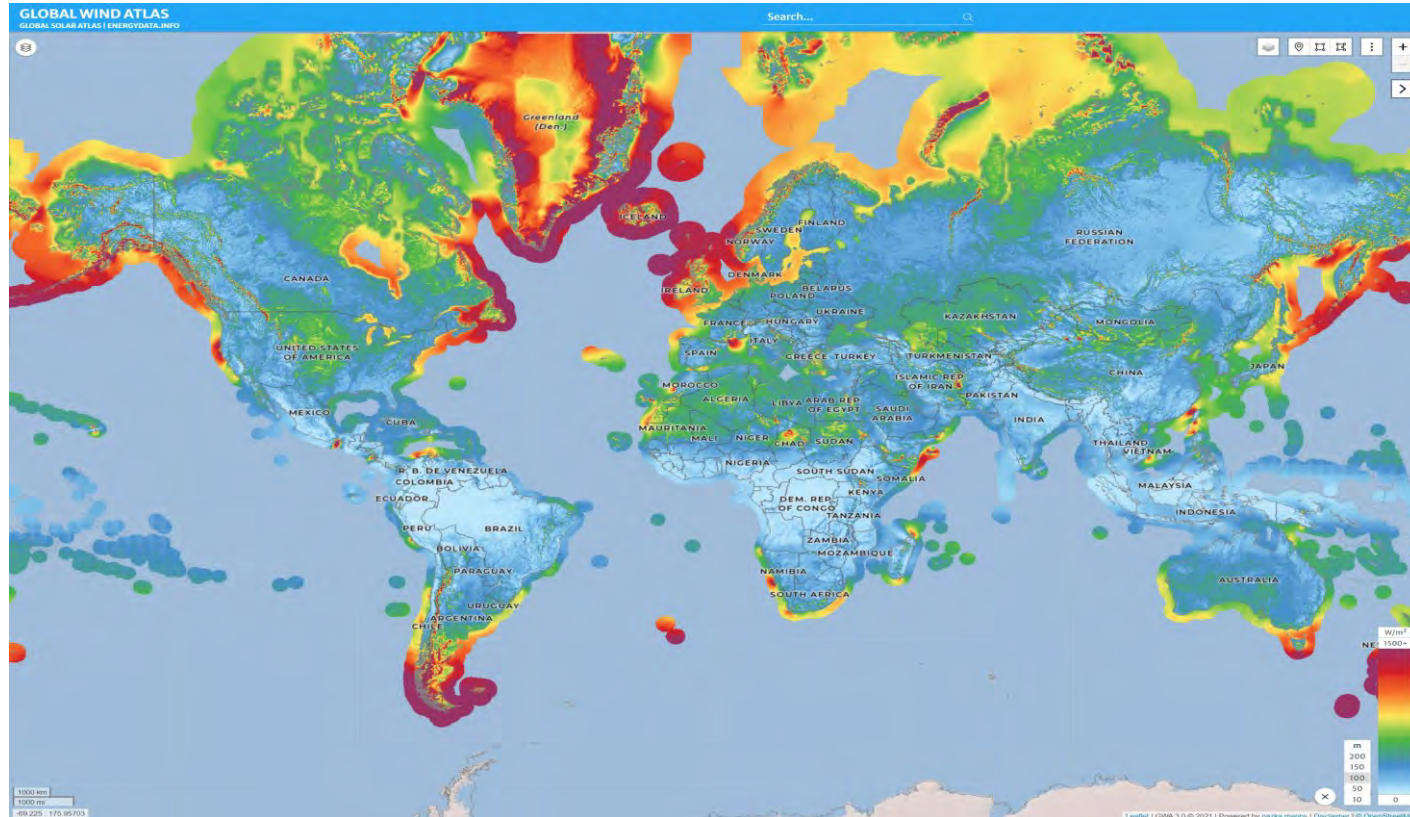


11.07.2023
 Green Hydrogen: approx. 160 €/MWh
 Gray Hydrogen: approx. 80 €/MWh
 Source: <https://e-bridge.com/competencies/energy-markets/hydex/>

Expected capacity factor 61 in high wind speed areas;
 Germany's averages offshore 37

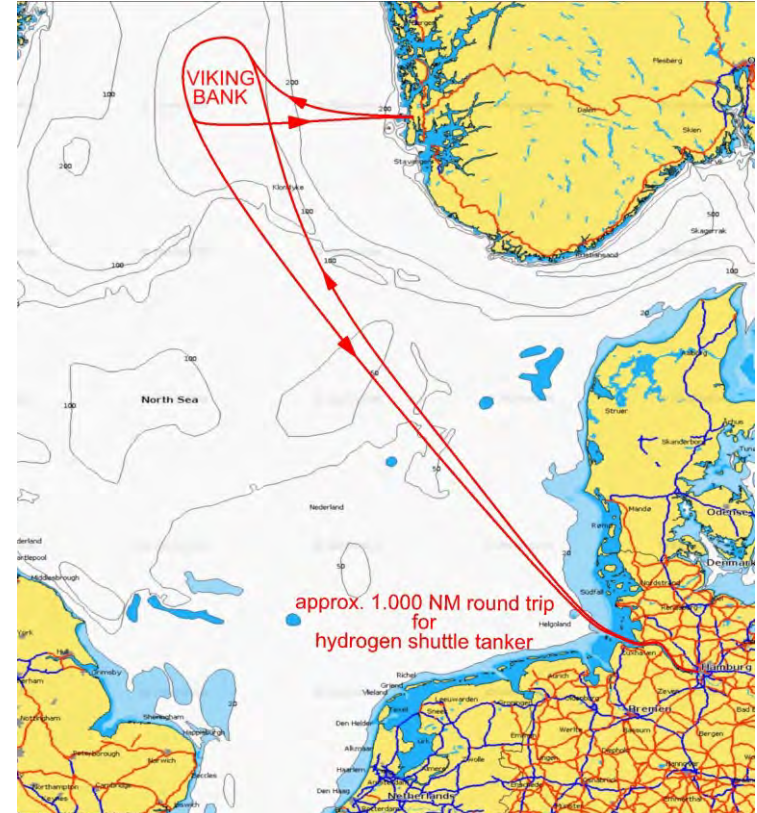
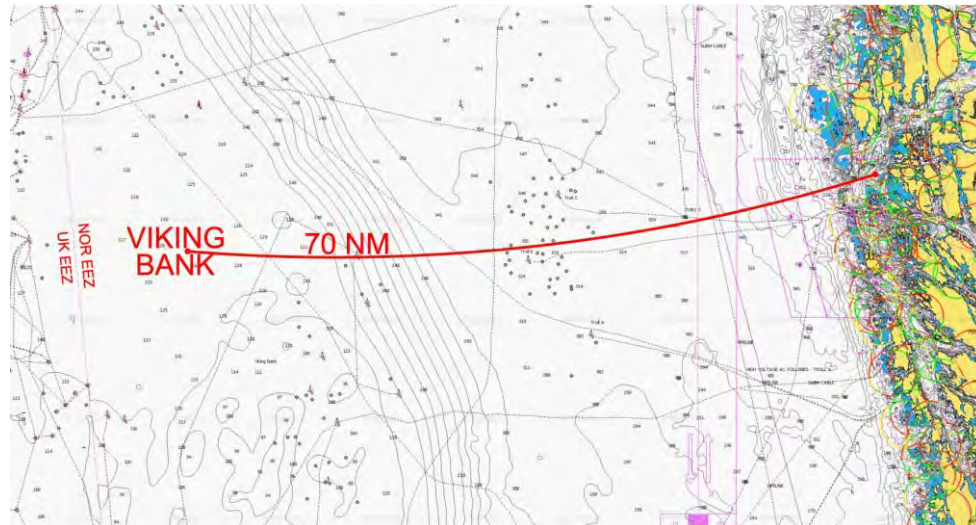
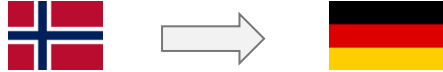
both fundamental actions to reach profitability

Offshore high wind areas in the vicinity of landmasses



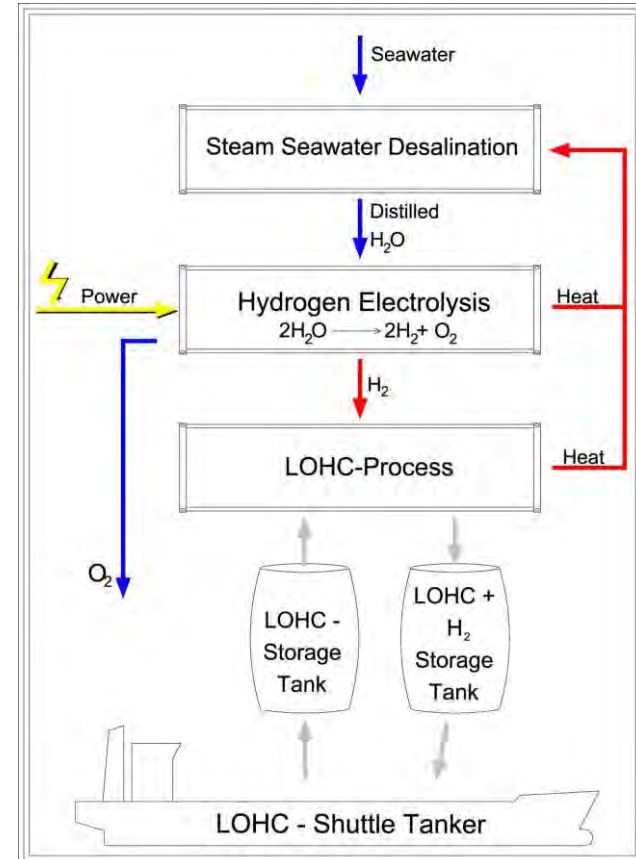
Global Wind Atlas, Mean Power Density at a height of 100 m Source: Technical University of Denmark – DTU

Offshore H₂ Farms next to industrial hubs



Sea transport, chart with water depths. Source: Navionics

Technical solution



Technical realization integrating existing technology

Serial production components:

Seawater desalination plant

- standard on ships - utilizing waste heat

Turbine

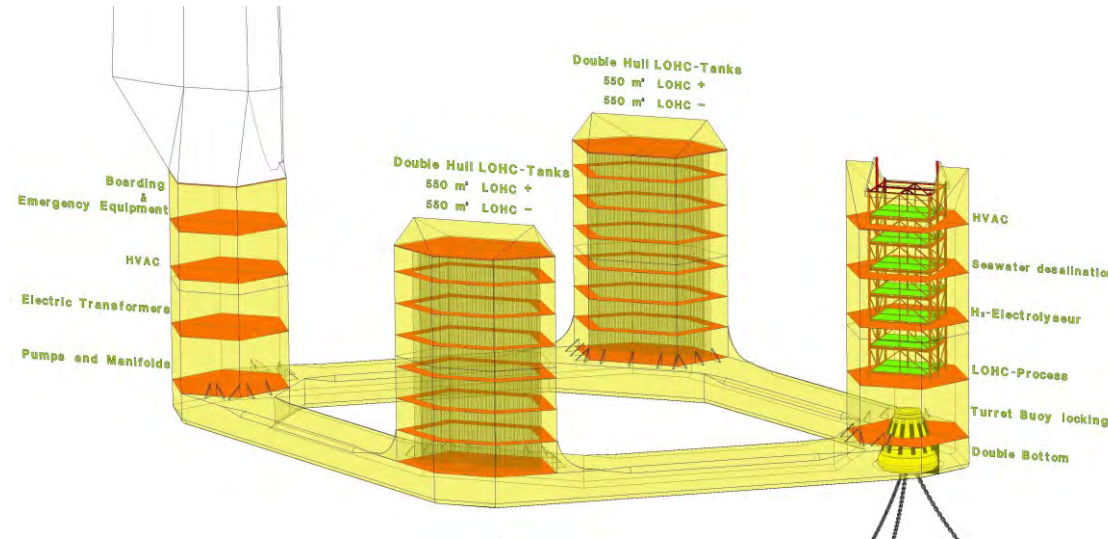
- SIEMENS Gamesa, 14-222 DD
- GE, HALIADE-X14 MW 220 m
- Vestas, V236-15.0 MW

Electrolyzer

- ITM Power
- SIEMENS energy
- Plug Power
- Nel
- Hystar
- H-TEC

Hydrogenation-Process

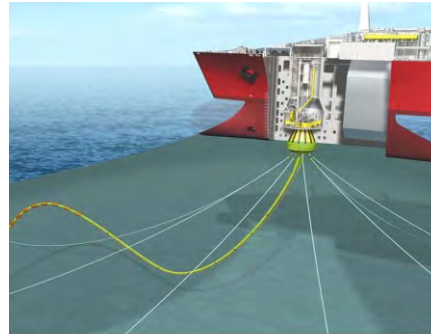
- Hydrogenous LOHC Techn., DEU



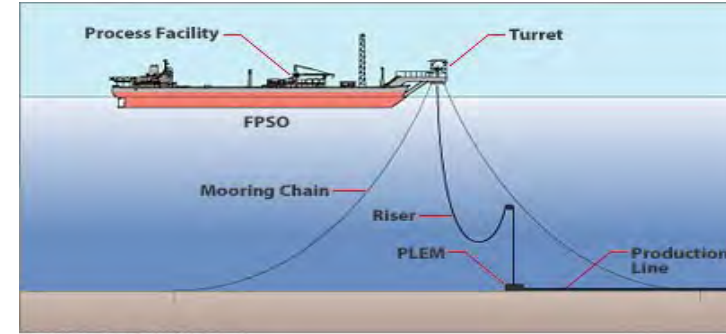
Use of proven established oil & gas technology



www.nov.com

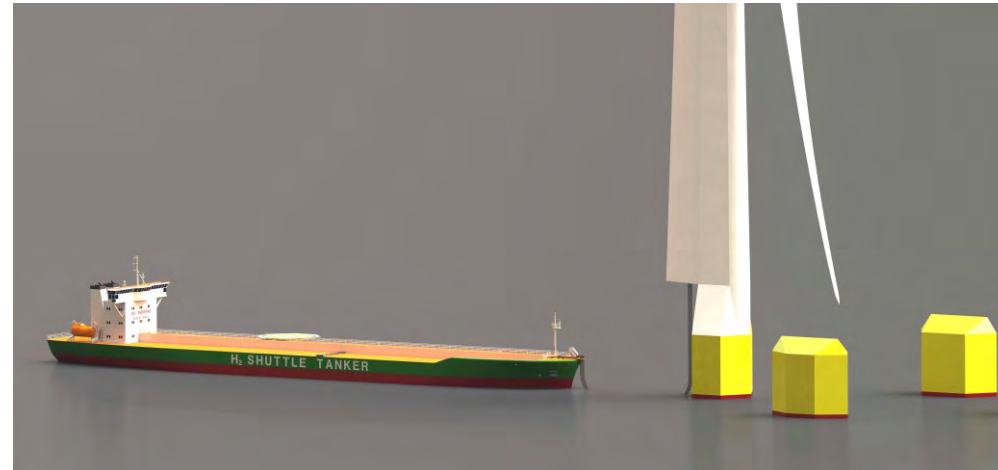


www.nov.com

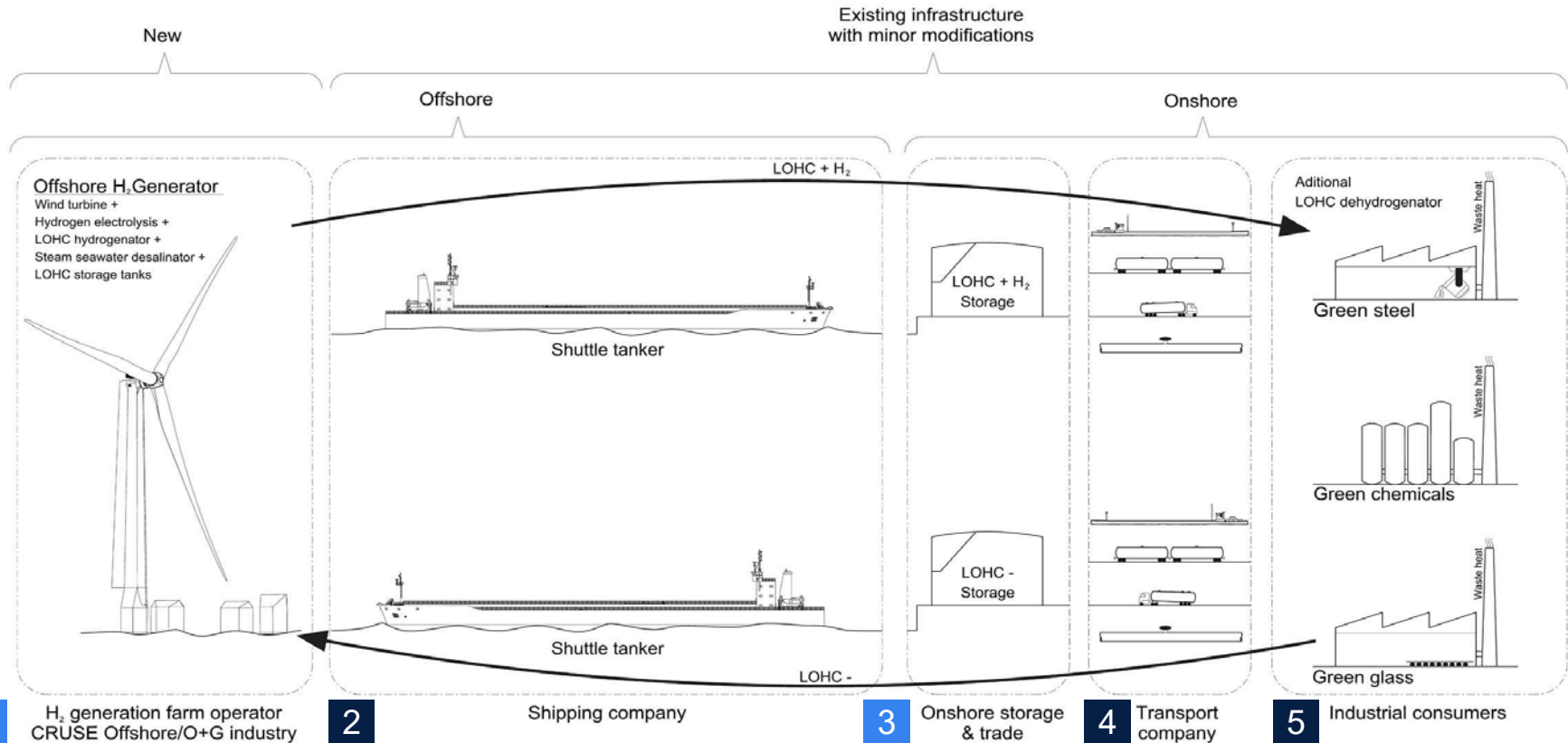


www.bentley-marine.com

FPSO off-loading by Shuttle-Tanker



Value chain



Hamburg H₂ Hub



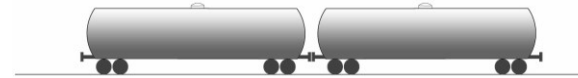
Potential existing storage site for Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC) in the port of Hamburg.

Source: Hamburg Marketing GmbH, Mediaserver Hamburg/Doublevision

Hamburg H₂ Hub, up to deep inland locations



Main railway- & inland waterway grid from Hamburg
Source: Hamburg Port Authority



Railway track systems for the assembly of tank wagons in the Hamburg port.

Source: Google



Liquid inland shipping

Source: <https://hgkshipping.de>

Risk minimization through scientific validation

Prototypenentwicklung eines schwimmenden Offshore-H₂-Generators und Planung von GW-Offshore-Wasserstoffparks – ProHyGen –

An das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Angewandte nichtnukleare Forschungsförderung im 7. Energieforschungsprogramm „Innovationen für die Energiewende“

Bekanntmachung vom 18.06.2021

Förderschwerpunkt	Sektorkopplung und Wasserstofftechnologien
Verbundprojekt	Ja
Koordination	Technische Universität Hamburg
Laufzeit	1. Juli 2023 – 30. Juni 2026
Projektkosten (TSD €)	1.850
Beantragte Fördersumme (TSD €)	1.471
Datum des Antrags	20. März 2023
Ansprechpartner	Prof. Dr.-Ing. Moustafa Abdel-Maksoud Am Schwarzenberg-Campus 1, 21073 Hamburg Tel: +49 40 42878 - 6053 E-Mail: m.abdel-maksoud@tuhh.de



The 3-year BMWK-funded project started on September 1, 2023.

The target is the planning of **low-cost GREEN H₂** generation in an **industrial scale** in Europe waters (EEZs).

Prototype development of a floating “Offshore H₂ Generator” and planning of “GW Offshore Hydrogen Farms”

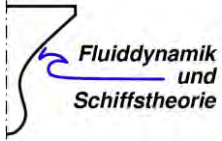
COG is the designer, the creator and grants licenses to build the structure and the H₂ farms.



Successfully executed simulation and verification

TUHH

Hamburg University of Technology



FOWT SelfAligner
Storm Operation
Slow Motion 50%
1:1 Equivalent:
Wave height, $H_w = 8,0$ m
Wave period, $T_w = 11,0$ s



Actual: Power grid expansion & Electricity price



Abbildung 5

Ziele für Netzausbau weit verfehlt

Ende September 2023 lag der Ausbau der Übertragungsnetze sieben Jahre und 6 000 km hinter dem Zeitplan.



Grafik: Bundesrechnungshof. Quelle: BNetzA: Monitoringbericht 2010, Netzausbaumonitoring 2013 – 2023.

High electricity prices as a risk

Very high electricity costs are already a burden on Germany as a business location and on private households.

The energy transition is associated with massive costs and **further price increases are foreseeable**. Investments of more than 460 billion euros will be required by 2045 for the expansion of the electricity grids alone.

Source: 07.03.2024 <https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2024/energiewende/kurzmeldung.html>

Summery

The **4 key reasons** for economic superiority are:

1. saves **up to 50%** of the CAPEX and drastic reduction of OPEX due to **no power grit connection**.
2. production of a wind turbine increases exponentially by the third power of the wind speed. Therefore, it is of great importance that the hydrogen generation farm is **placed in a continuously windy area**.
3. the rather expensive electrolyzer is supplied **24/7** throughout the year with the **maximum possible free harvested wind energy**.
4. LOHCs is storable in normal oil tanks without loss over time, and transportable with **existing oil infrastructure** such as tankers and trains. Requirement for a rapid market ramp-up.



Wir benötigen finanzstarke Partner, die diese
zukunftsweisende Innovation
begleiten möchten.

Für unsere **Industrie** und unseren **Wohlstand!**

Thank you for your attention!



AquaVentus

Tag der maritimen
Wasserstoffanwendungen

14. März 2024



**Grüner Wasserstoff aus Offshore Wind
Das Projekt AquaVentus**

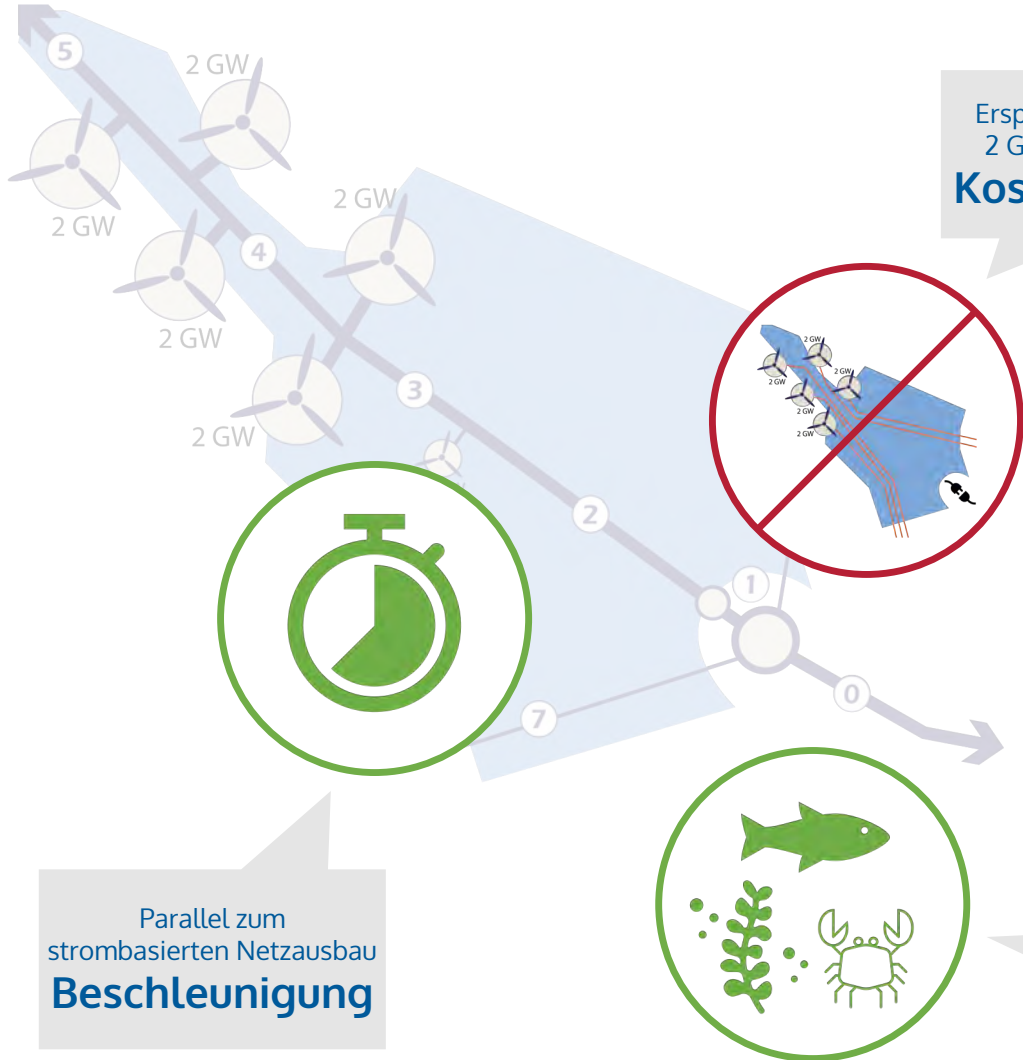
Die AquaVentus Vision



- Definition der Nordsee als "grünes Kraftwerk"
- Enormes "Erntepotenzial" für erneuerbare Energien gepaart mit einer Kombination aus Erfolgsfaktoren
 - Viel Wind und hohe Volllaststunden
 - Vergleichsweise wenig Flächenkonkurrenz
 - Räumliche Nähe zu Nachfragezentren
 - Technisch plausible Transportkonzepte für grüne Elektronen und Moleküle
- AquaVentus – Nutzung der Erfolgsfaktoren für effiziente Produktion von grünem Wasserstoff auf See durch Offshore-Elektrolyse und Transport per Pipeline



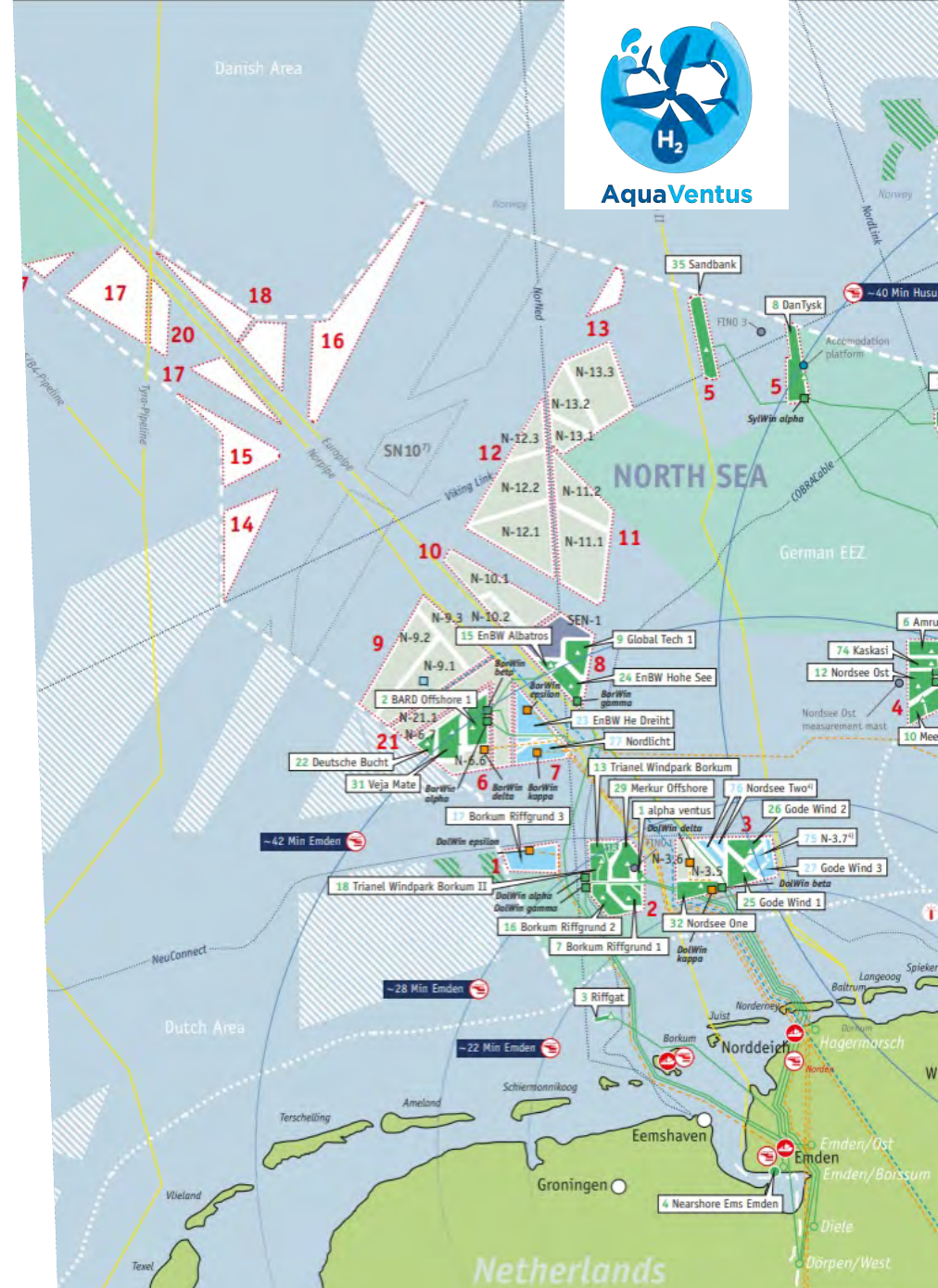
Warum ist AquaVentus sinnvoll?



Ersparnis von mehreren
2 GW HGÜ-Seekabeln
Kostensparnis

Parallel zum
strombasierten Netzausbau
Beschleunigung

Weniger Kabeltrassen
**geringere
Umweltbelastung**



Quelle: [AFRY Study - Comparison of system variants for hydrogen production from offshore wind power](#)
Bild: [WAB-Offshorekarte Nord- und Ostsee 2022](#)

Der AquaVentus Förderverein



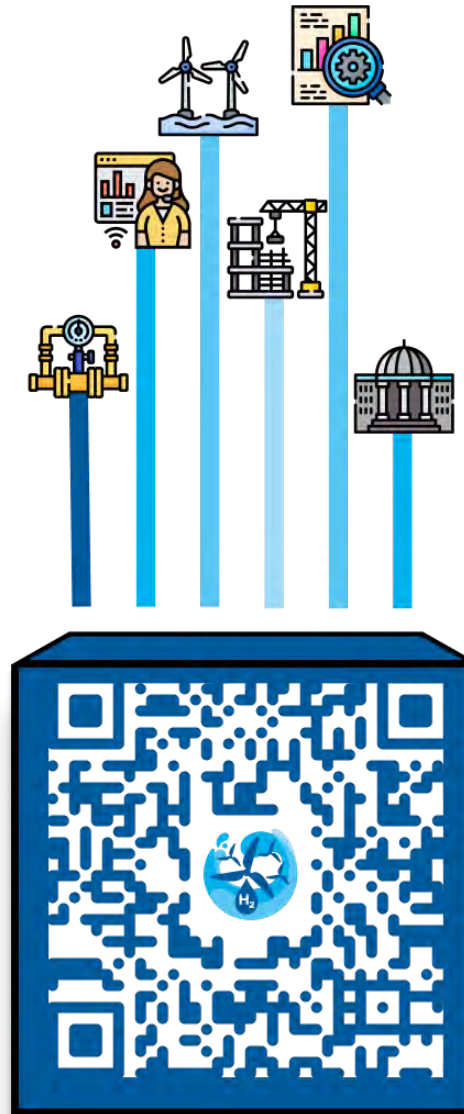
Mehr als 100 Mitglieder entlang der gesamten Wertschöpfungskette

Vision

Großskalierte Erzeugung von grünem Wasserstoff auf See aus Offshore-Windenergie in der Nordsee installieren und die zugehörige Transportinfrastruktur aufbauen

Realisierung

AquaVentus umfasst mehrere koordinierte Projekte entlang der Wertschöpfungskette, in denen engagierte und agile Konsortien an der Umsetzung der Vision arbeiten



Jörg Singer

1st Chairman
AquaVentus



Kirsten Westphal

BDEW



Martin Dörnhöfer

RWE Offshore Wind



Christoph von dem

Bussche

Gascade



Martin Gerhardt

Siemens Gamesa



Kay Martens

Treasurer
AquaVentus



Zusammenspiel von WKA und Elektrolyseur

Nutzung der Lernkurve durch den schrittweisen Auf- und Ausbau



AquaPrimus



AquaSector



AquaDuctus

AquaPrimus – der notwendige Praxistest

- Ausstattung einer Windkraftanlage mit Elektrolyseuren auf hoher See, Etablierung einer Lernkurve unter realen Bedingungen
- Demonstrationsprojekt(e) als elementar für die Vorbereitung für der Serienproduktion und den regulären kommerziellen Betrieb

AquaVentus-Pionier-Projekte – der „Proof of Concept“ in Windparkgröße

- Schaffung von technischen Lösungen für den weiteren Ausbau der Produktionskapazitäten
- Entwicklung der SEN-1-Fläche in Teilbereiche, um Realisierungschancen zu erhöhen
- Sukzessiver Aufbau von rund 1 GW Gesamtelektrolysekapazität
- Produktion von bis zu 100.000 Tonnen grünen Wasserstoff pro Jahr

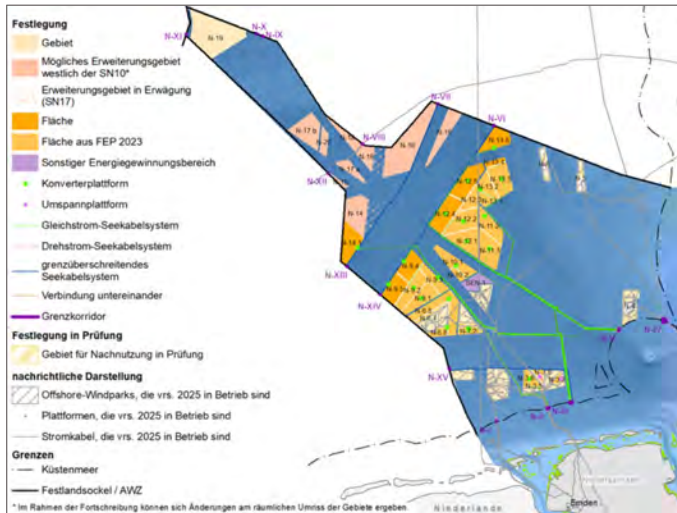
AquaDuctus – die Wasserstoffpipeline als Rückgrat

- Transport von großen Mengen Wasserstoff zum Festland (bis zu 20 GW)
- Teil eines diskriminierungsfreien Offshore-Pipelinenetzes in der europäischen Nordsee
- Teil des Kernnetzes mit Verbindungen zu Speichern und den Verbrauchszentren in Europa

AquaVentus in der AWZ Deutschlands



- Flächenentwicklungsplan ist der Fachplan für Windenergie auf See in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)
- Legt die Flächen für Offshore-Windenergieanlagen und **sonstige Energiegewinnungsbereiche** und deren Netzanbindungen sowie den Zeitplan für die Umsetzung fest
- Grundlagen für das Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG)



Quelle: [BSH.Meeresfachplanung](https://www.bsh.de/DE/Themen/Meeresfachplanung)

SEN-1-Teilflächen mit unterschiedlichen Konzepten

- Einspeisung des grünen Wasserstoffs in Sammelpipeline AquaDuctus
- Tender für Gebote auf SEN-1-Teilflächen erwartet in 2024
- AquaVentus-Position: Ausschreibung muss eine hohe Gewichtung von **qualitativen Kriterien** vornehmen, durch eine **passende Förderkulisse** flankiert werden und **Flexibilitäten ermöglichen**, um den Technologiehochlauf zu unterstützen
 - **Flexibilisierung von Meilensteinen und Konzepten**
 - **Projektrealisierung muss im Fokus stehen**
- **SEN-1 ist nur ein Zwischenschritt, um die AquaVentus Ziele zu erreichen (10 GW Offshore-Elektrolyse in der deutschen AWZ)**

Quelle: [BSH Meeresfachplanung](#)

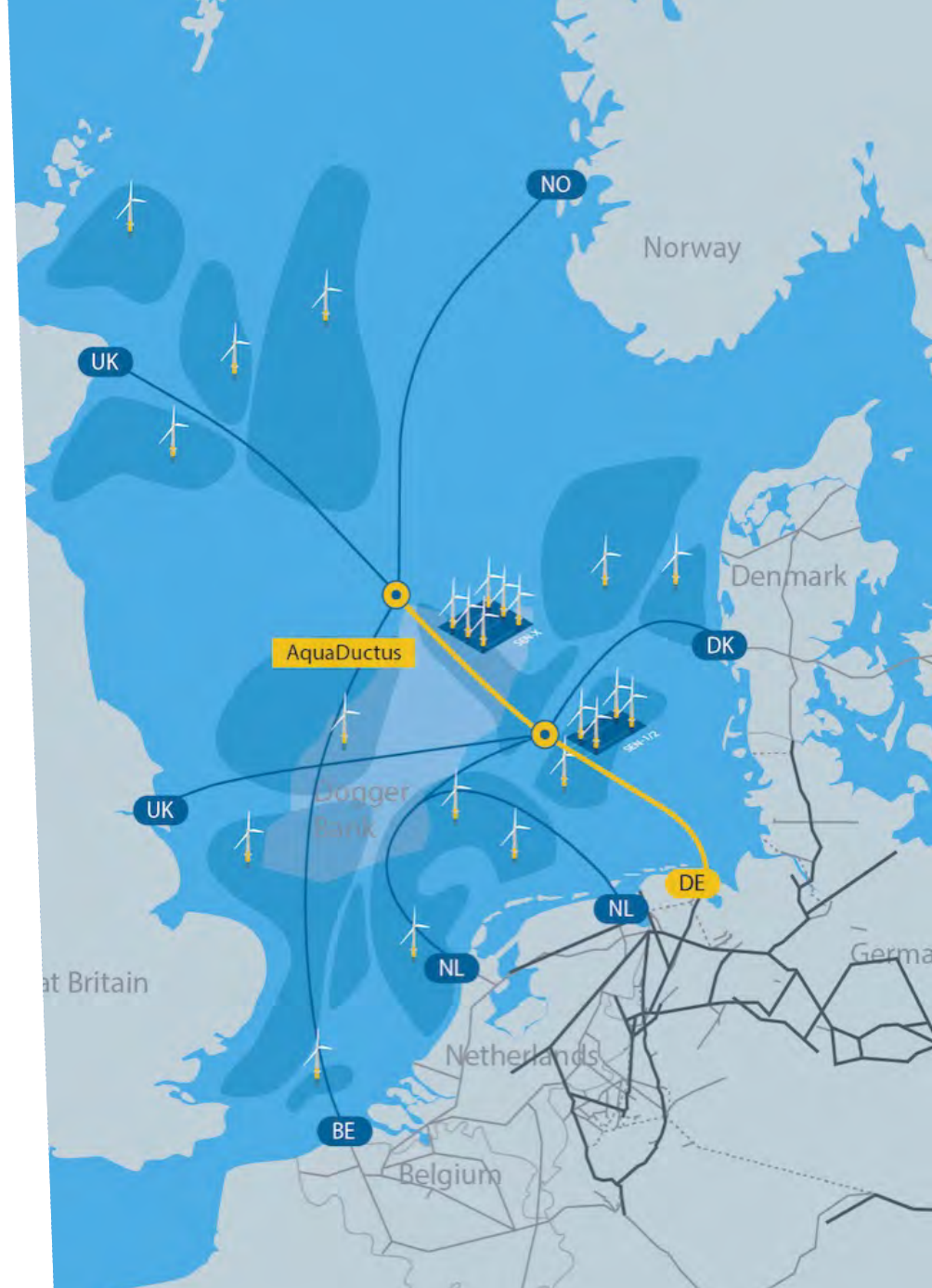


AquaVentus in Europa durch Zusammenarbeit und Unterstützung

- Schaffung konkreter Kooperationsabkommen zwischen den **Nordsee-Anrainerstaaten**
- **Offshore H2 Backbone** – Integration in das europäische Wasserstoffverbundnetz (Offshore und Onshore) inkl. Anbindung weiterer Gebiete für die Offshore-Wasserstoffproduktion
- **Integrierte Planung** der Strom- und Wasserstoffinfrastruktur einschließlich grenzüberschreitender Erzeugung und Transports
- AquaVentus (mit AquaDuctus) liefert **deutschen Beitrag** zum "Grünen Kraftwerk Nordsee", benötigt jedoch eine koordinierte europäische Vorgehensweise, um das volle Potenzial zu erschließen
- Zugang zu einem **Offshore-Wasserstoffpotenzial von 300 TWh***

"Grünes Kraftwerk Nordsee"

*Source: [DNV - Specification of a European Offshore Hydrogen Backbone](#)



AquaVentus Project-Showcast-Film

YouTube

<https://youtu.be/H0i2YpsG3Ug>





AquaVentus

The green energy revolution starts in the North Sea





Infrastruktur, H2-Transport und H2-Bereitstellung im Hamburger Hafen

Karin Debacher

HHLA ist ein vertikal integriertes Unternehmen für Hafen- und Transportlogistik entlang der gesamten Transportkette



Hafenbetrieb

- Containerumschlag
- Container bezogene Services (e.g. Lagerung, Reparatur)
- Mehrzweck Terminals



Intermodal

- Containertransport via Schiene und LKW im Hafenhinterland
- Betrieb von Inlandterminals



Logistik

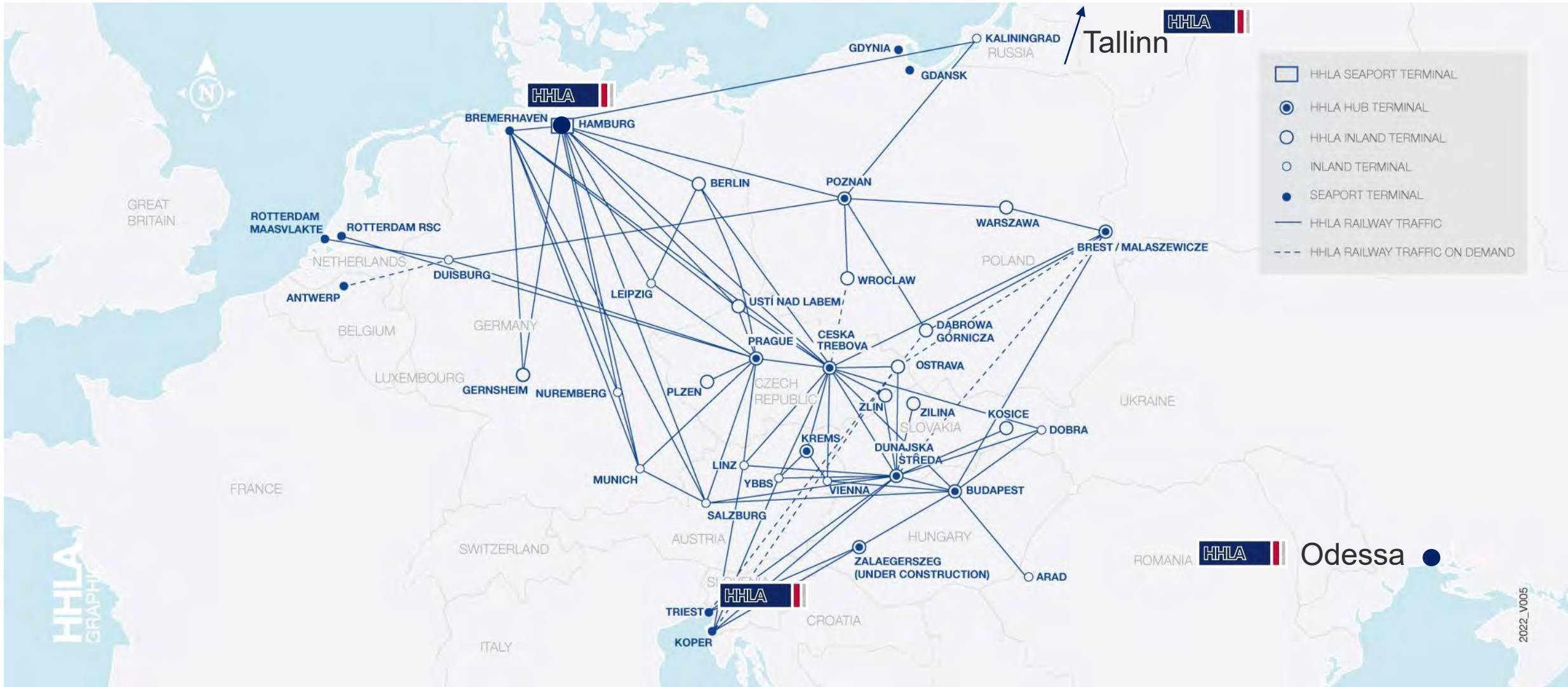
- Spezialist im Umschlag von Massengut, Fahrzeugen, Früchten etc.
- Beratung und Trainings



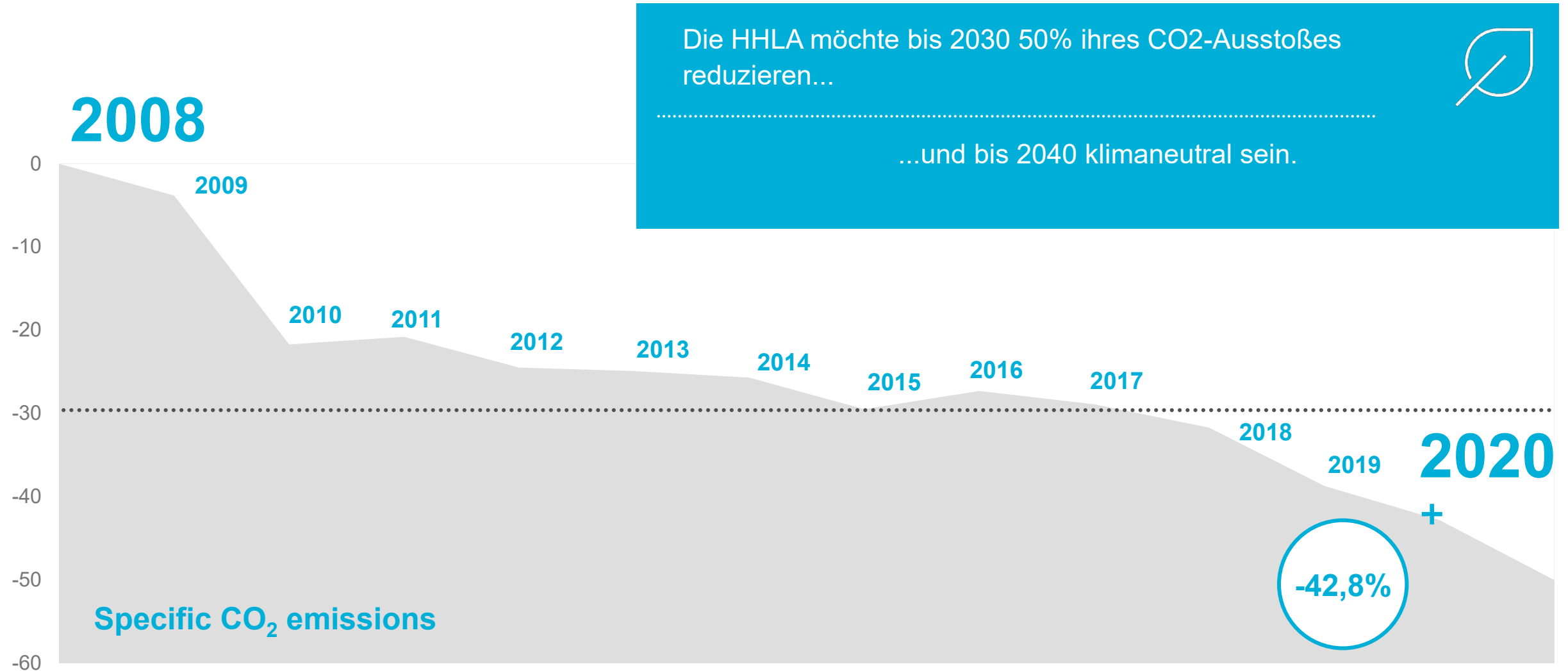
Immobilien

- DNA der HHLA Aushängeschild der Stadt
- Immobilienentwicklung und –verwaltung in der Speicherstadt und am Fischmarkt

Mit mehr als 600 wöchentlichen Verbindungen ist HHLA-METRANS der Marktführer im Hinterlandverkehr in Mittel-, Ost- und Südosteuropa



Klimaschutz ist fest in der HHLA verankert



Teil unserer Wasserstoffstrategie ist die Verknüpfung von Anwendungen in der Schwergutlogistik mit Import und Distributionsprojekten



Wasserstoff: Anforderungen der Abnahme entscheiden über Transportlösung



Metallindustrie

- Hoher Bedarf
- Pipelineanschluss



Logistics & Aviation

- Hohe Reinheit/Flüssig
- Spezifische Infrastruktur



Halbleiterindustrie

- Flüssiger Wasserstoff
- Spezifische Infrastruktur



KMU Industrie

- Mittlerer Bedarf
- Keinen Pipelineanschluss



Düngemittelindustrie

- Ammoniak
- Bestehende Infrastruktur



SAF & Synthetic Fuels

- Methanol
- Bestehende Infrastruktur

Ziel der Wasserstoffaktivitäten ist, profitable Wachstumsmärkte entlang der Transportkette von morgen zu erschließen

Konzeptphase



Machbarkeitsstudien für versch. Wasserstofftransportvektoren

Demonstrationsprojekte

Homepage | Media | Newsroom | Contact us

21.10.2022

Successful completion of the first ammonia test delivery from the UAE to Germany

The first low-carbon ammonia test shipment from the United Arab Emirates (UAE) to Germany was successfully completed with its arrival at multi-metal manufacturer Aurubis. As a leading European logistics group with strong ambitions to drive forward decarbonisation, Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) handled the test cargo at the climate-neutral Container Terminal Altenwerder in Hamburg.



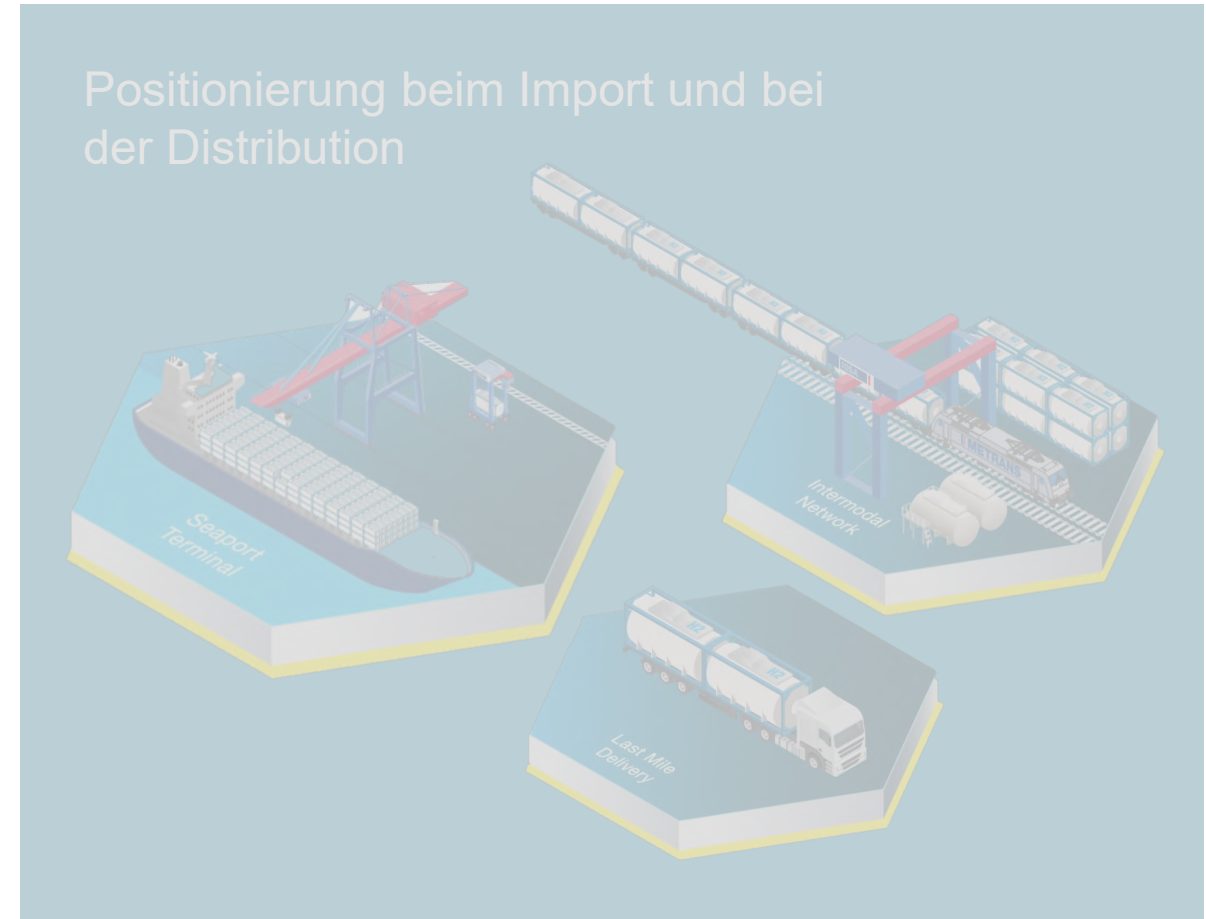
Erste Demonstrationsprojekte für die Versorgung mit H2

Skaliertes Importterminal



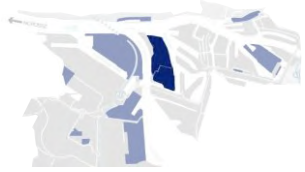
Aufbau eines liquid bulk Importterminals

Teil unserer Wasserstoffstrategie ist die Verknüpfung von Anwendungen in der Schwergutlogistik mit Import und Distributionsprojekten



HHLA plant die Umstellung von eigenen Schwerlastfahrzeugen in Hamburg und Europa auf einen Wasserstoffantrieb

Phase 0



Multimodale Testumgebung von Wasserstoffequipment

Proof of concept von Brennstoffzellen-equipment im Rahmen des Innovationsclusters CPL

CPL



Phase 1



H2 LoAD - Hydrogen Logistics Applications & Distribution

Umstellung auf BZ-Technologie an deutschen HHLA-Standorten inkl. Betankungsinfrastruktur



Phase 2



Europäische Ausrollung

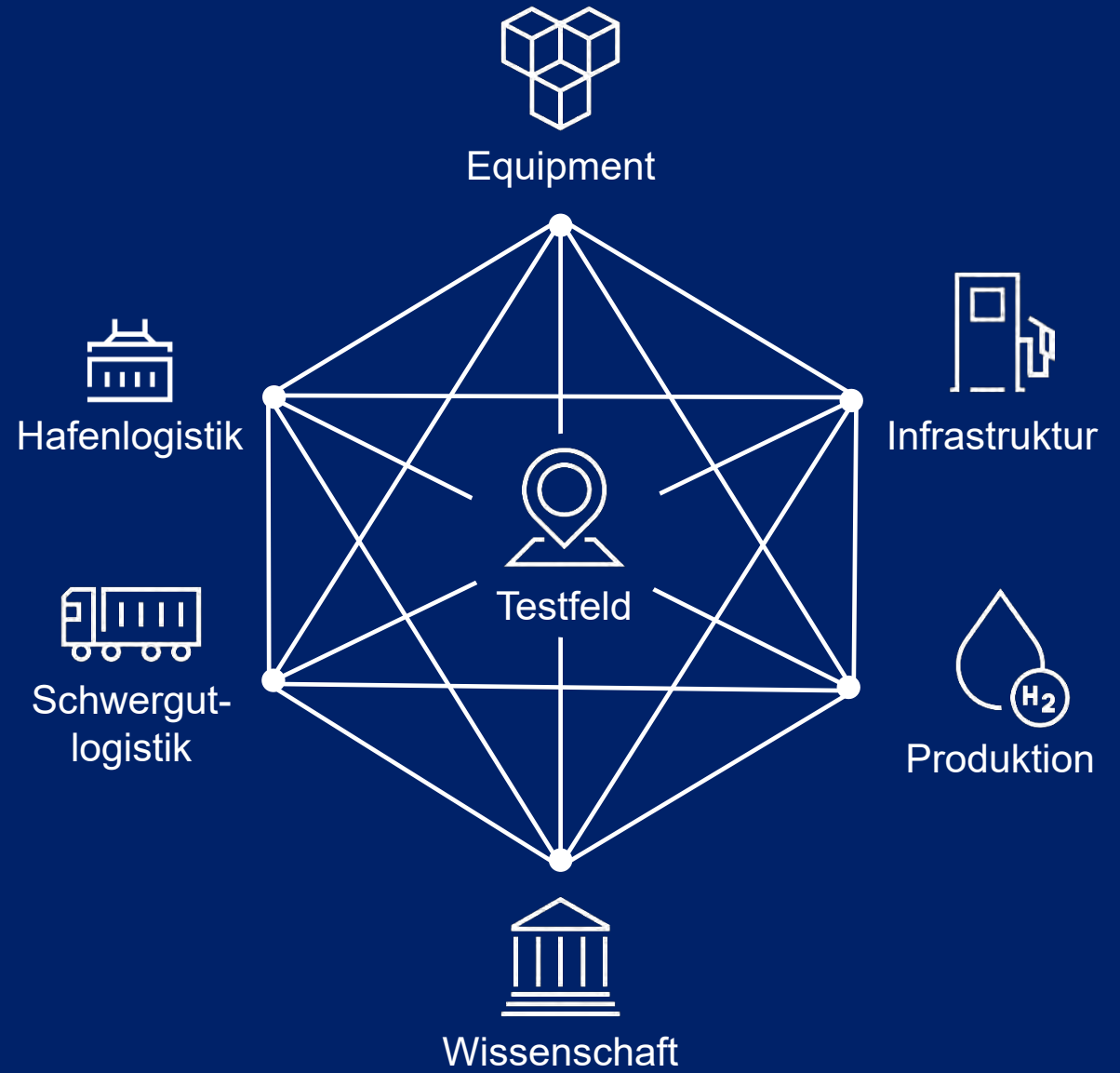
Nutzung der zuvor gesammelten Erfahrungen an anderen europäischen Standorten





Clean Port & Logistics

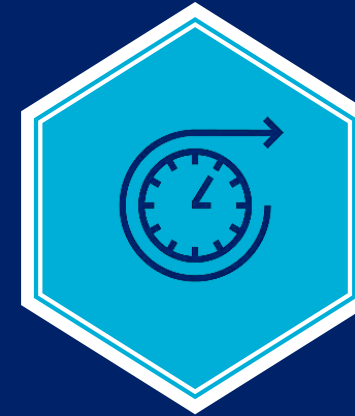
*Beschleunigung der
Transformation in
Schwergutlogistik und
Hafenbetrieb*



Die Ziele



Schaffung
robuster
Entscheidungs-
grundlage



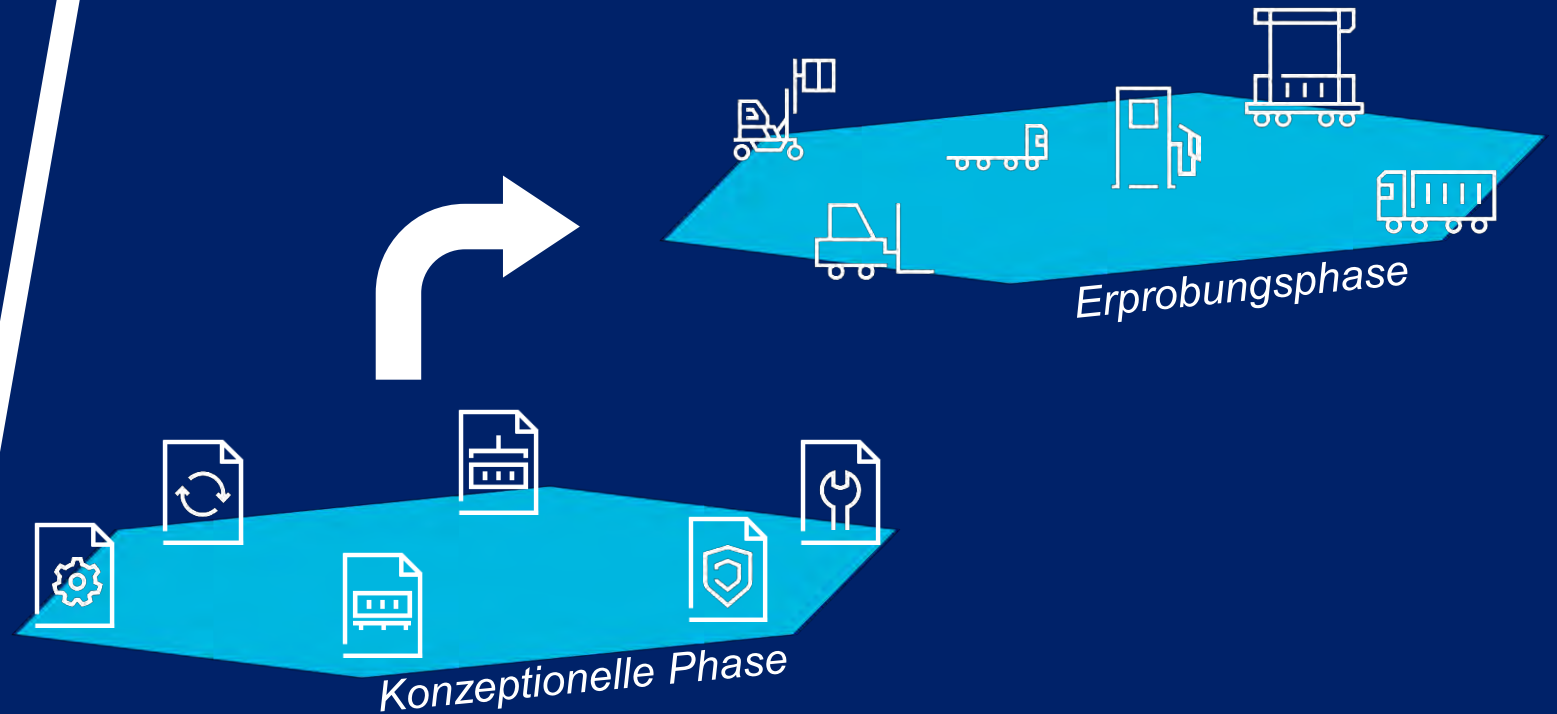
Schnellere
Marktreife der
Technologien



Lebendiger
Marktplatz, an
dem Anwender
passende
Lösungen finden

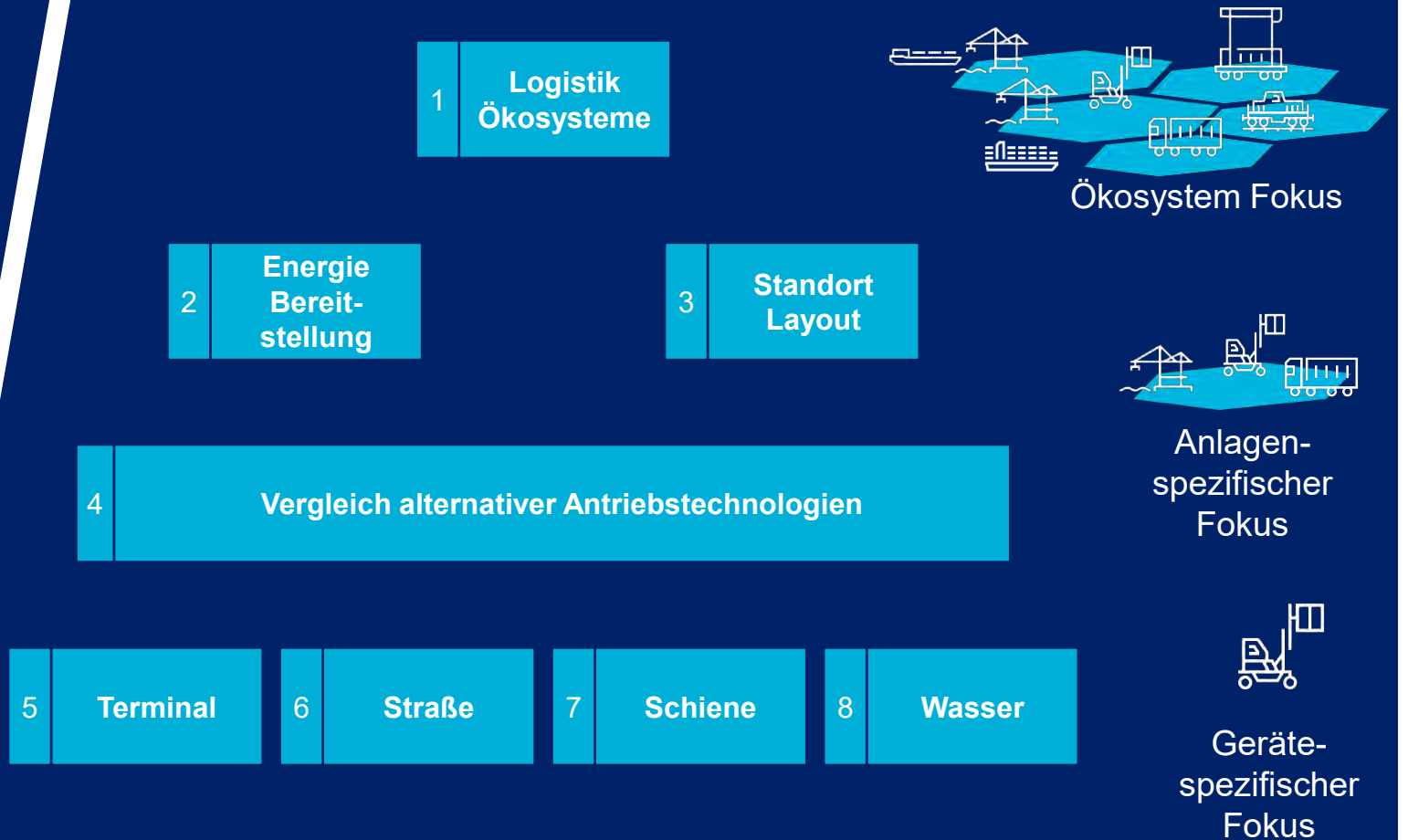
Das Vorgehen

*Validierung theoretischer
Konzepte im Echtbetrieb*



Arbeitsgruppen

Themen und Fokus



Die Mitglieder

global, regional, lokal





Danke

Karin Debacher

Leitung Wasserstoff-Projekte

Hamburger Hafen und Logistik AG

Bei St. Annen 1

20457 Hamburg

debacher@hhla.de

www.hhla.de

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Forschung, Beratung und Know-how-Transfer in
der maritimen Logistik

Wasserstoff- und PtX-Aktivitäten des ISL

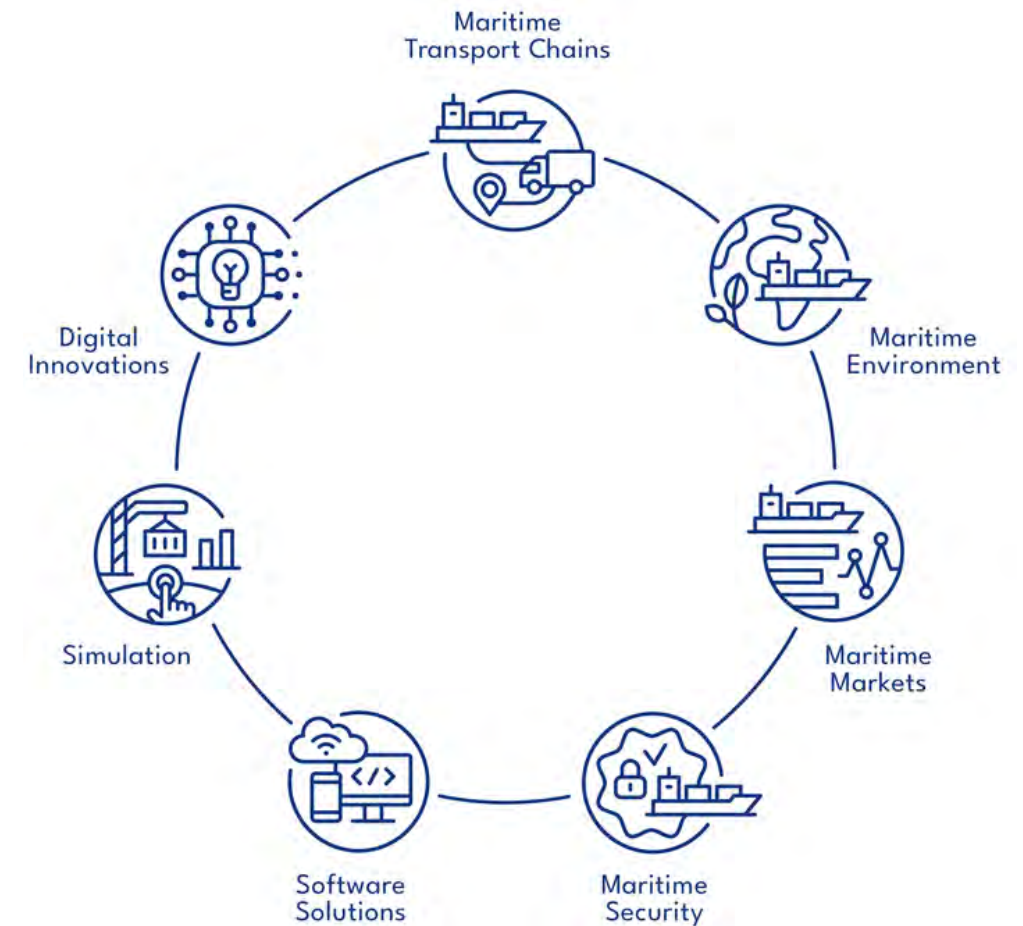
Dr. Nils Meyer-Larsen, Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen, Norderstedt, 14.03.2024



Das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Als Institut für angewandte Forschung schließt das ISL die Lücke zwischen Grundlagenforschung und Industrie. Es hat sich als eine der europaweit führenden Einrichtungen für Forschung, Beratung und Know-how-Transfer in der maritimen Logistik positioniert.

In seinen sieben Kompetenzbereichen bietet das ISL modernste Verfahren und Lösungen im Bereich der maritimen Logistik und greift dabei auf ein breites Spektrum von Expertenwissen seiner Mitarbeiter:innen zurück.



ISL Competence Areas



Maritime Markets

Analysen und Prognosen zur maritimen Wirtschaft



Maritime Security

Sicherheitskonzepte und -lösungen



Maritime Environment

Nachhaltigkeit im maritimen Sektor



Maritime Transport Chains

Optimierung von Transportketten und Logistikkonzepten



Simulation

Analyse und Optimierung von Umschlagsprozessen und Güterverkehrsströmen



Digital Innovations

Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, IoT und Blockchain



Software Solutions

Konzeption und Entwicklung individueller Lösungen



Bisherige Studien und Projekte (Auszug)

H2Cool Prelude: Anbahnung von Kühltransporten mit H2-LKW
(2021-2022)



Studie zur Rolle der Maritimen Industrie bei der Entwicklung einer deutschen Wasserstoff-Industrie für das Deutsche Maritime Zentrum
(2021-2022)



HTTB: Anbahnung der Nutzung von eFuels in den bremischen Häfen mit Fokus auf synthetischen Dieselkraftstoff (2021-2022)



Studie zur Entwicklung und Implementierung einer hafenzentrierten H2-Wirtschaft in den bremischen Häfen für bremenports; Ergebnis: Standortbetrachtungen für H2- und PtX-Importe über Bremerhaven
(2022-2023)



SeaEly: Direkte Meerwasser-Elektrolyse

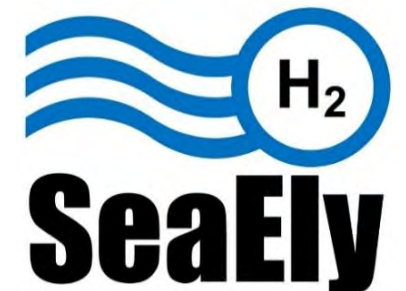
Förderung: „Ideenwettbewerb Wasserstoffrepublik Deutschland“ des BMBF

Koordination: Fraunhofer IWES

Laufzeit: 2022-2025

- Untersuchung der Elektrolyse von nicht-aufbereitetem Meerwasser und Brackwasser
- Schonung von Trinkwasserreserven
- Möglichst effiziente Offshore-Elektrolyse

www.isl.org/projekte/lpseaely



MariSynFuel: Grünes Methanol als Schiffstreibstoff

Förderung: BMDV „Entwicklung regenerativer Kraftstoffe“
Koordination: Technologie Transfer Zentrum ttz, Bremerhaven
Laufzeit: 2023-2026

- Lokale Herstellung von grünem Methanol als Schiffstreibstoff für die Uthörn des AWI
- Stufenweises Hochskalieren der Produktion
- Ziel: 500kg grünes Methanol pro Tag

www.isl.org/projekte/lpmarisynfuel



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Koordiniert durch:



Projektträger:



PROVIDE: Potentiale containerisierter maritimer H2-Transporte

Förderung: Angewandte Umweltforschung AUF aus Mitteln des Landes Bremen
Laufzeit: 2023-2024

- Deckung kleinerer und mittlerer Wasserstoffbedarfe über maritime Importe
- Wasserstoff-Transportschiffe erst ab 2027-28 erwartet, Pipelines noch später
- Einsatz von marktverfügbaren H2-Transportcontainern
- Verwendung der vorhandenen Container-Infrastruktur
- Untersuchung der technischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Machbarkeit

www.isl.org/projekte/lpprovide



Die Senatorin für Umwelt,
Klima und Wissenschaft

Bremerhavener Gesellschaft
für Investitionsförderung
und Stadtentwicklung mbH

b!s

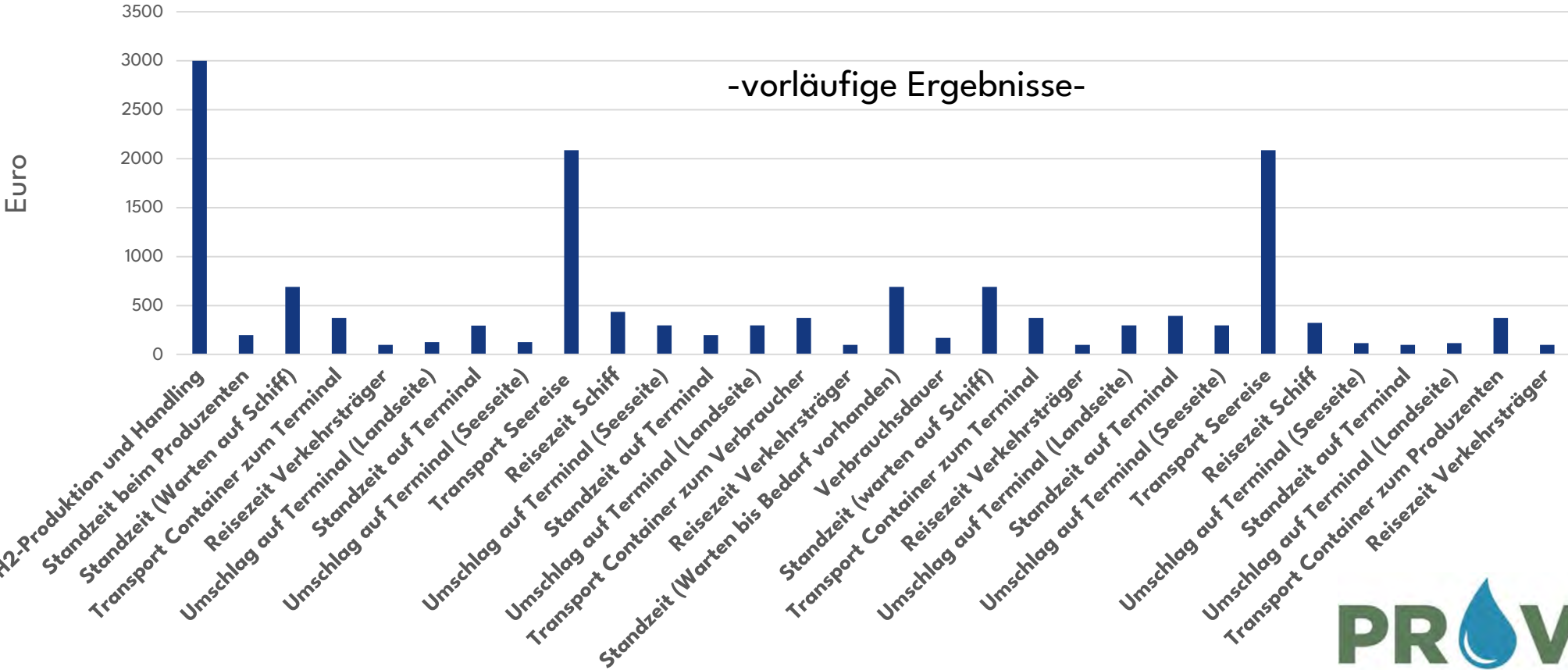
PROVIDE

POTENZIALE CONTAINERISIERTER WASSERSTOFFTRANSPORTE

PROVIDE: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Referenzszenario)

Beispiel Norwegen, Transport als regulärer Seecontainer

Kosten entlang der Transportkette



North Sea Hydrogen Valley Ports

Förderung: EU INTERREG North Sea

Partner aus Bremen: Senatorin für Wirtschaft, Häfen und Transformation;
ISL

Beteiligte Häfen: Bremen/Bremerhaven, Brest, Esbjerg, Den Helder
Laufzeit: 2024-2026

- Unterstützung der Umsetzung von Wasserstofftechnologien in der maritimen Industrie auf EU-Ebene
 - Umschlag von grünem Wasserstoff und PtX-Kraftstoffen in Häfen
 - Einführung neuer Technologien für Hafenoperationen
 - Neue Schiffsdesigns
- Entwicklung eines "Port Hydrogen Valley Master Plans" als Leitfaden für europäische Häfen zur Etablierung einer effizienten Wasserstoffwirtschaft
- Aufbau eines Netzwerks für den Austausch von Know-how und Erfahrungen zwischen Häfen und anderen relevanten Stakeholdern



www.isl.org/projekte/lpnorth-sea-hydrogen-valley-ports

**Interreg
North Sea**



Kontakt



Institut für
Seeverkehrswirtschaft
und Logistik

Dr. Nils Meyer-Larsen

Leitung Maritime Security &
Hydrogen

+49 421 22096-53

meyer-larsen@isl.org

ISL BREMEN

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Universitätsallee 11 – 13

28359 Bremen

ISL BREMERHAVEN

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Barkhausenstraße 2 (t.i.m.e.Port II)

27568 Bremerhaven

www.isl.org



EMISSIONSFREIER HAFEN

Projekt 2024 – 2026

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



Ziele



- Werkzeug zur Bewertung der Zuverlässigkeit der Logistikketten beim Einsatz von emissionsarmen oder –freien Technologien
- Lösungen für die Umstellung einzelner Systeme stehen nicht im Vordergrund
 - Mit Ausnahme der Lade- und Versorgungsinfrastruktur, die für das Gesamtsystem entscheidend ist
- Orientierungshilfe für Politik, Unternehmen und weitere Akteure: Welche Auswirkungen hat die Dekarbonisierung auf die Zuverlässigkeit des Hafens

Ansatz

- Expertise, Methoden und Erfahrung von elf DLR-Instituten zusammenbringen

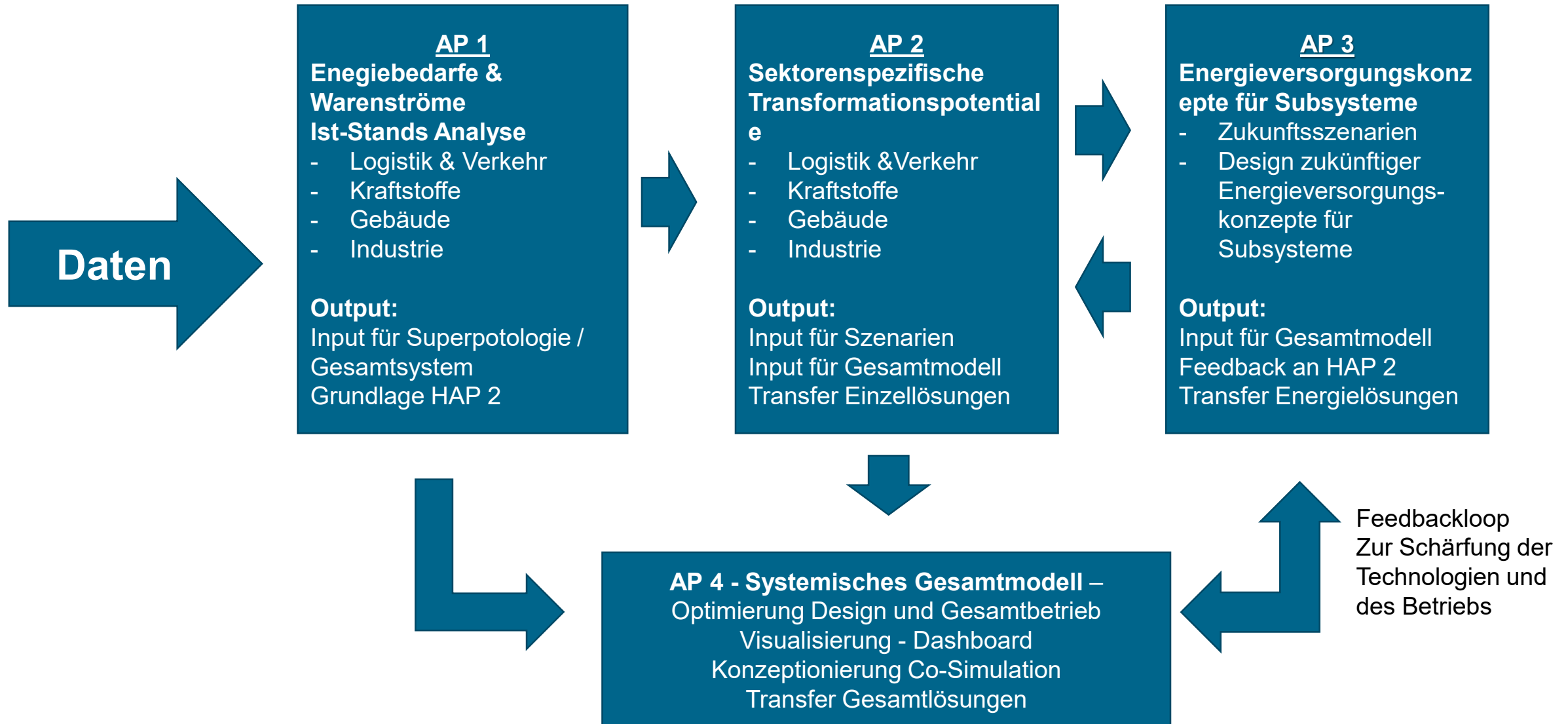
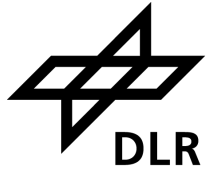


Wir müssen das Ökosystem Hafen verstehen



- Häfen emittieren Treibhausgase
 - Als Teil des Seeverkehrssystems
 - Als Industriestandort
 - ...
- Eine Vielzahl von Akteuren bilden ein Gesamtsystem
- Daten und Modelle zur Logistik und zum Energiebedarf von Teilsystemen liegen vor
- Analysen und Modelle des Gesamtsystems Hafen, die die einzelnen Teilsysteme konsequent verknüpfen, sind uns nicht bekannt
- Es fehlt eine grundlegende Datenerhebung

Projektstruktur



AP 1 Datensammlung in Zusammenarbeit mit Hafenakteuren, Analyse und Modell der Energiebedarfe und Warenströme (Ist-Zustand), Definition aller relevanten Subsysteme und Schnittstellen

AP 2 Identifikation von Energieeinsparmöglichkeiten, Hebung von Effizienzpotenzialen, Identifikation von Einsatzmöglichkeiten einzelner Technologien, Ausarbeitung von Technologiebausteinen für eine zuverlässige Logistik & emissionsfreie Energieversorgung - Details je nach Datenlage

AP 3 Entwicklung von Energiekonzepten für Teilbereiche des Hafens, z.B. Verkehr, Industrie, etc., durch Verknüpfung der in WP 2 entwickelten Einzelmaßnahmen & Abbildung der Wechselwirkungen zwischen den Einzelmaßnahmen

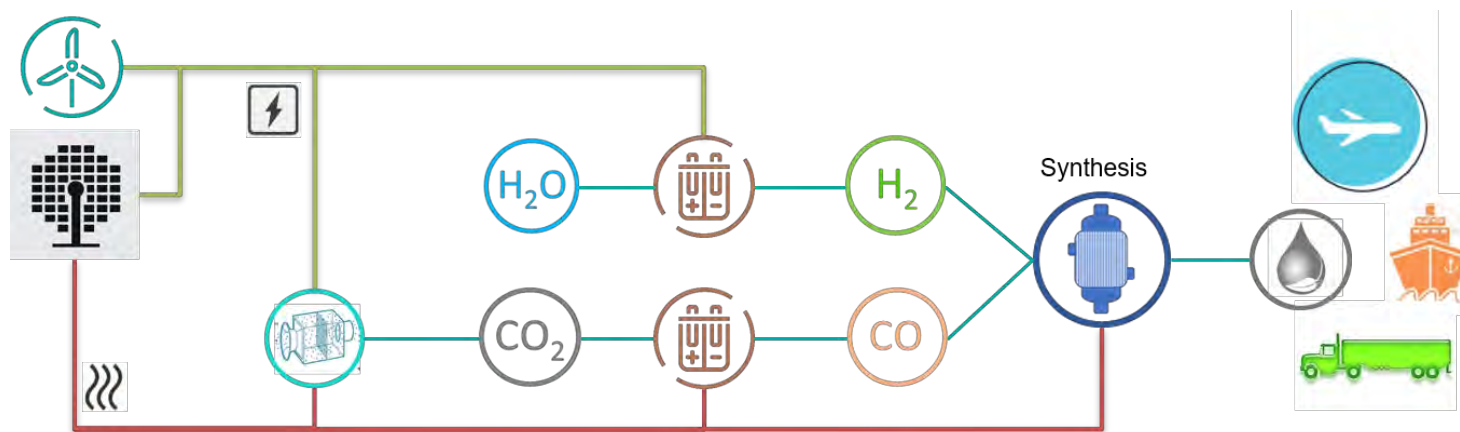
AP 4 Entwicklung von Energiekonzepten für das Gesamtsystem Hafen auf Basis einer Gesamtsystemsimulation durch Integration und Anpassung neuer Systemkomponenten (Erneuerbare-Energien-Kraftwerke, Speicher, Mobilität, etc.) sowie Interaktion mit dem Außenraum & Kopplung an die Logistiksimulationsumgebung

Mögliche Bausteine zukünftiger Versorgungskonzepte

Beispiel vom DLR – Institut für Technische Thermodynamik

Elektrolyseure + Brennstoffzellen

- Hybridsystem ermöglicht flexible Produktion von H_2 , Synthesegas und Strom (+Wärme)
- Stoffliche Produkte als Langzeit-Energiespeicher
- Bei Nutzung verfügbarer überschüssiger Wärme sind Wirkungsgrade bis 85% erreichbar (PtH_2)
- Reversible Fahrweise ermöglicht bedarfsgerechte Bereitstellung von elektrischem Strom und Wasserstoff



Beispiel SOEC/SOFC: GALACTICA (30 kW FC; 120 kW EC)

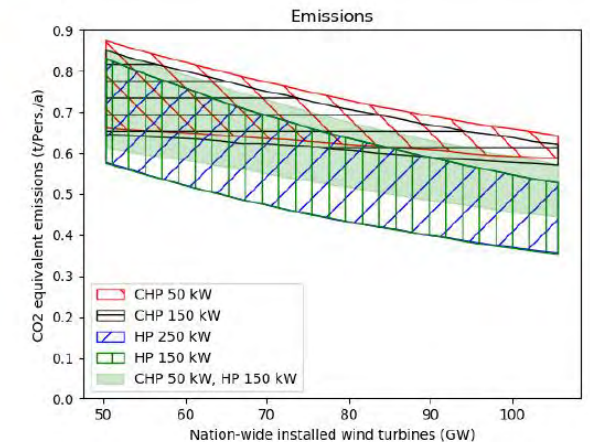
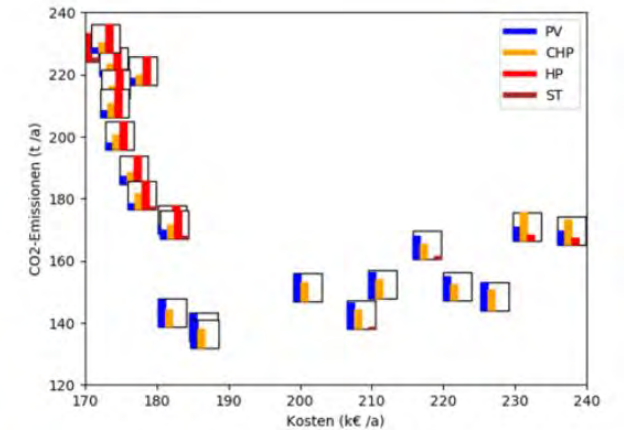
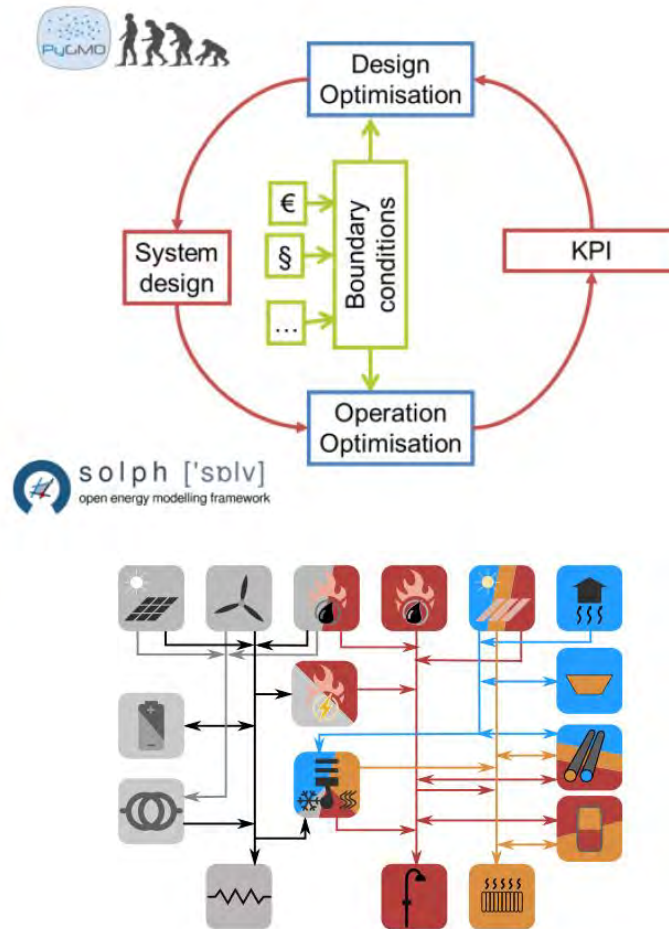


Beispiel AEL: ARTEMIS (2x 2 kW Alkaline Electrolyser testrig)

Methoden für die Gesamtsystemmodellierung

Beispiel vom DLR – Institut für Vernetzte Energiesysteme

MTRESS



MTRESS – Simulationsmodell für Energieversorgungssysteme (dlr.de)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Maximilian Simon-Schultz

Email: maximilian.simon-schultz@dlr.de

Telefon: +49 4152 8488144

Impressum



Thema: **Emissionsfreier Hafen**

Datum: 2024-03-14 (JJJJ-MM-TT)

Autor: Maximilian Simon-Schultz

Institut: Institut für Maritime Energiesysteme

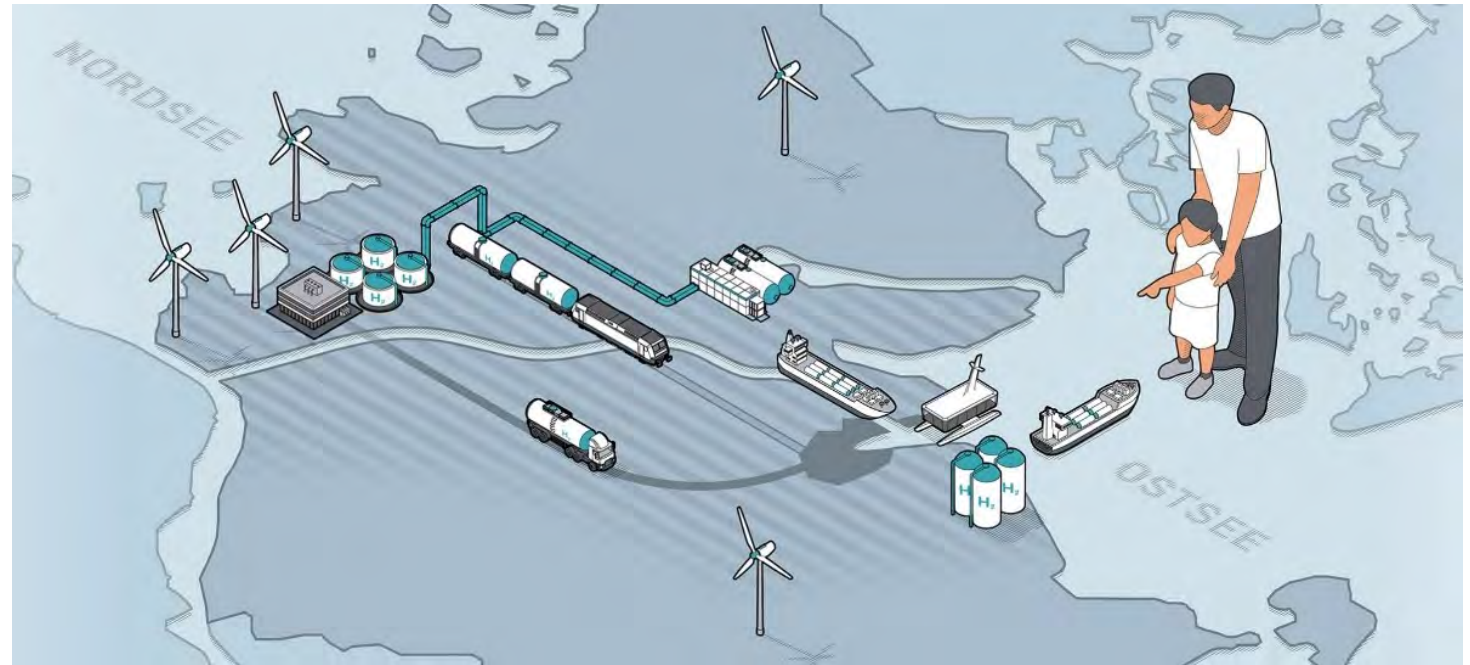
Bildquellen: Alle Bilder „DLR (CC BY-NC-ND 3.0)“,
sofern nicht anders angegeben

CAPTN Energy – Wir bringen erneuerbare Energien zur maritimen Anwendung



Tag der maritimen
Wasserstoffanwendungen,
14.03.2024, Norderstedt

Dr. Sebastian Scholz,
Innovationsmanagement



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

wir! Wandel durch
Innovation
in der Region

GEFÖRDERT VOM

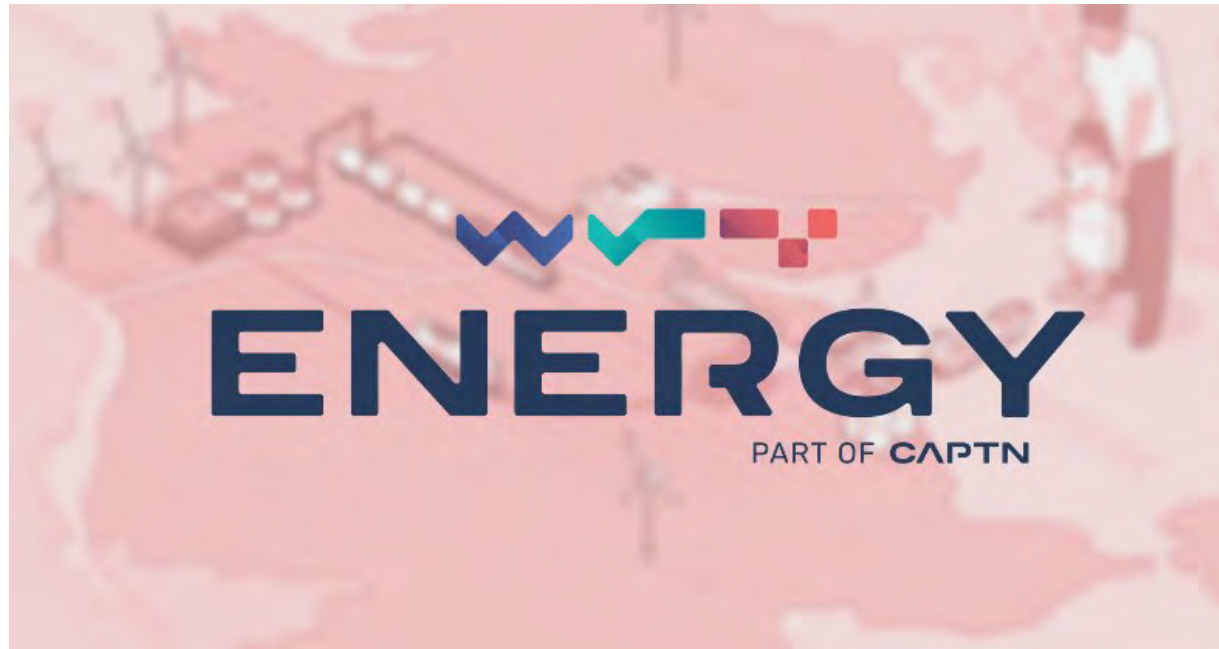


SH
Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende,
Klimaschutz, Umwelt und Natur



CAPTAN-Initiative

Clean **A**utonomous **P**ublic **T**ransport **N**etwork



FÖRDE 5G

5G-Innovation auf der Kleiner F...

Erneuerbare Energien für
maritime Anwendungen

optimalen Verkehrsfluss >



Das CAPTN Energy Innovationsfeld

CAPTN Energy wird mit innovativen technisch, rechtlich, wirtschaftlich und gesellschaftlich orientierten **Forschungs- und Entwicklungsprojekten** erfolgreiche Lösungen für die Umwandlung, Speicherung, Übertragung und Nutzbarmachung von erneuerbaren Energien für maritime Anwendungen hervorbringen.



Die Bündnisregion



Bündnisregion: Kreise Dithmarschen, Plön, Rendsburg-Eckernförde und Steinburg sowie die kreisfreien Städte Kiel und Neumünster

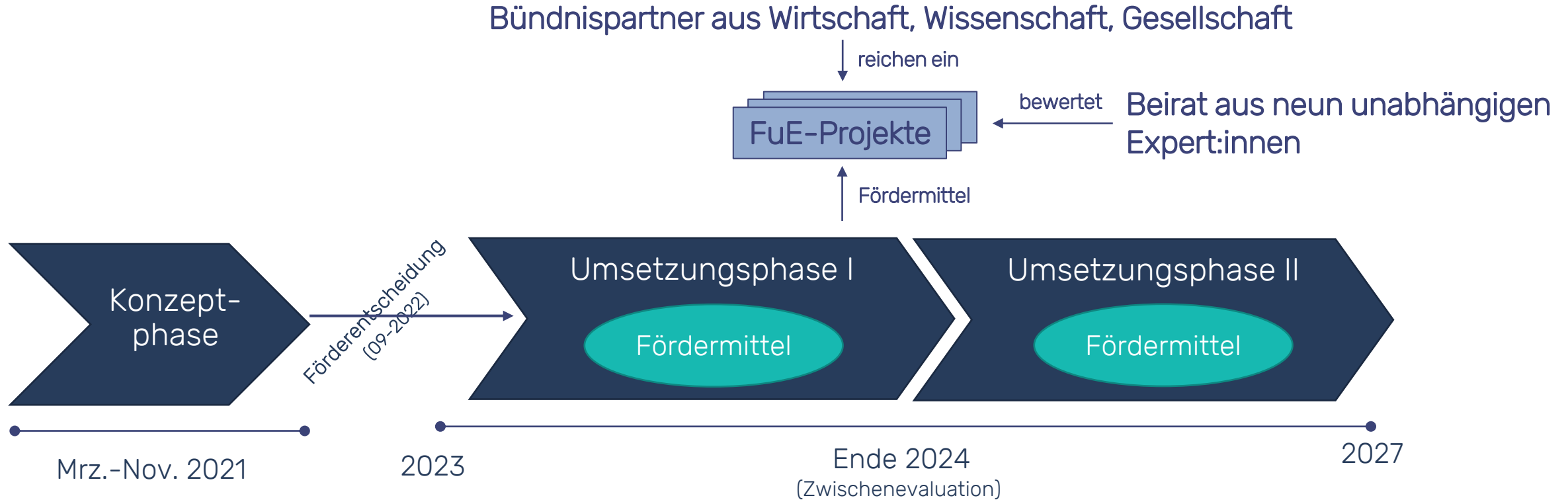
- Ist stark maritim geprägt
- NOK meistbefahrenste künstliche Wasserstraße der Welt
- Breit aufgestellte maritime Wirtschaft
- Strukturwandel
- Umfasst überwiegend KMUs
- Ist ein „Energiland“



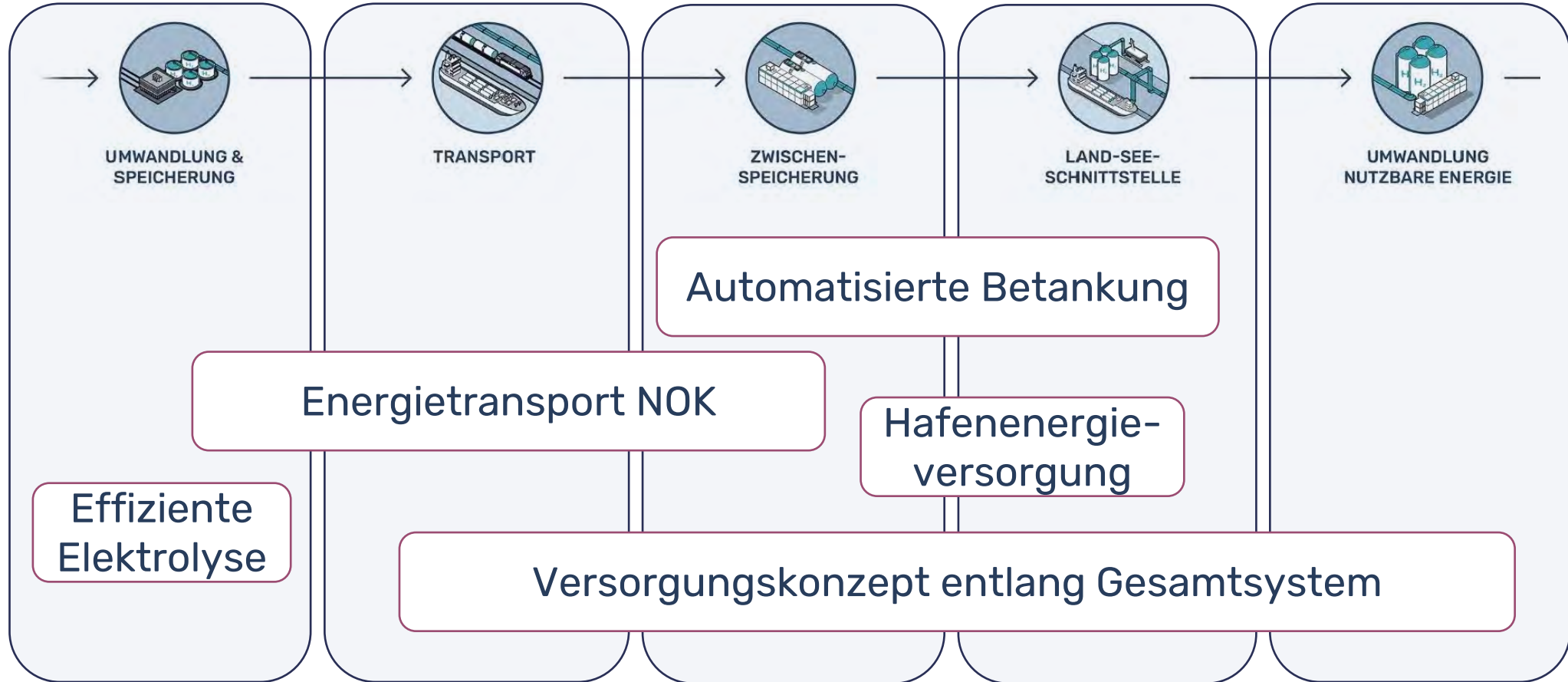
CAPTAN Energy – ein offenes Netzwerk aus Bündnispartnern



CAPTN Energy in der WIR!-Förderung



Ergebnis des 1. Projektaufrufs



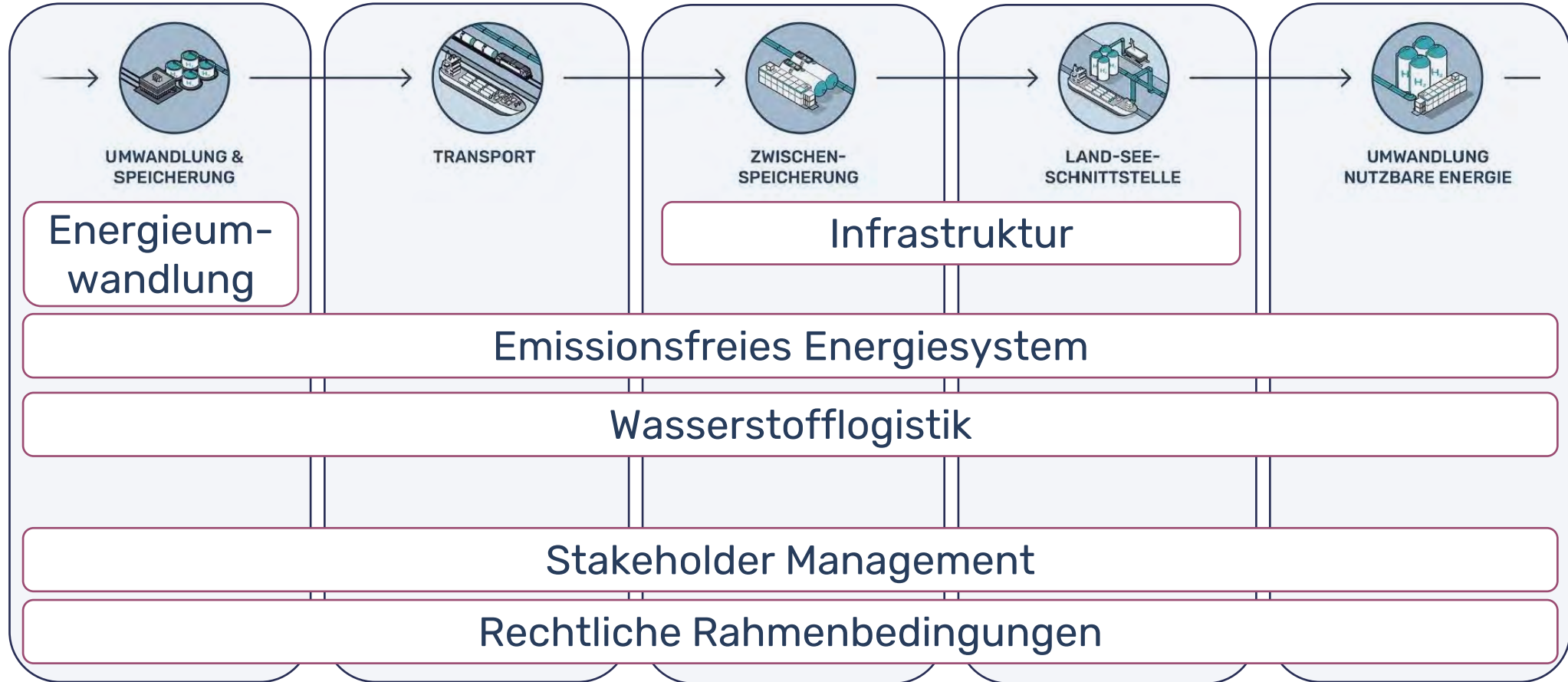
Stand des 2. Projektaufrufs



Erzeugung erneuerbarer Energien



Maritime Energienutzung

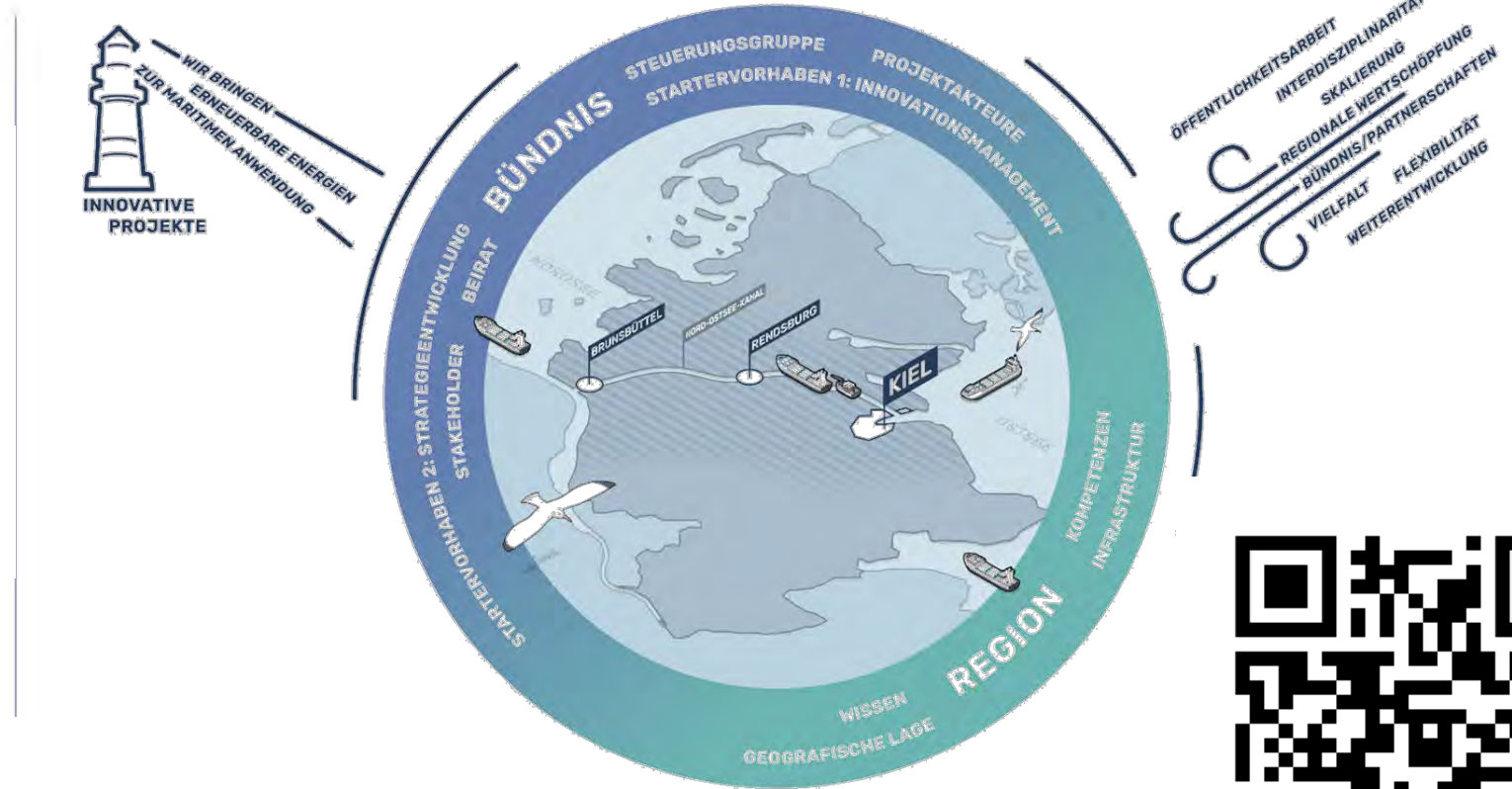


Nächste Schritte

- **Erster Projektauftrag:** Offizielle Förderbescheide des BMBF in den nächsten Wochen erwartet
- **Zweiter Projektauftrag:** Entscheidung über Förderwürdigkeit durch Beirat im April
- **Bei positiver Zwischenevaluation von CAPTN Energy Ende 2024:**
 - Zweite Förderphase mit bis zu 6 Mio. €
 - Dritter Projektauftrag in 2025
- **Bündnis- und Strategieentwicklung** vorantreiben
 - Einschlägige Vernetzungsveranstaltungen in Bündnisregion
 - Koordination zwischen geförderten Projekten
 - Transfer- und Verstetigungsmaßnahmen



Vielen Dank für Ihr Interesse!



Sprechen Sie mich gerne an!

Dr. Sebastian Scholz, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
 0431 / 880 1534, sebastian.scholz@captn-energy.de

www.captn-energy.de





Tag der maritimen H2-Anwendungen, Norderstedt, 14.03.2024

Wasserstoff-Versorgung für die
Maritime Logistik

Fraunhofer CML

Innovating the Maritime Sector.

- **2010 gegründet an der Technischen Universität Hamburg.**
- **Leitung: Prof. Dr.-Ing. Carlos Jahn**
- **Rund 100 Mitarbeitende**
- **Angewandte Forschung für den maritimen Sektor**
- Innovative Lösungen für Unternehmen und Einrichtungen aus Schifffahrt, Hafenwirtschaft und Logistik
- Initiierung und Umsetzung zukunftsorientierter Technologien und Prozesse



Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Bunkern - Transport, Umschlag & Lagerung



Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

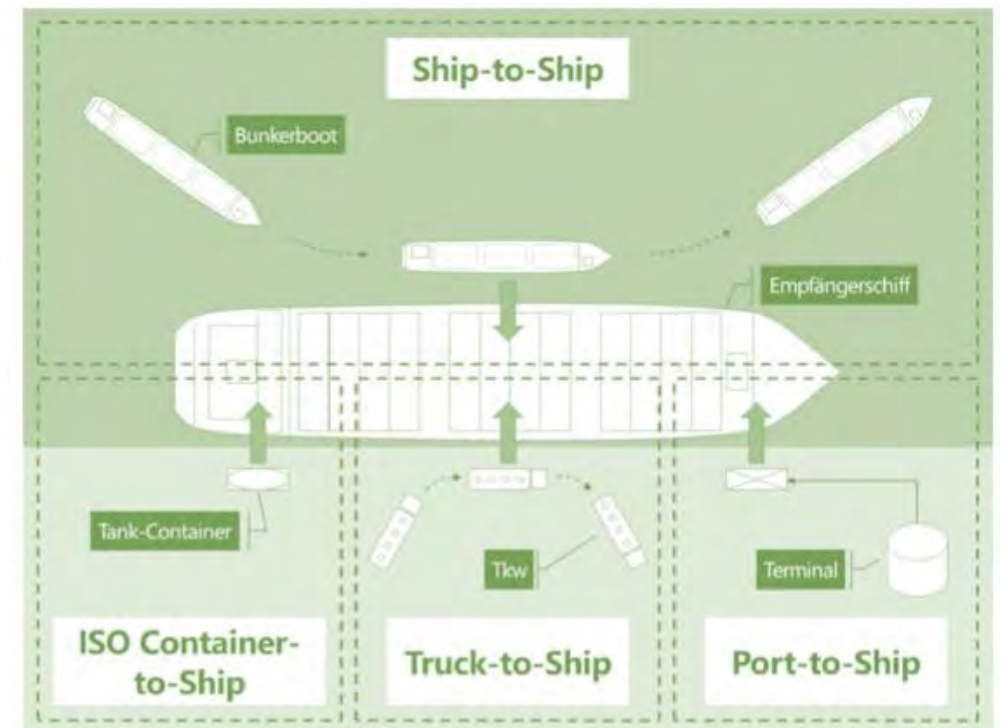
Neue Kraftstoffe und Umschlaggüter



- Wasserstoff als Kraftstoff und Umschlagsgut
 - Komprimierter Wasserstoff
 - Flüssiger Wasserstoff
 - Methanol
 - Ammoniak
 - LOHC
 - eFuels
 - SAF
 - Weitere Gase wie CO₂
- Neuartige Umschlaganlagen und Bunkeranlagen werden benötigt.

Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Bunkerverfahren



Quelle: DMZ 2021

Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Bunkermengen



- Bunkervolumen vergrößert sich:
 - Elektra: 750 kg Wasserstofftank
 - Feeder: 500 m³ und ca. 16 h
 - Ultralarge Containerships: 20.000 m³ und ca. 48 h
- Keine existierenden Regelwerke für Bunkervorgänge mit erneuerbaren Kraftstoffen
- Verfügbarkeit von erneuerbaren Kraftstoffen noch nicht gegeben
- Entwicklung von Wasserstoff-Lieferketten zur Versorgung von Bunkeranlagen für die Schifffahrt

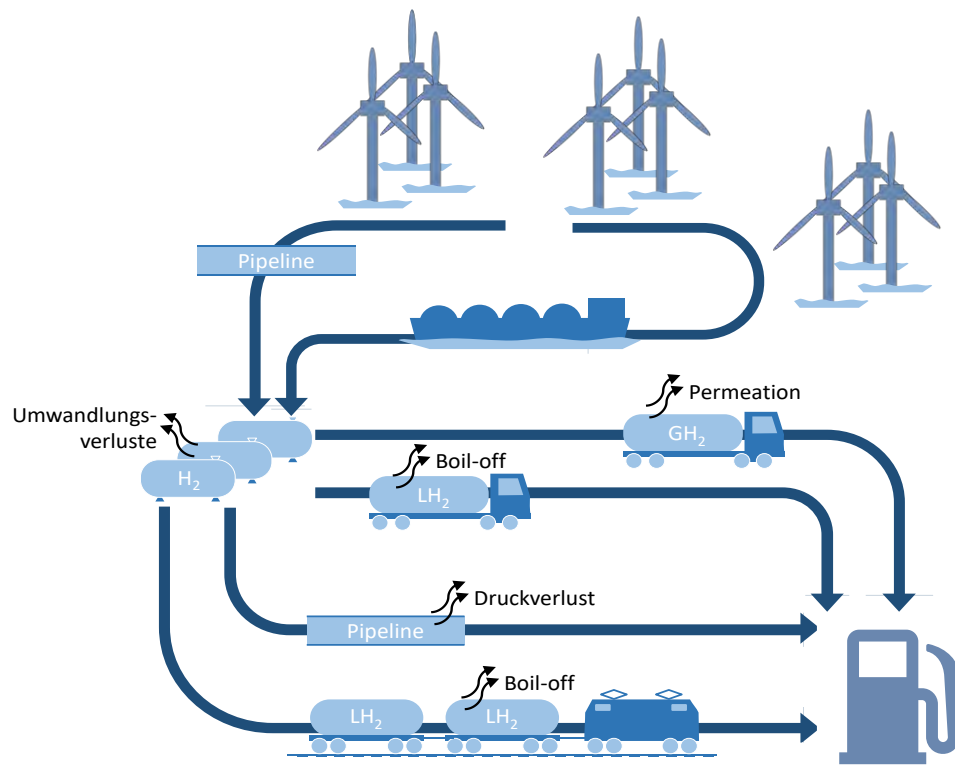
Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Bunkern - Transport, Umschlag & Lagerung



Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Transport, Umschlag und Speicherung von komprimiertem und flüssigem Wasserstoff (H₂-Logistik)



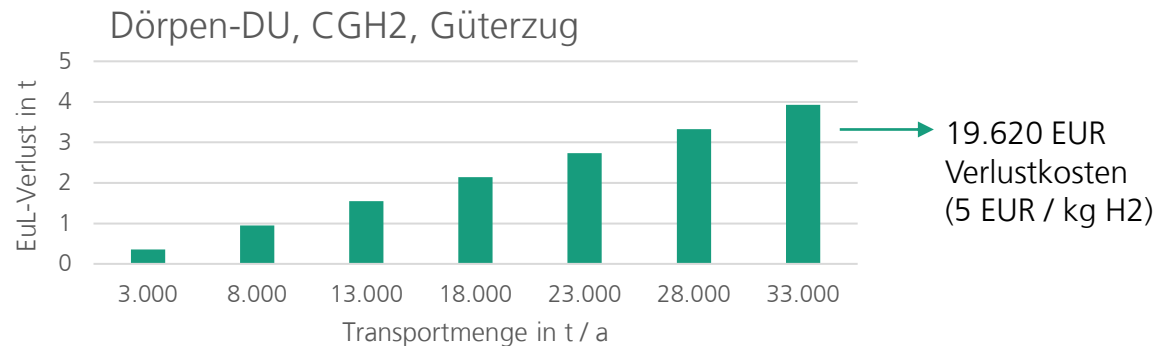
Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Usecase Dörpen-Duisburg (Tank-to-Ship-Bunkering)

LH2- und CGH2-Transport per Güterzug auf der Strecke Dörpen–Duisburg. Reine Fahrzeit 3:53 h. (fahrplanabhängig)

Druckkesselwagen mit Nutzlast zwischen 1 und 3 t H2 (TRL 3)

Annahme: 1 kg H2 kostet 5 EUR
(derzeit an Pkw-Tankstellen ca. 14 EUR / kg)



Adobe Stock

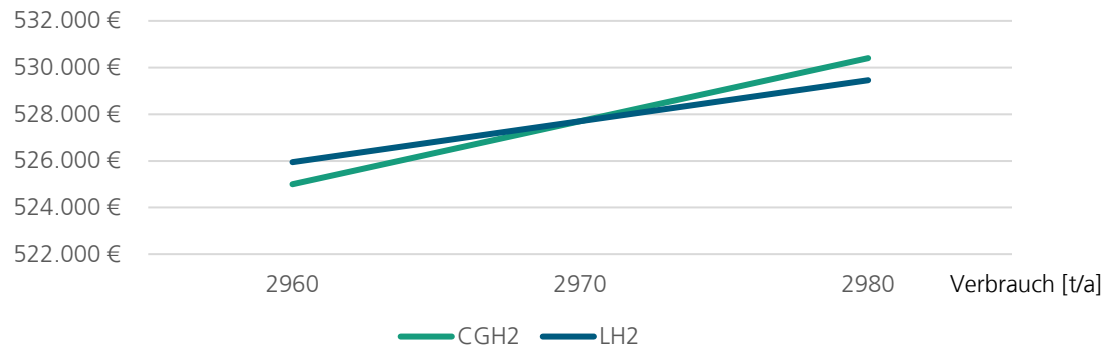
Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Usecase Dörpen-Duisburg – Vergleich zwischen CGH2 und LH2-Transport

Energie- und Ladungsverluste bei Transport von LH2 und CGH2 verglichen

Transport per Güterzug von LH2 ab 2.970 t / a gegenüber dem Transport per CGH2 auf der gg. Strecke wirtschaftlicher

Vergleich der EuL-Verlustkosten bei LH2-Güterzugtransport über den Verbrauch [t/a] (Ausschnitt)



Adobe Stock

Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Und wenn es eine Stichleitung des Hydrogen-Backbone-Pipeline-Netzes sein soll...



Auslegung von H2-Pipelines

© 2022 Fraunhofer CML

Berechnung des Pipeline-Durchmessers

Projekt	H2-Logistik
Datum	01.01.2024
Bearbeiter	

Berechnung Pipeline

Ein- und Ausgangswerte

Betriebsdruck	20	bar
Kapazität	10.000	t/a
Länge zwischen zwei Verdichterstationen	10	km
Stahlsorte der Pipeline	L245NB/L245MB	
Bedarfsunsicherheit	0	%
Faktor Verlegungskosten zu Herstellkosten	2	

Ergebnis

Mindest Innendurchmesser	0,107 m
Empfehlung nächstgrößeres Rohr	DN-150

<https://www.cml.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte1/H2-Logistik.html>



Adobe Stock

Wasserstoff-Versorgung für die maritime Logistik

Zusammenfassung

1. Bunkern: Neuartige Umschlaganlagen und Bunkeranlagen werden für erneuerbare Kraftstoffe benötigt.
2. Transport, Umschlag und Lagerung: Permeation- und Boil-Off-Effekte in der Wasserstoff-Lieferkette sind monetär messbar.
3. Wenn's um Wasserstoff-Lieferketten geht, denken Sie an das Fraunhofer CML.

Fraunhofer CML
Blohmstrasse 32
21079 Hamburg

Patrick Zimmerman, M.Sc.
Tel. +49 160 994 620 22
patrick.zimmerman@cml.fraunhofer.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

M.Sc. Patrick Zimmerman
Tel. +49 160 994 620 22
patrick.zimmerman@cml.fraunhofer.de

Fraunhofer CML
Blohmstrasse 32
21079 Hamburg
www.cml.fraunhofer.de

CMB
.TECH

Decarbonise Today
Navigate Tomorrow



Benjamin Weinacht
Norderstedt, March 2024



1. CMB.TECH: H2 INFRA

- Multi-model Hydrogen refuelling station Antwerp
- Mobile refuelling

H2 Infra: flywheel for both marine and industry divisions

CMB.TECH's H2 infra division offers hydrogen and ammonia fuel to its customers, either through its own production or by sourcing it from third party producers. Within H2 infra, the necessary technology and infrastructure is designed, developed and operated to produce and distribute green hydrogen and ammonia.

Maritime & public H₂ production & refueling station Antwerp

- CMB.TECH has built the world's first maritime & public H₂ refueling station with onsite green H₂ production which can be dispensed to trucks, cars, trailers, and ships (1.2 MW PEM electrolyser)
- Thanks to the Antwerp production and refuelling station, CMB.TECH has gained valuable experience and insights on costs, operational and technical issues that will be used in future projects.



Mobile refueller

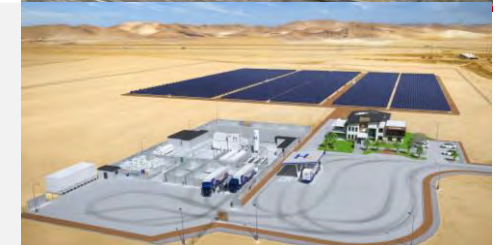
- CMB.TECH has developed a 40ft 500bar trailer to facilitate remote refueling for all our applications. This enables us to support the customers of our Marine & Industry division with the supply of hydrogen.
- This trailer can refuel 3x CTVs, 20x trucks or 15x straddle carriers. Two trailers are in operation, and two trailers are being delivered Q1 2024



PV2Fuel Namibia



- Access to cheap ammonia by developing a green NH₃ production project in a country with abundant availability of sun.
- Selection of Namibia: stable country, significant solar potential, availability of port infrastructure, and abundant land availability
- Cooperation with Namibian partner Ohlthaver & List ⁽¹⁾ to incorporate local know-how into project
- The PV2Fuel strategy is to start small with a realistic and concrete approach. Construction works are ongoing for our first phase, a hydrogen production project.



Offshore refueling station

- Using renewable wind power to produce H₂ at sea to refuel ships.
- Solution supports growth of Windcat
- Project in feasibility phase with support of OEM



⁽¹⁾ These firms have not consented to the use of their names and logos in this presentation



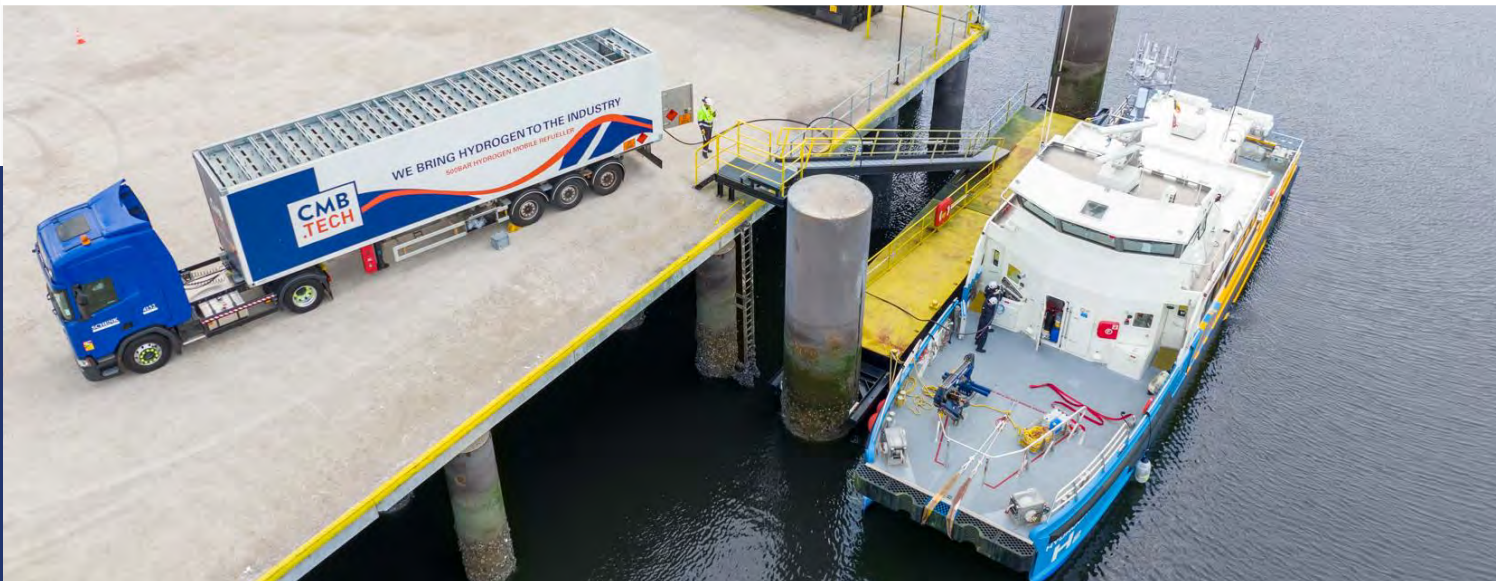
Multi-modal hydrogen refuelling station in Antwerp, Belgium

World's first hydrogen refueling station with onsite green H₂ production which can be dispensed to trucks, cars, trailers and ships.



Five unique technologies are incorporated into the design of the H₂ refuelling station

- **H₂-production:**
 - 1.2MW PEM electrolyser
- **H₂-compression:**
 - 2-ways 950bar compressor
- **H₂-storage:**
 - 500bar medium pressure
 - 950bar high pressure
- **H₂-dispensing:**
 - 1x dispenser for cars (700bar, -40°C)
 - 1x dispenser for busses and trucks (350bar)
 - 2x docks for tube trailers (unloading and filling up to 200 & 500bar)
 - Marine bunkering location (200 & 350bar)
- **Smart grid control:**
 - Grid balancing feature
 - Electric fast chargers of 350A



Mobile hydrogen refueller

500 bar tube trailer containing 950 kg of useable H₂ for mobile refuelling of marine and land-based applications. With a cascade system 600kg can be delivered at 350bar.

CMB **.TECH**

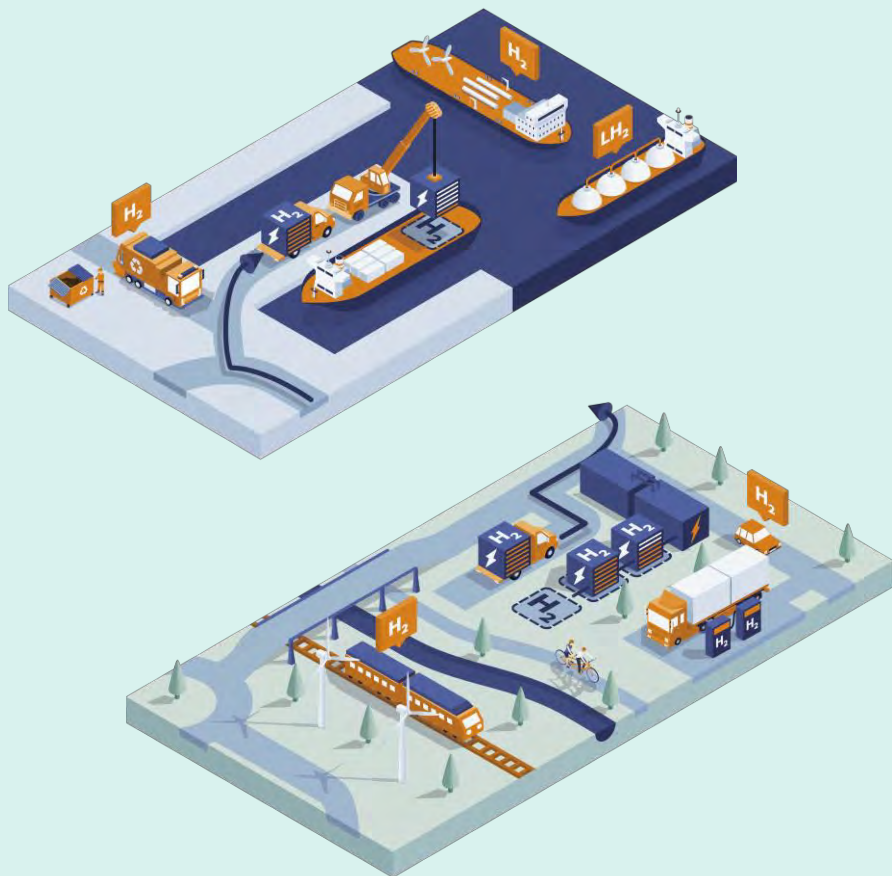
Benjamin Weinacht
Managing Director CMB Germany GmbH & Co. KG
&
Director Business Development CMB.TECH
benjamin.weinacht@cmb.be
+49 173 626 14 77

www.cmb.tech



Modulare Zero-Emission Lösung und grüne Wasserstoff-Produktion in Cuxhaven

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen



Macht ein Wasserstoff Projekt in Cuxhaven Sinn?	3
Produktion von grünem Wasserstoff	7
Transport von Wasserstoff	9
Brennstoffzellensystem	14

Macht ein Wasserstoff Projekt in Cuxhaven Sinn?

Die erste wichtige Frage

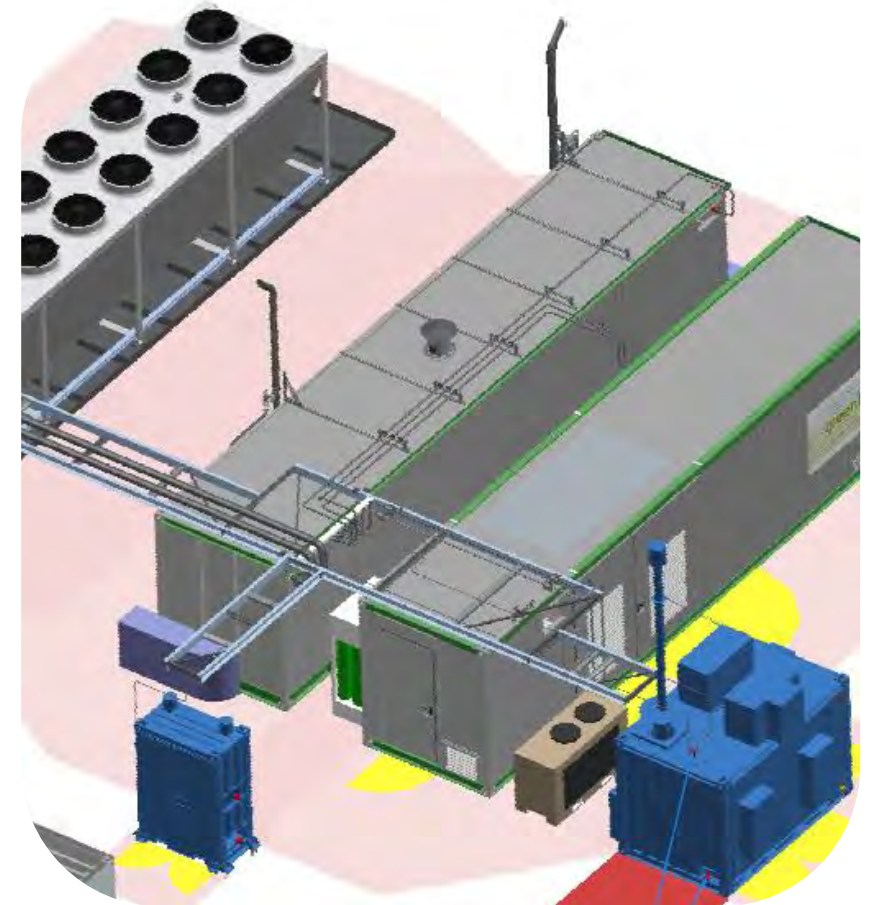


- **Definition der technischen Anforderungen**
 - Was sind die wichtigsten Fragen, die beantwortet werden müssen?
 - Haben wir die richtigen Partner?
- **Alle Stakeholder müssen identifiziert werden**
 - Wer übernimmt welche Rolle in dem Projekt?
 - Wann wird wer eingebunden?
- **Gibt es Fördermöglichkeiten?**
 - Können die Bedingungen rechtzeitig erfüllt werden?
- **Risikomanagement**
 - Welche Herausforderungen und Probleme erwarten wir?
- **Auswertung der gesammelten Informationen**
 - Ist das Vorhaben wie geplant umsetzbar?

Grüner Wasserstoff

Technische Details

- **2MW PEM-Elektrolyse**
 - 36 kg/h Wasserstoff Produktion
 - 500 kg/h Trinkwasser
 - 36 bar Betriebsdruck
- **Kolben Kompressor**
 - Bis zu 900 bar Ausgangsdruck
 - 380 bar Speicherdruck
- **Füllstation für spezielle Druckbehälter**
 - Gleichzeitiger Anschluss von zwei Speichersystemen
- **Möglichkeiten der zukünftigen Erweiterung**
 - Umbau auf 3 MW mit reduziertem Aufwand



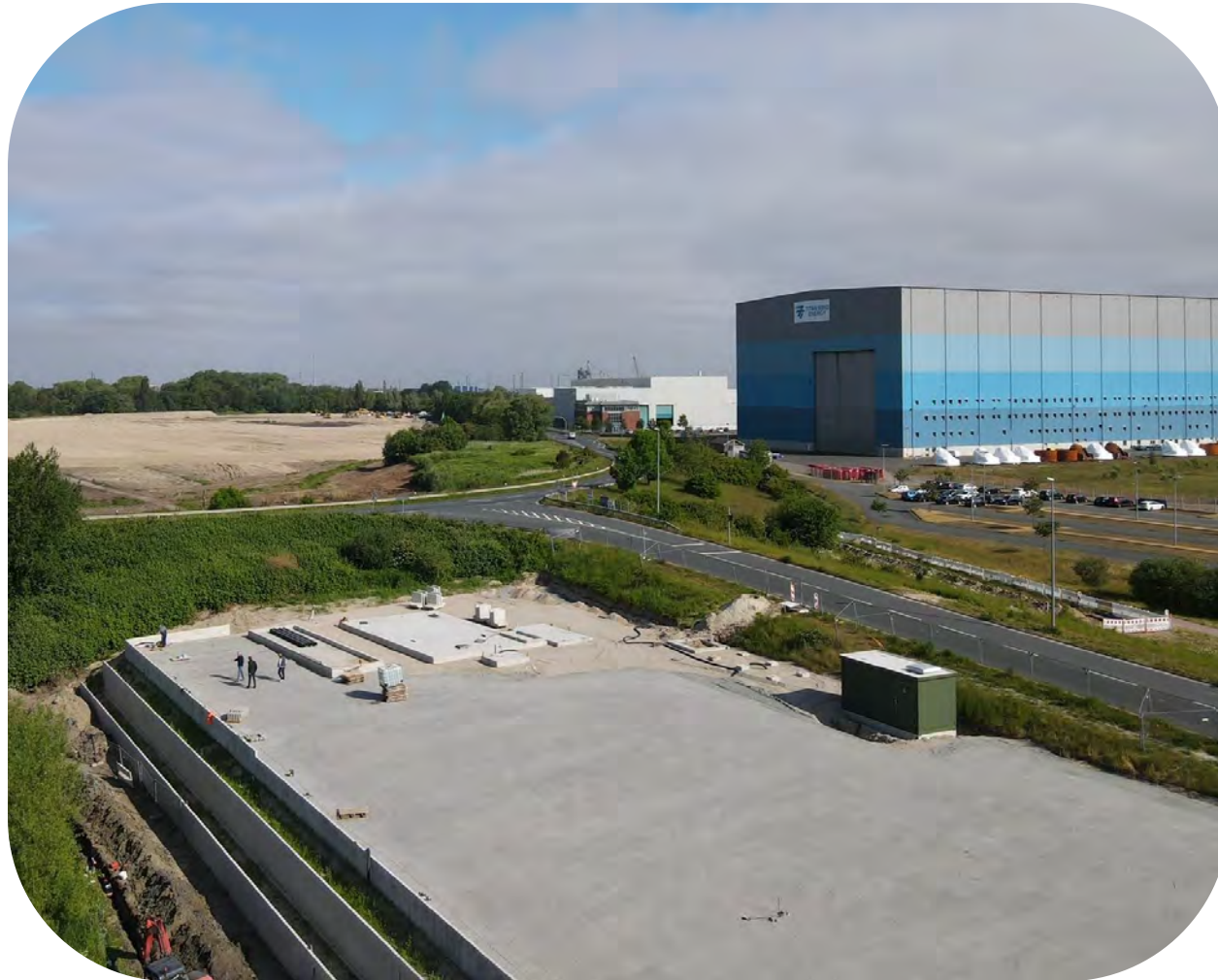
Grüner Wasserstoff

Vorbereitungsphase



Grüner Wasserstoff

Lieferung der Anlagenkomponenten



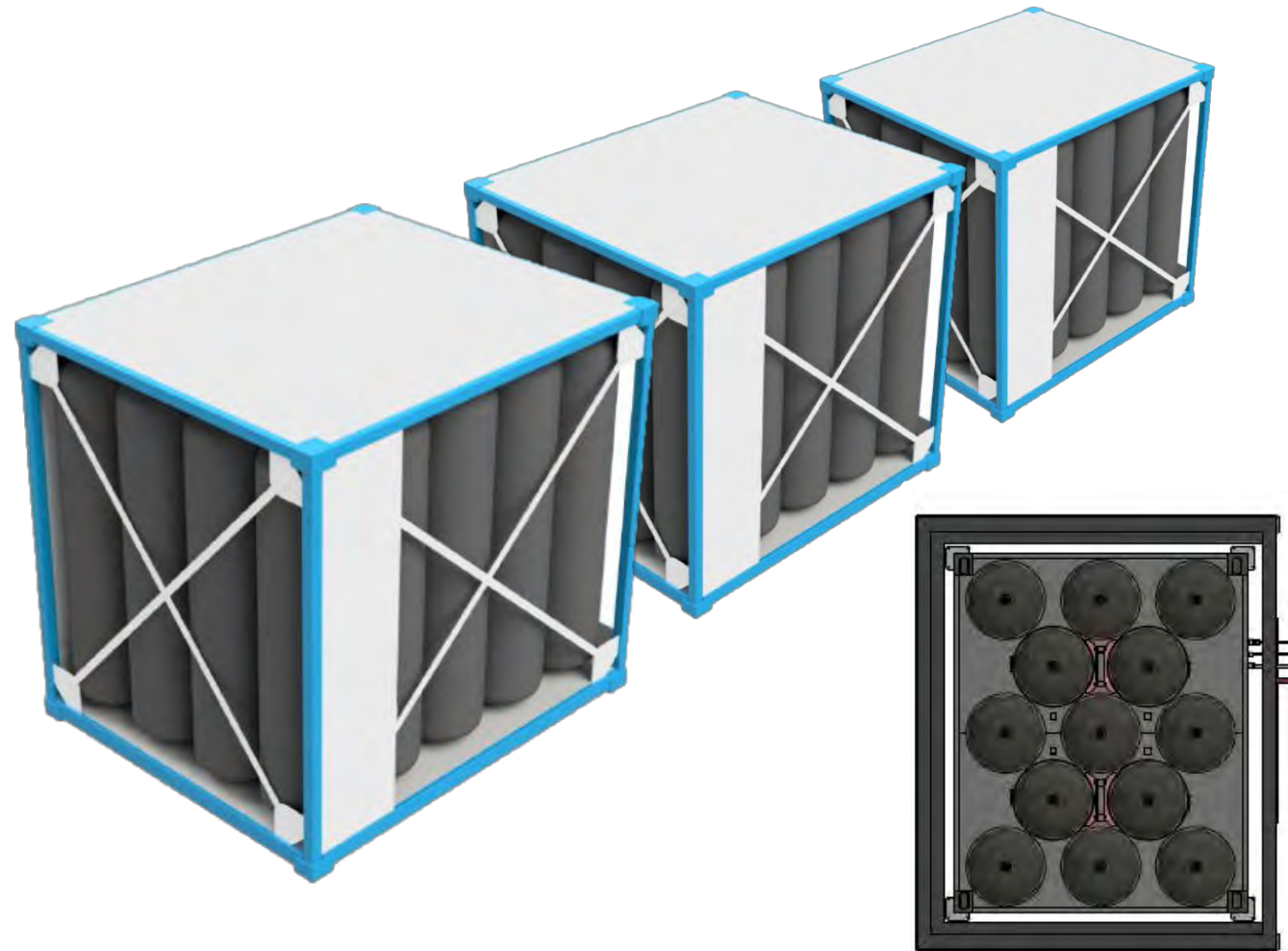
Grüner Wasserstoff



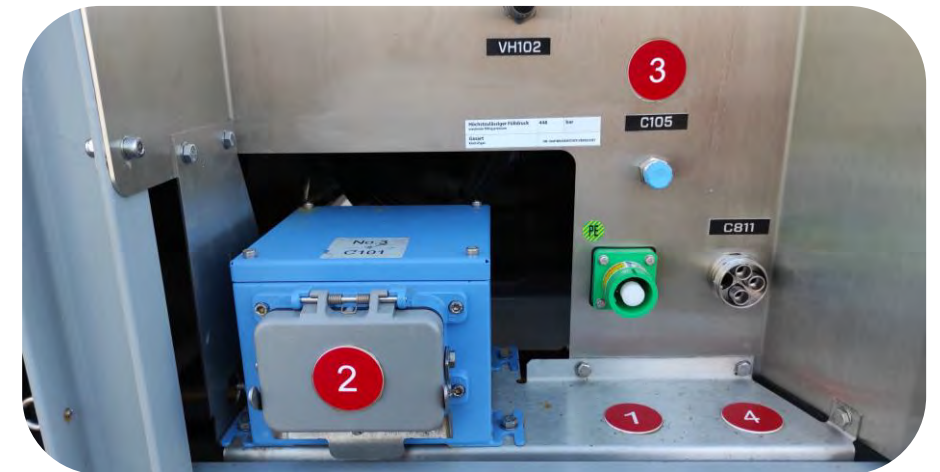
Wasserstoff Transport

Technische Details

- **10-Fuß Speichersystem**
 - 200 kg Speicherkapazität
 - 380 bar max. Fülldruck
 - Kompaktes und leichtes Design
- **Schneller Austausch im Hafen**
 - Eingliedert in bestehende Prozesse
- **DNV & ADR zertifiziert**
 - Fest fixiert im Betriebszustand
 - Spezielle Sicherheitsmaßnahmen
- **Dreifache Ausführung**
 - Für eine lückenlose Wasserstoffversorgung



Wasserstoff Transport



Brennstoffzellensystem

Technische Details

- **Installation am Heck des Schiffes**
 - Minimaler Verlust an Ladekapazität
 - Optimale Gewichtsverteilung

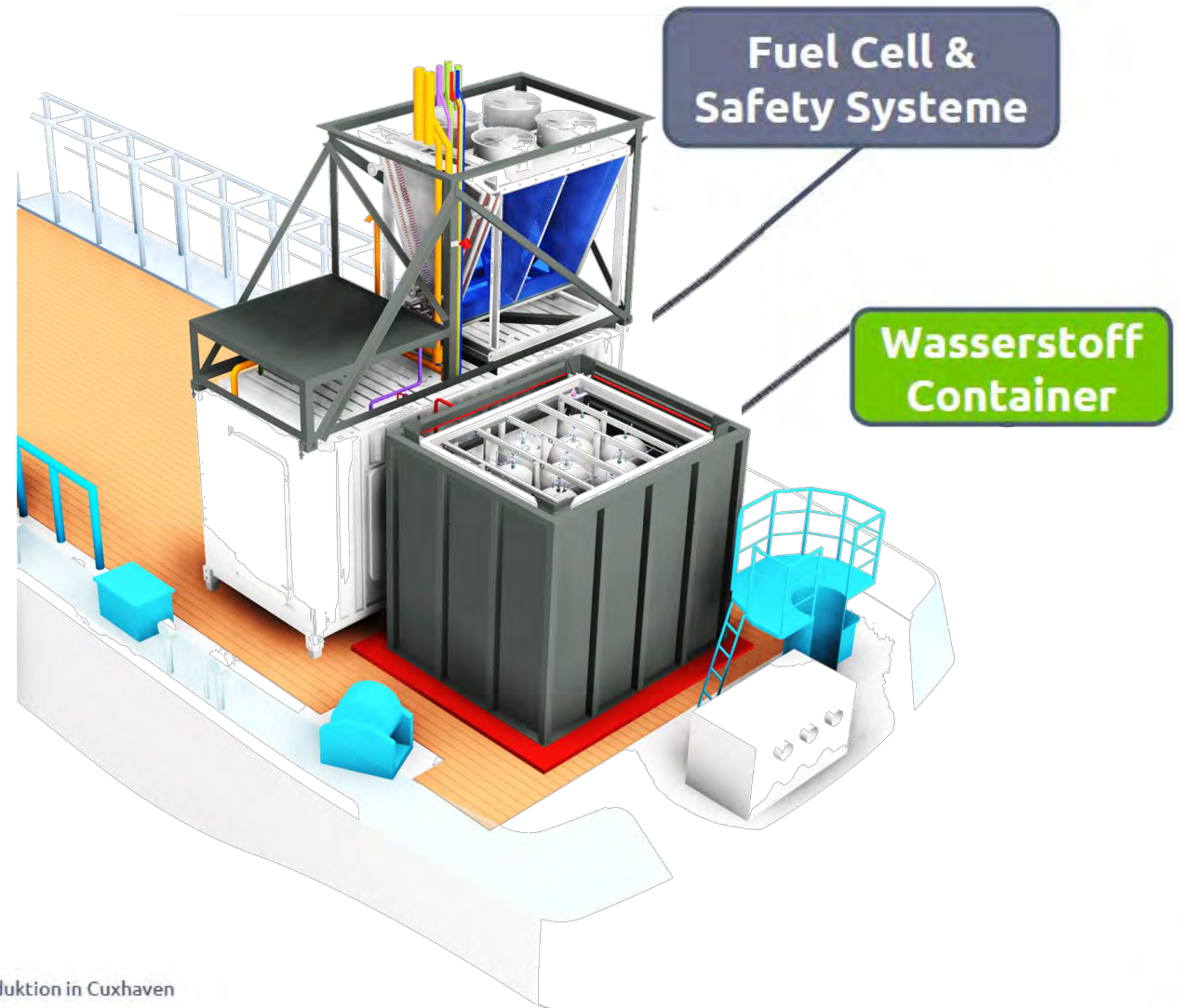


Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Schutzstruktur



Brennstoffzellensystem

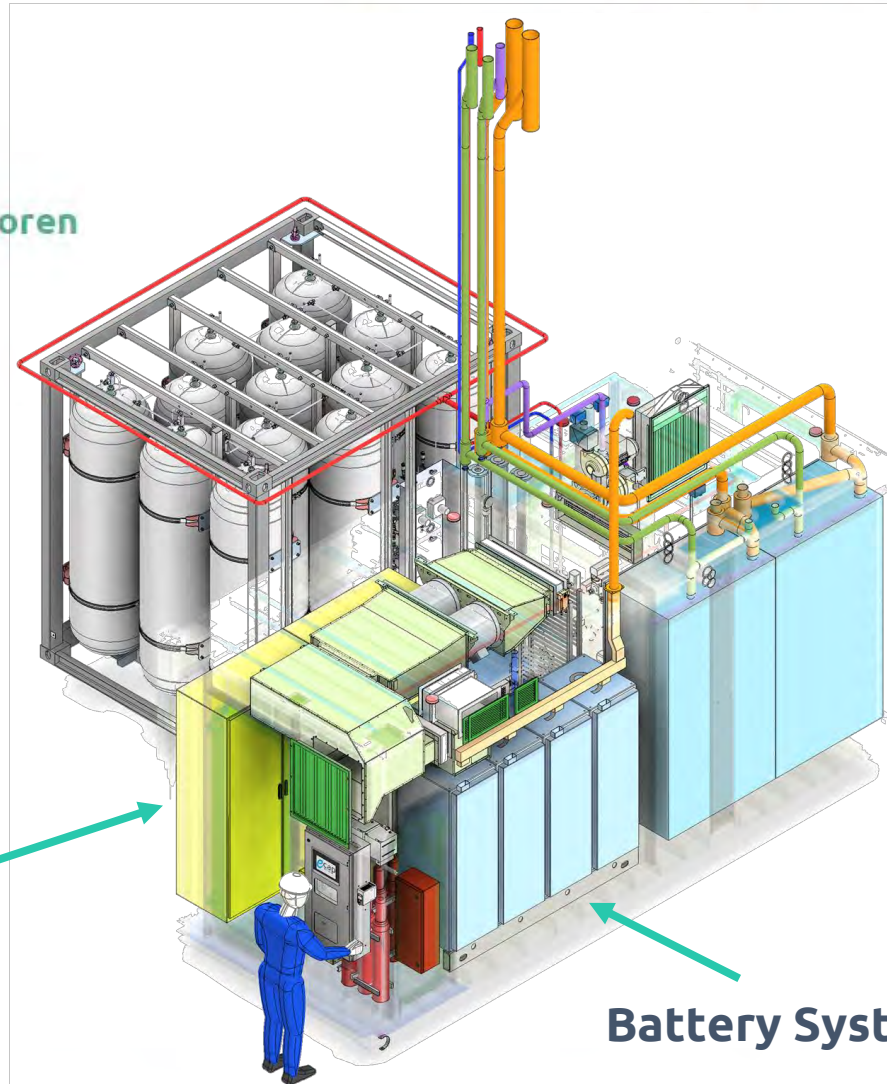
Technische Details

- **2 x 200 kW Brennstoffzellen**
 - Wasser and Wärme als "Abfall"
 - Geringere Vibrationen durch E-Motoren
- **Zugelassen vom DNV**
 - Spezielle Offshore Adaptionen

Hydrogen Fuel Tank System:

- Pressure storage
- 10ft Container (Swappable)
- H₂: 200kg @ 380bar
- Weight: 4,700kg

Power Electr. & Control System



Integrated Sub Systems:

- Ventilation
- Exhaust
- Fuel Pressure Control
- Fire and Gas Detection
- Fire Fighting

Fuel Cells: 2 x 200kW

Battery System: 267kWh

Brennstoffzellensystem



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Brennstoffzellensystem

Vorbereitende Arbeiten



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Brennstoffzellensystem

Vorbereitende Arbeiten



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Brennstoffzellensystem



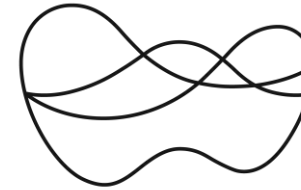
Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Grüner Wasserstoff in Cuxhaven

Partner



wintershall dea



Gruppe



Förderung



Kofinanziert von der Europäischen Union



EUROPA FÜR NIEDERSACHSEN



Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Benutzung von LOHC für den Schiffsantrieb

14. März 2024

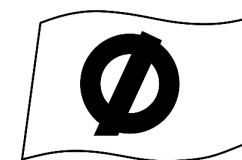
Tag der Maritimen Wasserstoffanwendungen

Norderstedt

Thorsten Halbreder, Business Strategy Manager

Hydrogenious LOHC Technologies and Østensjø 2021 - Joint Venture for the development of LOHC powered ships

Hydrogenious^{LOHC}



Østensjø

Hydrogenious^{LOHC}
Maritime



Hydrogenious LOHC Technologies GmbH

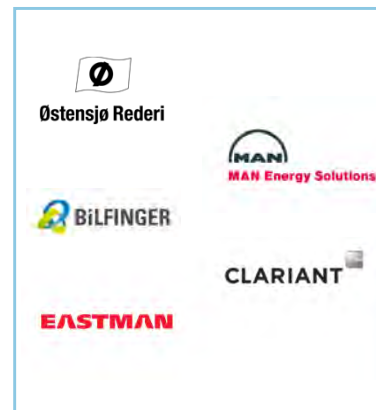
Established 2013 –

Today the global leading technology pioneer for LOHC

Investors



Key partners



Technology cooperation partners



>230
employees

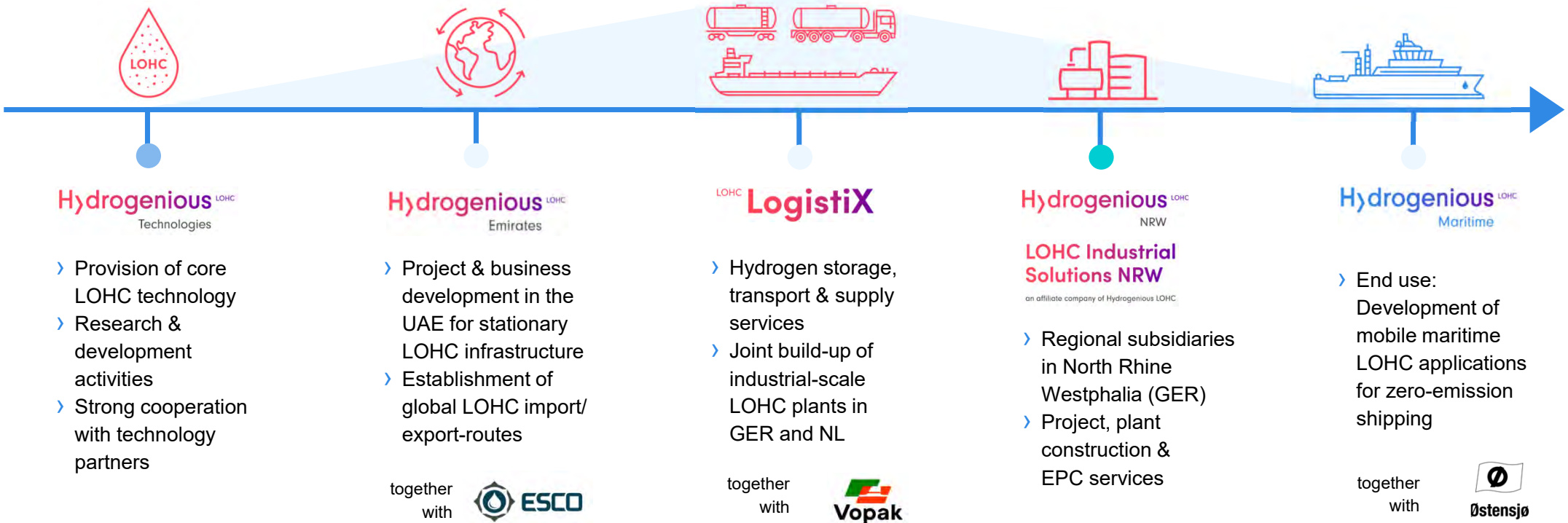
>55
patent families

>80mn
investor funding

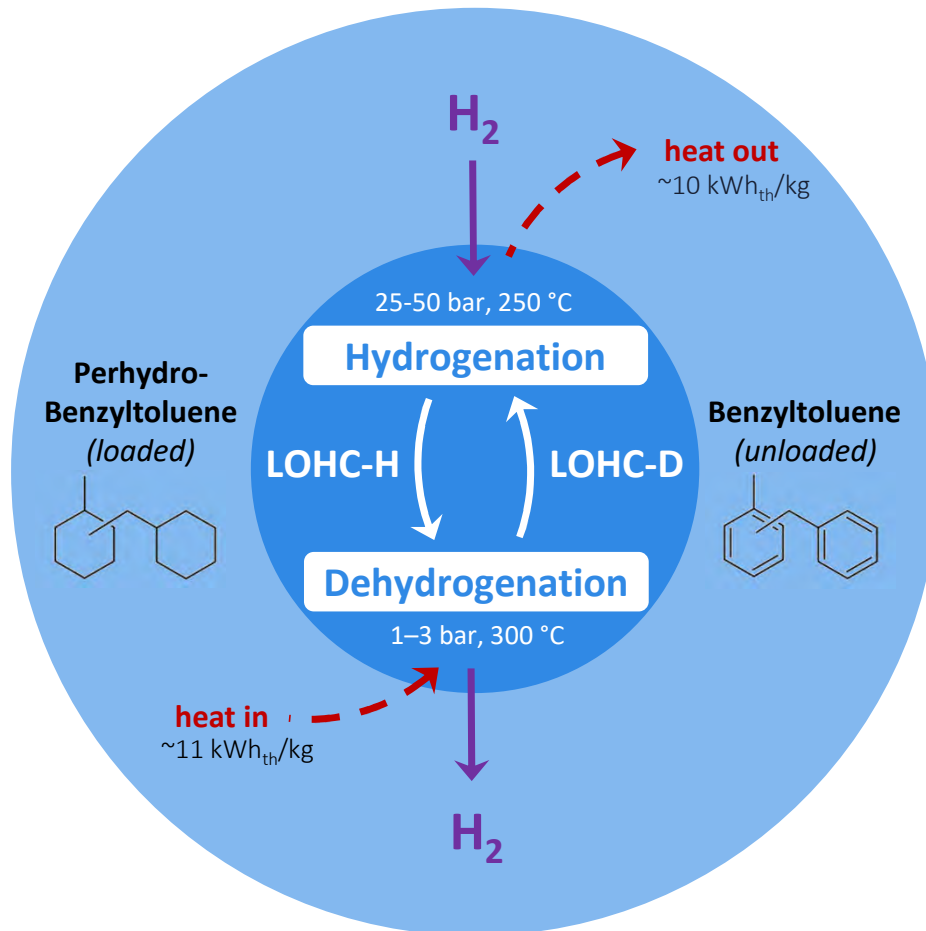
Taking care of the whole LOHC supply chain

Hydrogenious^{LOHC}

- Joint venture
- Subsidiary



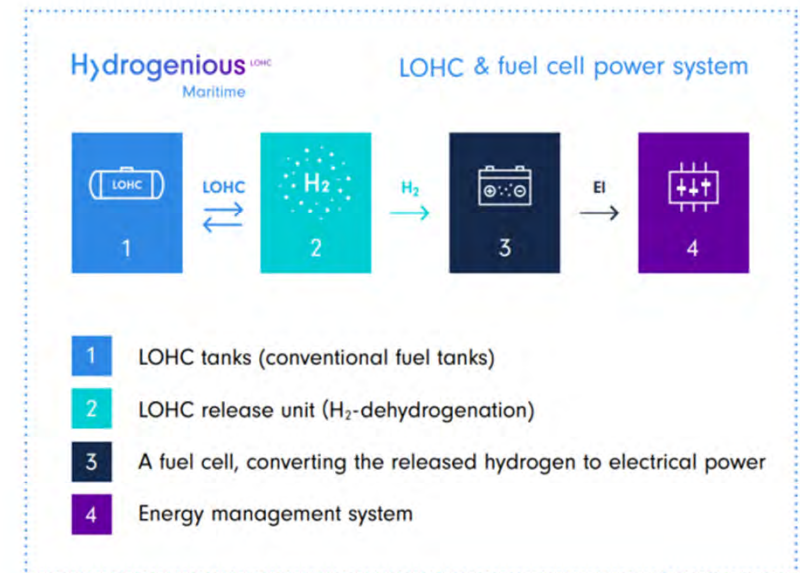
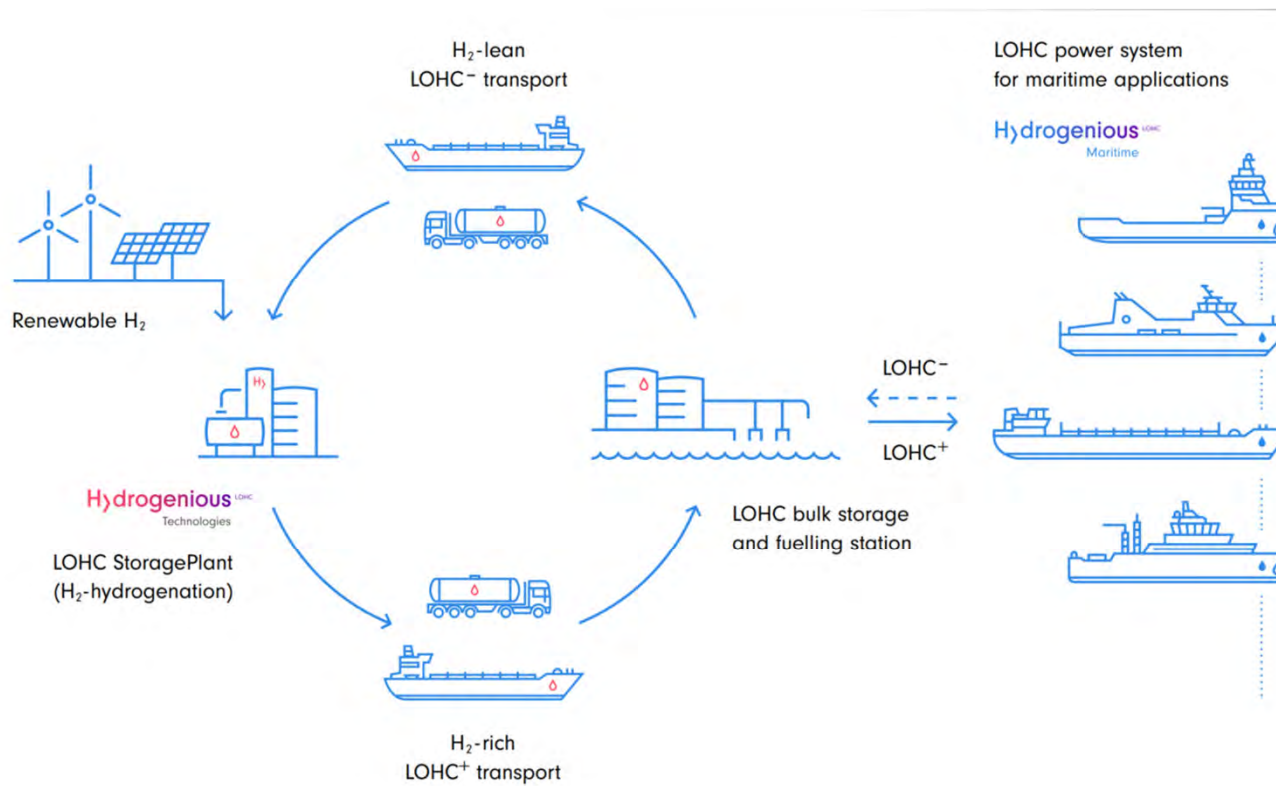
Chemical conversion process of the LOHC technology



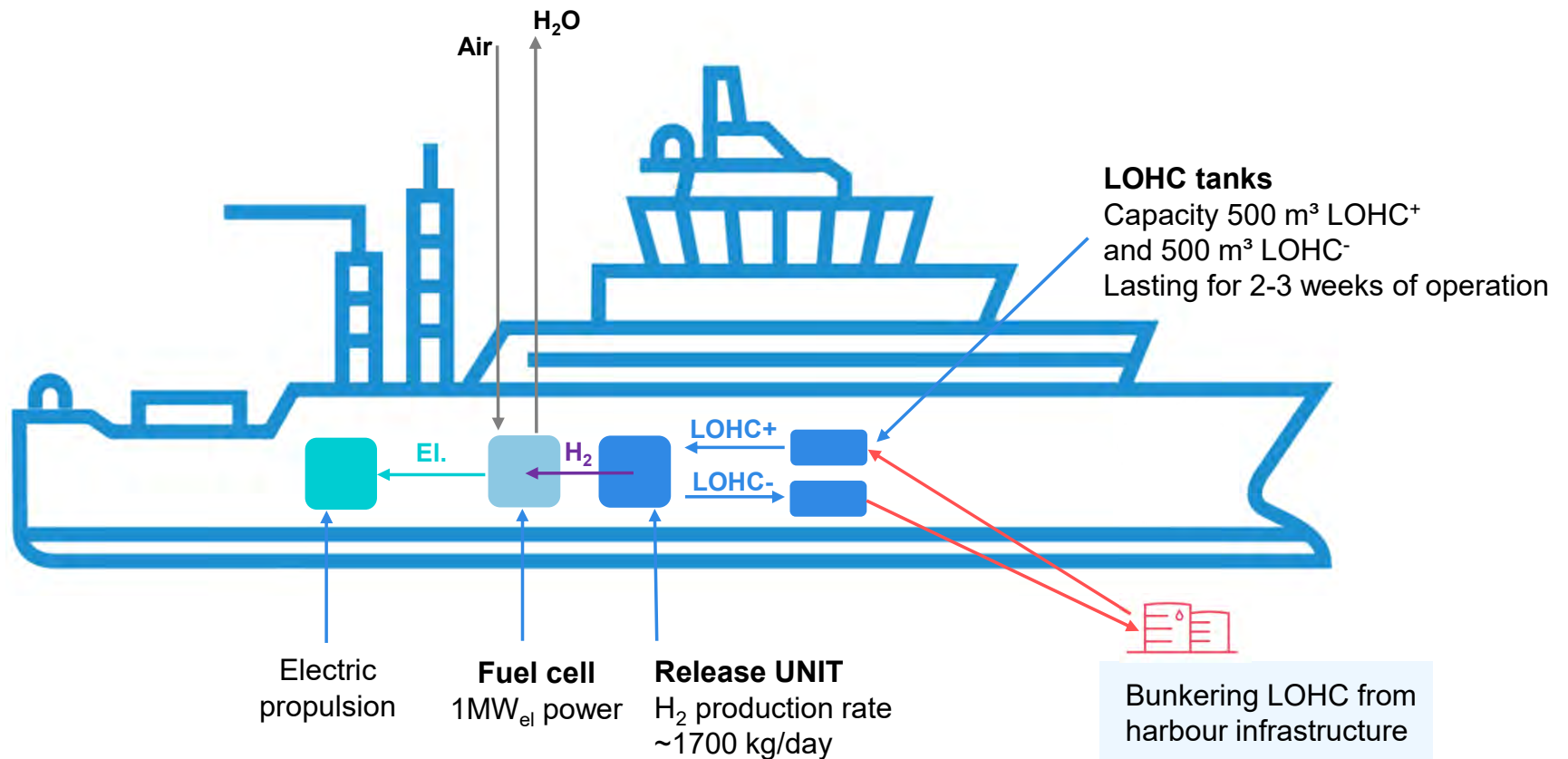
(Perhydro-)Benzyltoluene is

- Non-explosive
- Diesel-like liquid
- Hardly flammable – Flame point >130°C
- Pour point < -30°C
- Density: 0.995 g / cm³; 20°C
- Viscosity: 4.0 mm²/s@20°C
- Stored at ambient conditions
- 54 kgH₂/m³LOHC
- Commercially available product

The LOHC cycle: From stationary to mobile maritime application



The LOHC process onboard a ship utilizing H₂ as a maritime fuel



SHIP·AH₂OY

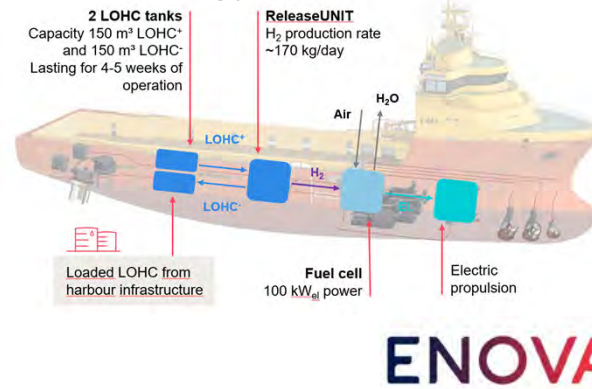


JANUARY 25, 2024

Consortium got to see LOHC plant in action at meeting in Erlangen

Tag der Maritimen Wasserstoffanwendungen

HyNjord – Maritime pilot and technology demonstrator



Copyright: Hydrogenious LOHC Technologies GmbH

May 5, 2023

HGK Shipping and Hydrogenious to design an emission-free inland waterway vessel with hydrogen carrier technology

Hydrogenious^{LOHC}
Maritime

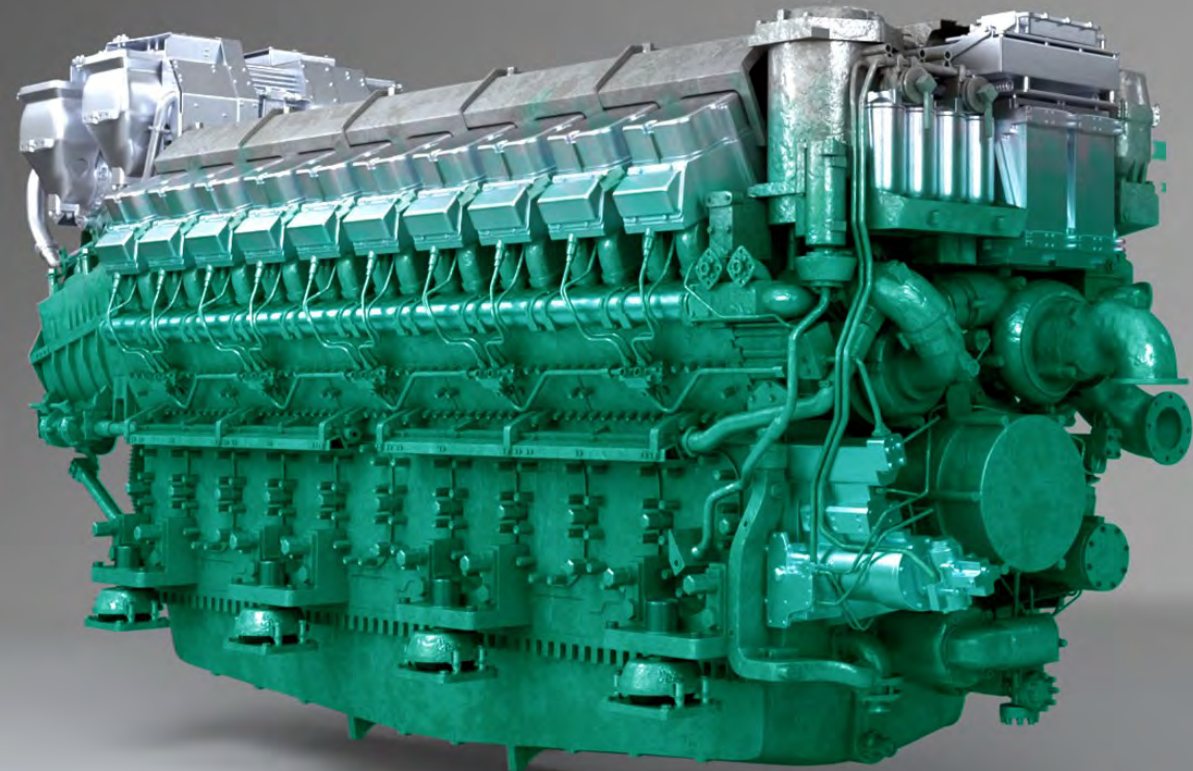
Putting into practice

Public | Hydrogenious LOHC Maritime AS

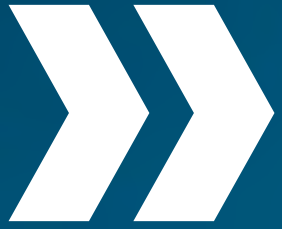
Thank you for your kind interest

Hydrogenious LOHC Maritime Germany GmbH
Thorsten Halbreder, Business Strategy Manager

thorsten.halbreder@hydrogenious-maritime.net
Phone: 0049-175-274 72 81



Großmotorenforschung am Anwendungszentrum Wasserstoff
Jan Tschirner
Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen, 14.03.2024, Norderstedt



1. Vorstellung Fraunhofer IGP

Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP in Rostock



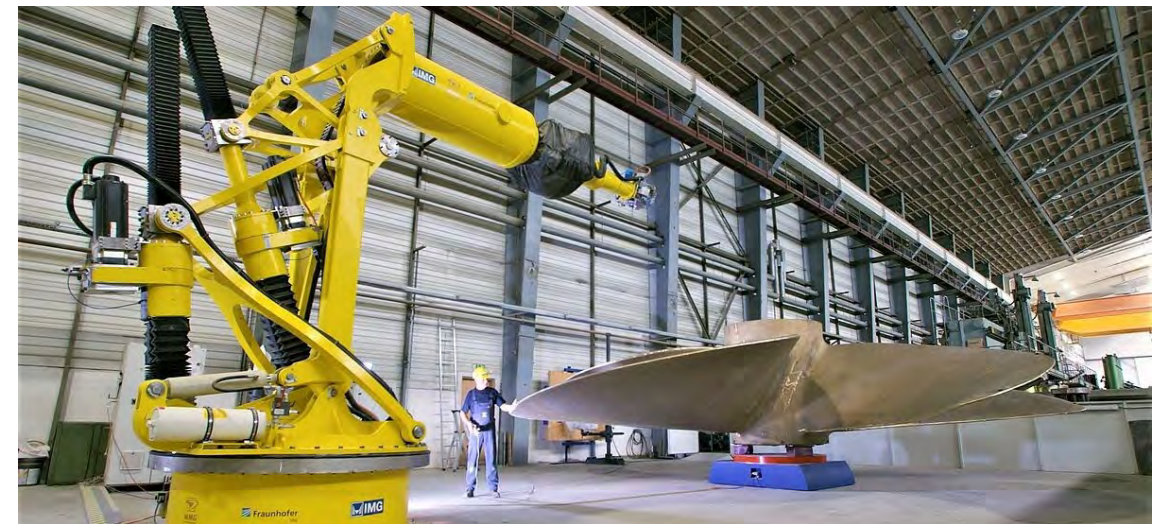
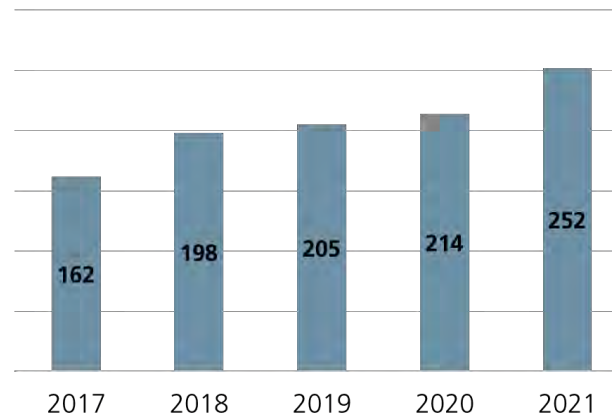
- Gründung 2000 → seit 2020 erstes Fraunhofer-Institut mit Hauptsitz in M-V
- Produktions- und fertigungsorientierte Aufgabenstellungen der Industrie
- Konzepte und Innovationen für Schiff- und Stahlbau, Energie- und Umwelttechnik, Schienen- und Nutzfahrzeugbau sowie Maschinen- und Anlagenbau
- Kooperationsvertrag mit der Universität Rostock



Haushaltsentwicklung in Mio. €

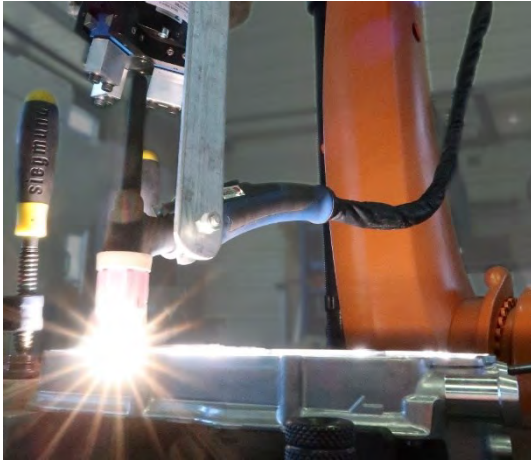


Entwicklung der Mitarbeitendenzahlen



Fotos: Fraunhofer IGP Rostock

Kompetenzfelder am Fraunhofer IGP



Fertigungstechnik

z. B.:

- Schweißen kryogener Tankstrukturen



Produktionssysteme und Logistik

z. B.:

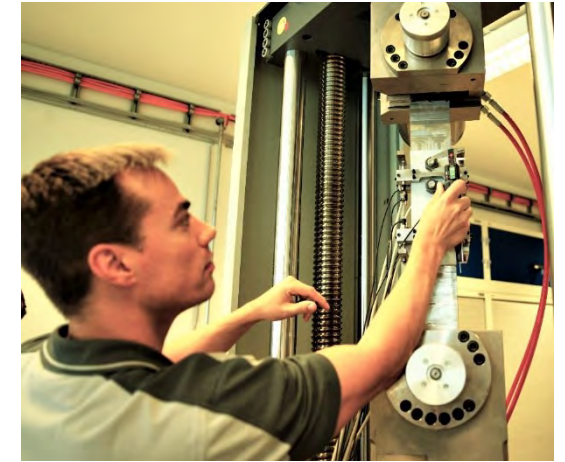
- Berechnung und Auslegung von Wasserstofflogistikketten



Neue Werkstoffe und Verfahren

z. B.:

- Wickeltanks im Towpreg-Verfahren für Hochdruckspeicherung von Wasserstoff



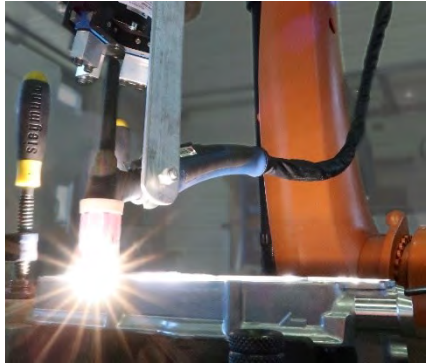
Akkreditiertes Prüflabor sowie Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

z. B.:

- Korrosionsuntersuchungen unterschiedlicher Materialien in der Verwendung von Wasserstoff und Derivaten

Fotos: Fraunhofer IGP

Kompetenzfelder am Fraunhofer IGP



Fertigungstechnik



**Neue Werkstoffe
und Verfahren**



**Produktions-
systeme und
Logistik**



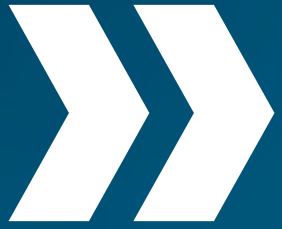
**Akkreditiertes
Prüflabor sowie
Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle**

Aufbau eines neuen Kompetenzfeldes



Großskalige Energiewandler

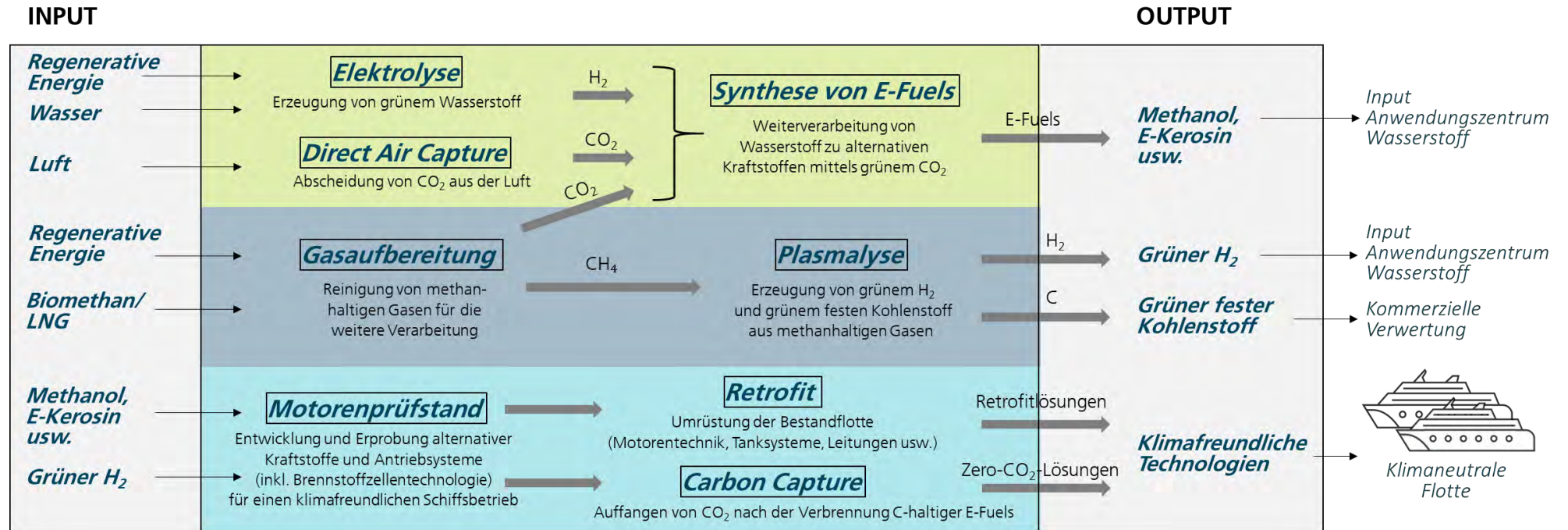
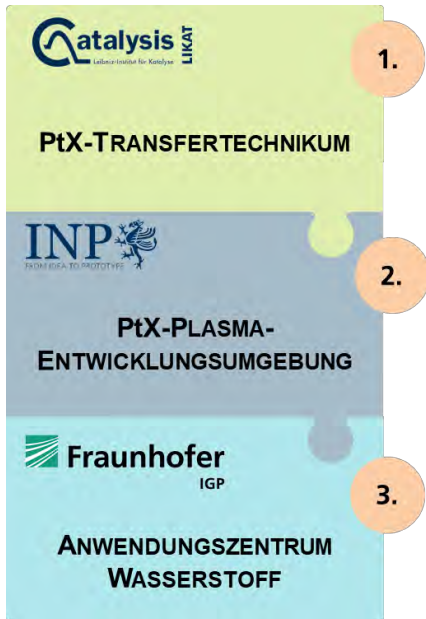
- Enormes Zukunftspotenzial
- Vorhandenes Know-how
- Verfügbare Infrastruktur



2. Forschungsfabrik Wasserstoff MV

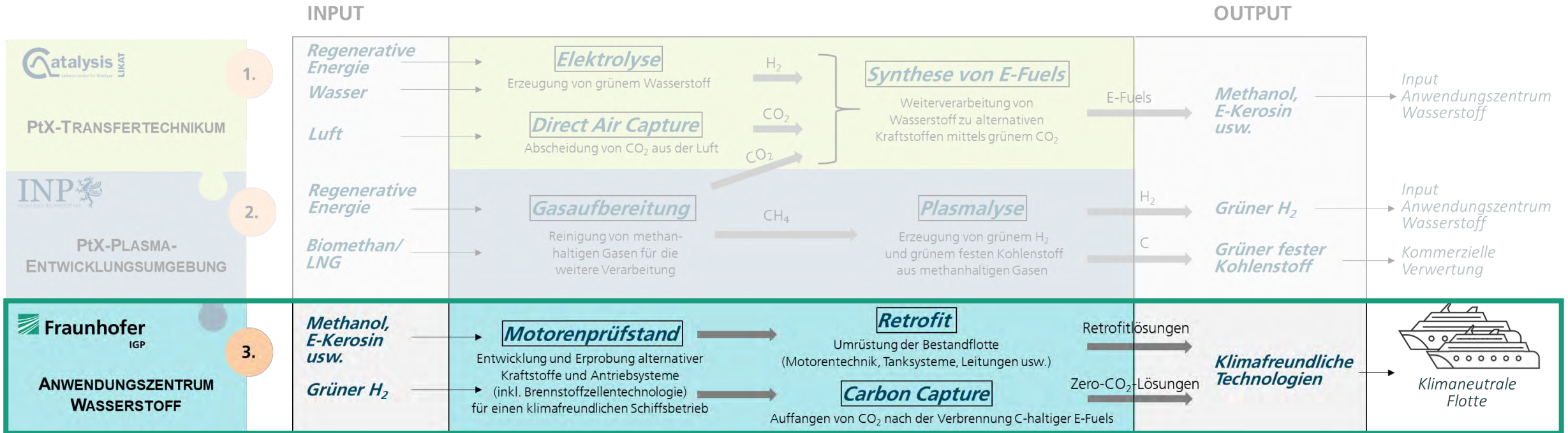
Der innovative Leuchtturm an der Ostseeküste

Forschungsfabrik Wasserstoff MV

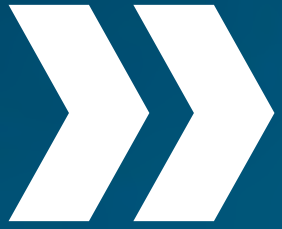


Der innovative Leuchtturm an der Ostseeküste

Forschungsfabrik Wasserstoff MV



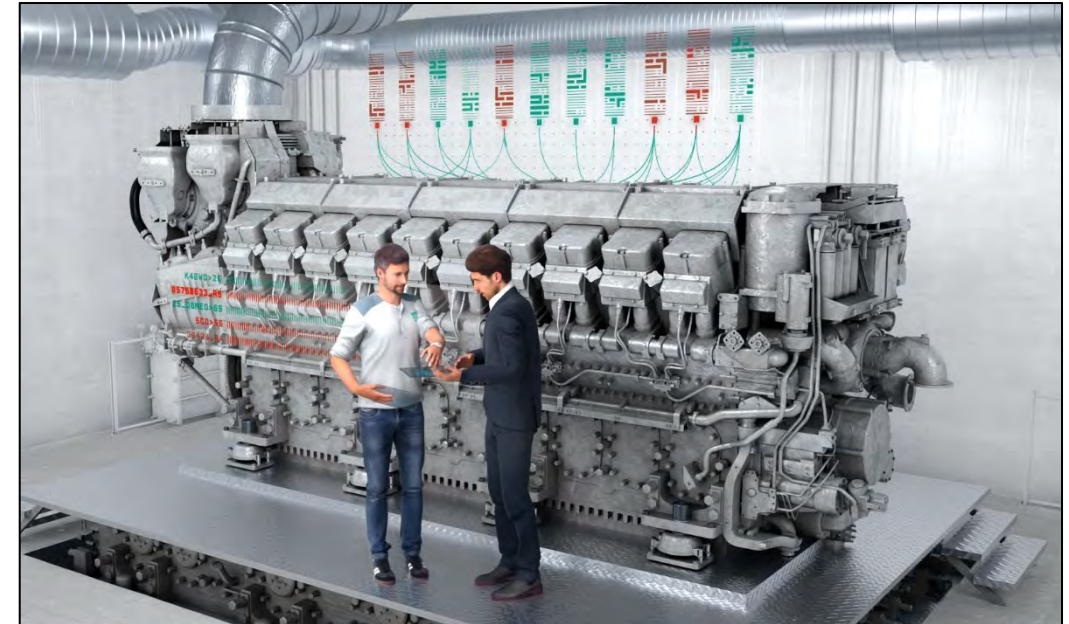
Anwendungszentrum Wasserstoff



3. Anwendungszentrum Wasserstoff

Motor für wirtschaftlichen Einsatz nachhaltiger H₂-Technologien in der maritimen Industrie

- **Prüfstandsfeld für Energiewandler**
(Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle + Batterie)
- **Retrofitkonzepte** für die Umrüstung der Flotte
- Lösung **produktionstechnischer Fragestellungen** im Rahmen des H₂-Hochlaufs
- Entwicklung **wasserstoffbasierter Logistikketten**
- **Schiffsektion** als Demonstrator



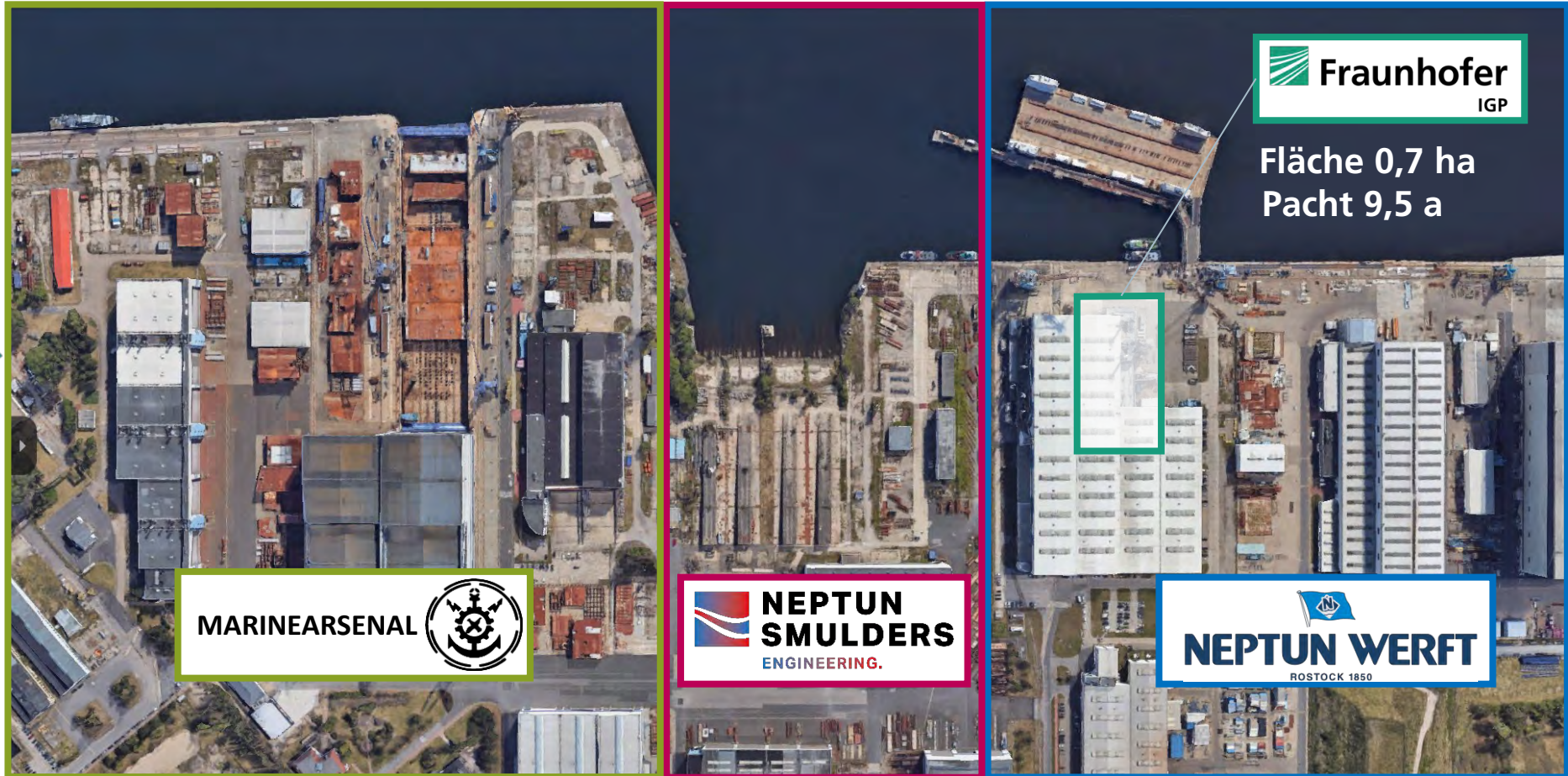
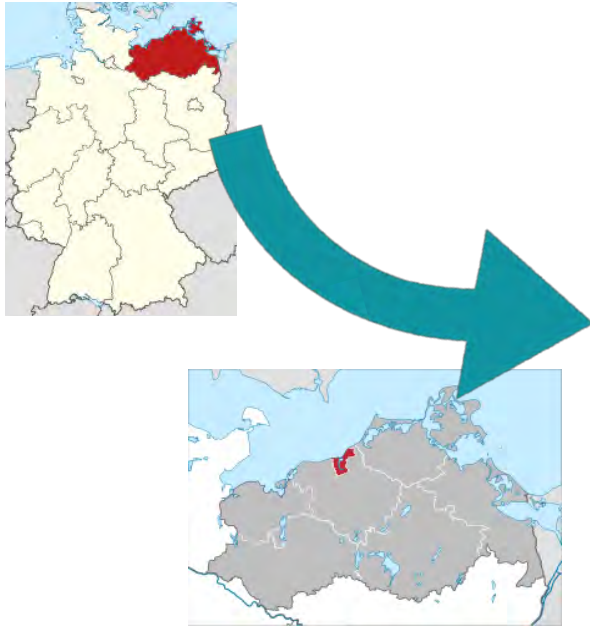
Aufnahme des Forschungsbetriebs im Juli 2023



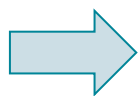
**Anfang 2024 → 9,9 Mio. € Landesförderung
für den Ausbau der Infrastruktur**

Anwendungszentrum Wasserstoff

Der Standort



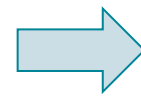
Adresse:
Fraunhofer IGP
Anwendungszentrum Wasserstoff
Werftallee 13
18119 Rostock-Warnemünde



Der Standort befindet sich in **unmittelbarer Nähe zur maritimen Industrie** und soll als **Keimzelle** für **anwendungsnahe maritime Wasserstofftechnologien** dienen.

Anwendungszentrum Wasserstoff

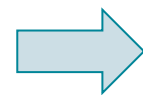
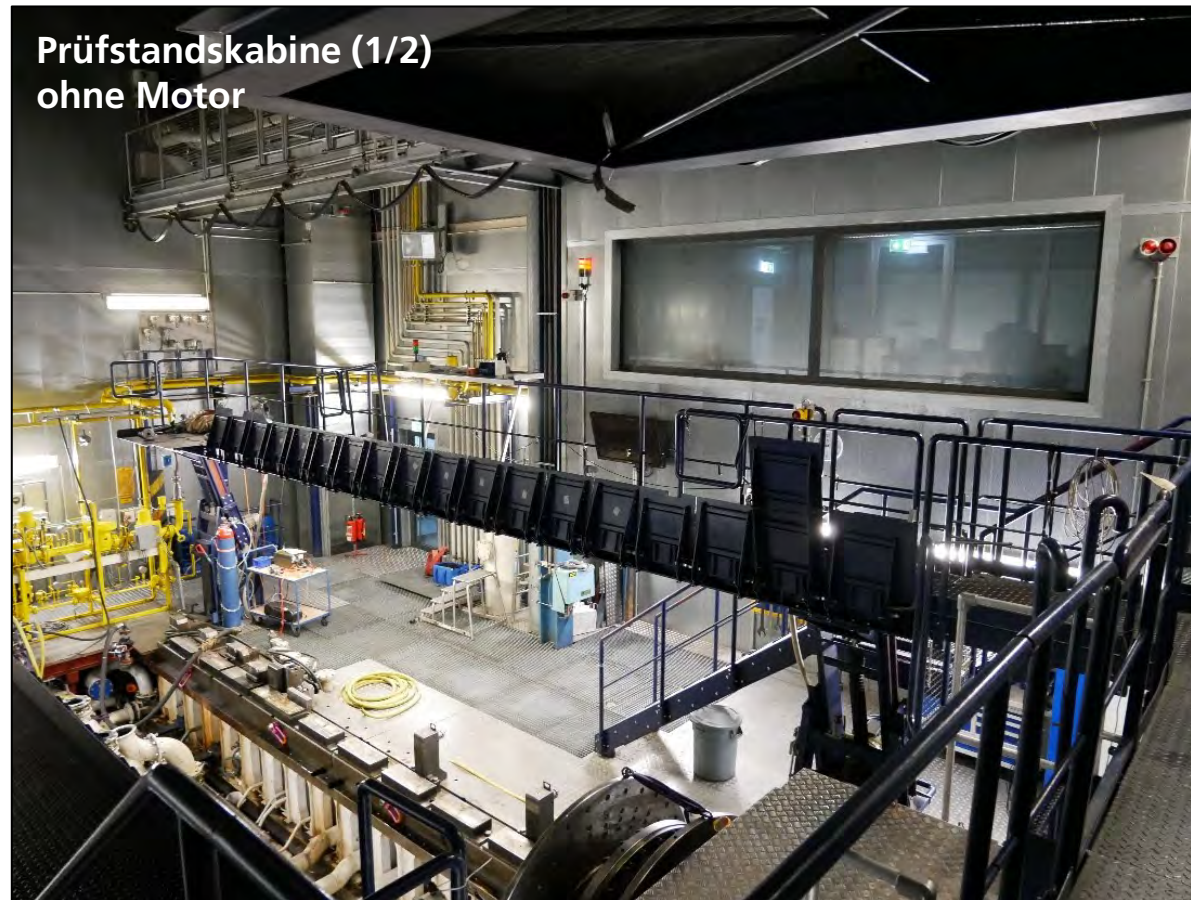
Das Team



***Interdisziplinäres Team** mit langjähriger Erfahrung im Bereich Verbrennungsmotoren. Weiterer **Aufwuchs** wird zeitnah erfolgen*

Infrastruktur-Highlights

- **Zwei Prüfstände** (je ca. 16 x 10 m)
- **Wasserwirbelleistungsbremsen**
 - bis **4,2 MW**, 3000 rpm, 50 kNm
 - bis **10 MW**, 1500 rpm, 250 kNm
- **Bekranung** bis **150 t**
- **Abgasbühne** verfahrbar



Typenoffene Infrastruktur zur Entwicklung und Evaluierung großskaliger **alternativer Antriebssysteme** und deren Komponenten und Teilsysteme

Anwendungszentrum Wasserstoff

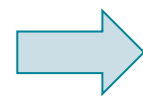
Großmotoren-Prüfstände

Infrastruktur-Highlights

- **Zwei Prüfstände** (je ca. 16 x 10 m)
- **Wasserwirbelleistungsbremsen**
 - bis **4,2 MW**, 3000 rpm, 50 kNm
 - bis **10 MW**, 1500 rpm, 250 kNm
- **Bekranung** bis **150 t**
- **Abgasbühne** verfahrbar

Geplante Investitionen

- 2 weitere Prüfstände im **MW-Scale**
- Eigener **Multi-Fuel Forschungs-Vollmotor** (4 Zylinder, ca. **1,3 MW**)
- **4-Quadrantenbremse** mit **Energierückgewinnung**



Typenoffene Infrastruktur zur Entwicklung und Evaluierung großskaliger alternativer Antriebssysteme und deren Komponenten und Teilsysteme

Anwendungszentrum Wasserstoff

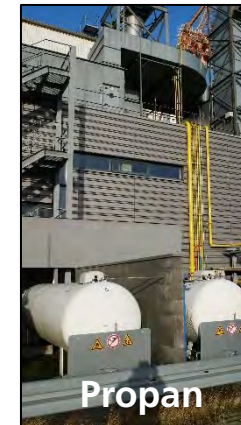
Kraftstoffinfrastruktur

Infrastruktur-Highlights

- **Konventionelle Kraftstoffe**
 - Marine Diesel
- **Gaskraftstoffe**
 - Erdgas, Propan, Kohlendioxid
- **Kraftstoffe der Zukunft**
 - Methanol

Geplante Investitionen

- **Ammoniakversorgung**
- **Wasserstoffversorgung**



Anwendungszentrum Wasserstoff

Komponenten und Systeme

Infrastruktur-Highlights

- **Dreigeteilte Prüfstandskabine** für Systeme und Komponenten (10 x 14 m)
- **3.600 qm** überdachte Hallenfläche (Höhe 22 m)

Geplante Investitionen

- Modularer Teststand für einen flexiblen maritimen Antriebsstrang inkl. **Reformer, Brennstoffzelle** und **Batterie**
- Aufbau von Testständen für **Elektrolyse-Stacks**



Anwendungszentrum Wasserstoff

Maritime Antriebssysteme in Rostock



Fraunhofer Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP



Forschungszentrum für Verbrennungsmotoren und Thermodynamik Rostock GmbH



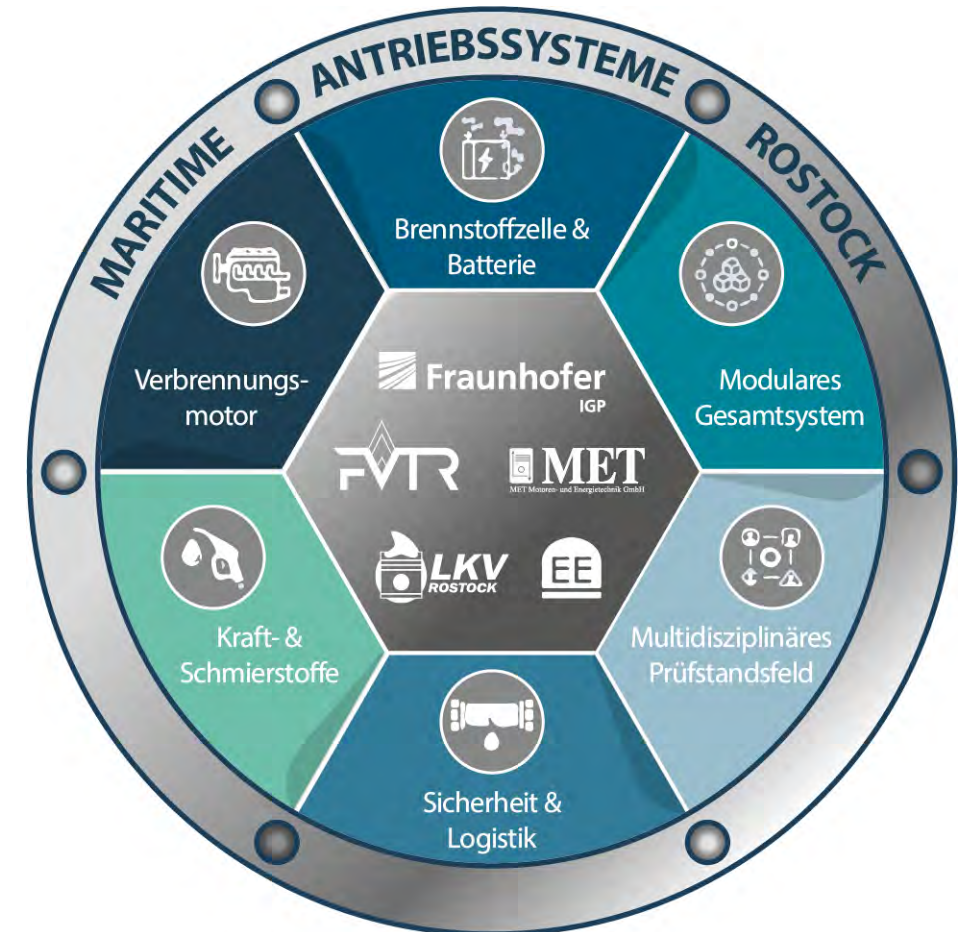
Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren der Universität Rostock



MET Motoren- und Energietechnik GmbH



Institut für Elektrische Energietechnik der Universität Rostock



Kontakt

M. Sc. Jan Tschirner
Fraunhofer IGP
Projektanbahnung Wasserstofftechnologien
Tel. +49 381 49682 – 229
jan.tschirner@igp.fraunhofer.de

Fraunhofer IGP
Albert-Einstein-Str. 30
18059 Rostock
www.igp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Benjamin Illgen
Fraunhofer IGP
Projektleiter Forschungsfabrik Wasserstoff MV
Tel. +49 381 49682 - 230
benjamin.illgen@igp.fraunhofer.de

Fraunhofer IGP
Werftallee 13
18119 Rostock-Warnemünde
www.igp.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge
Fraunhofer IGP
Leiter des Institutes
Tel. +49 381 49682 - 20
wilko.fluegge@igp.fraunhofer.de

Fraunhofer IGP
Albert-Einstein-Str. 30
18059 Rostock
www.igp.fraunhofer.de



Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Wirtschaft,
Infrastruktur, Tourismus
und Arbeit

Neubau Forschungsschiff „Coriolis“

Relevante Umweltforschung &
Innovationsplattform zur Entwicklung neuer Technologien für eine
umweltfreundlichere Schifffahrt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24



Neubau Coriolis



Foto: Volker Dzaak Hereon



Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24



Helmholtz-Zentrum
hereon

Neubau Coriolis

Aufgaben und Ausstattung:

Erprobung neuer Energiesysteme mit dem Schwerpunkt Wasserstofftechnologie (100 kW-Brennstoffzelle – 5t Metallhydridtank) – Inst. f. Wasserstofftechnologie – Zusammenarbeit mit dem neuen DLR-Inst. f. Maritime Energiesysteme

Aufbereitung der Ladeluft von Motoren zur Minimierung des Schadstoffausstoßes mit Membranen – Inst. f. Polymerforschung

Messsysteme für die Küstenforschung

Digitalisierung von Forschungsdaten



Foto: Felix Beck Hereon

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis

Schiffsbasisdaten des Neubaus LUDWIG PRANDTL II

Länge/Breite/Tiefgang: 29,90 m / 8 m / 1,6 m

Besatzung/ Wissenschaftler: 3 / 12

Laborfläche/ Fläche Arbeitsdeck: 47 m²/ 70 m²

Einsatzbereich: Küstenfahrt International

Geschwindigkeit: max. 12 Knoten

Maschinenleistung: 750 kW

Einsatztage/Jahr: ca. 225



Model des Rumpfes (Maßstab: 1 : 6) – Schiffbauversuchsanstalt Potsdam, Feb. 2022,
Foto: Volker Dzaak Hereon

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis

Forschungsaufgaben Küstenforschung (Beispiele)

- Untersuchung von **organischer Schadstoffen** in Luft, Meerwasser und Sedimenten in deutschen Flüssen und der Nordsee.
- **Identifikation** von potentiellen anorganischen (Schad-) Stoffen, die durch den **Korrosionsschutz von Offshore-Windkraftanlagen** einen relevanten Eintrag in die Meeresumwelt haben könnten.
- Bestimmung von Schadstoffen wie **Schwermetallen** (Cadmium, Quecksilber, Kupfer und Zink) **Pestiziden und Industriechemikalien**.
- Erfassung von Schwebstoffen, Sauerstoff, Salzgehalt ..., die aus der Elbe in die Nordsee gelangen um **Referenzmessungen für Extremereignisse (Hochwasser)** zu erhalten.
- Erfassung der Verteilung und Beständen von Meerestenten und anderen Seevögeln.
- Bestimmung von **Stoff- und Nährstofftransporten**, Nitrat- und **Treibhausgaskonzentrationen**.
- Erprobung von neuen Geräten und Sensoren. Verankerung von Messbojen.
- **Ausbildung** von Studenten

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis

Forschungsaufgaben Wasserstofftechnologie

Systementwicklung einer sicheren und kompakten Speicherung von Wasserstoff (Metallhydrid) an Bord von Schiffen

Vorteile:

- hohe Speicherdichten bei sehr moderaten Druck- (≤ 50 bar) und Temperaturbedingungen (Betriebstemperaturen im Tank -30°C bis gut 50°C),
- chemische Bindung des Wasserstoffs, die eine explosive Wasserstofffreisetzung im Falle einer Tankhavarie unmöglich macht.

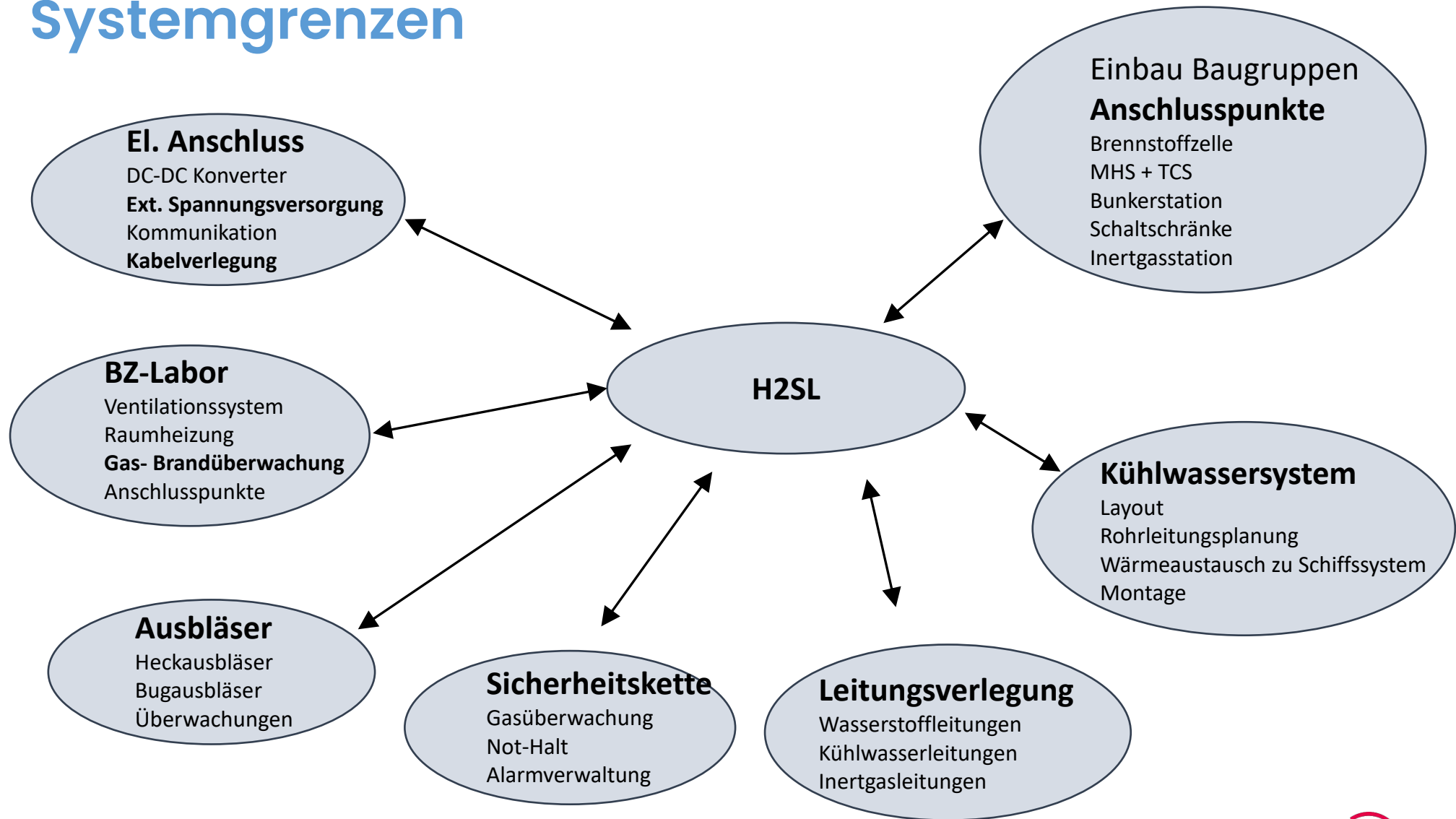
Zielsetzung:

- Erprobung, Weiterentwicklung und Demonstration der Wasserstoffspeicherung in Metallhydriden an Bord der Ludwig Prandtl II,
- Weiterentwicklung (Systementwicklung) des H2SL (Wasserstoffsystemlabor) mit den Daten aus dem Realbetrieb des Schiffes.

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis

Systemgrenzen

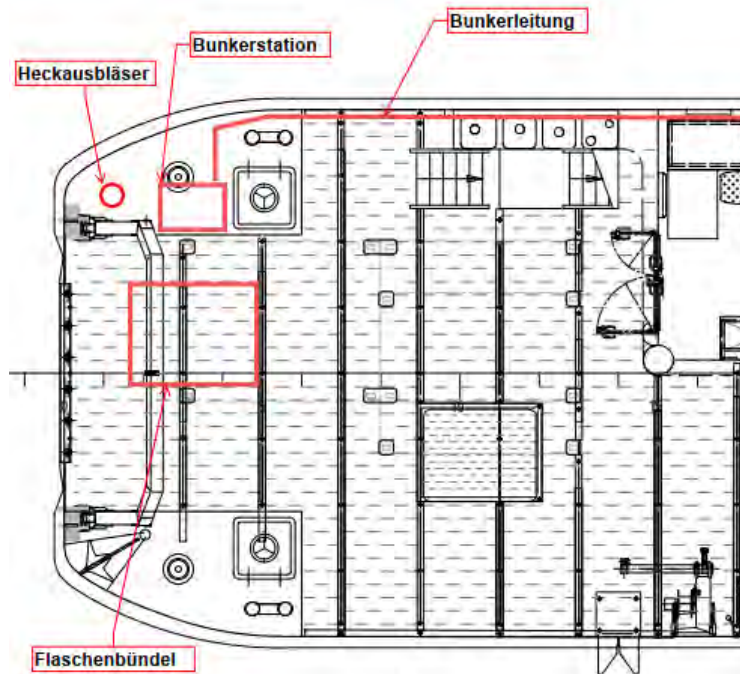


Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

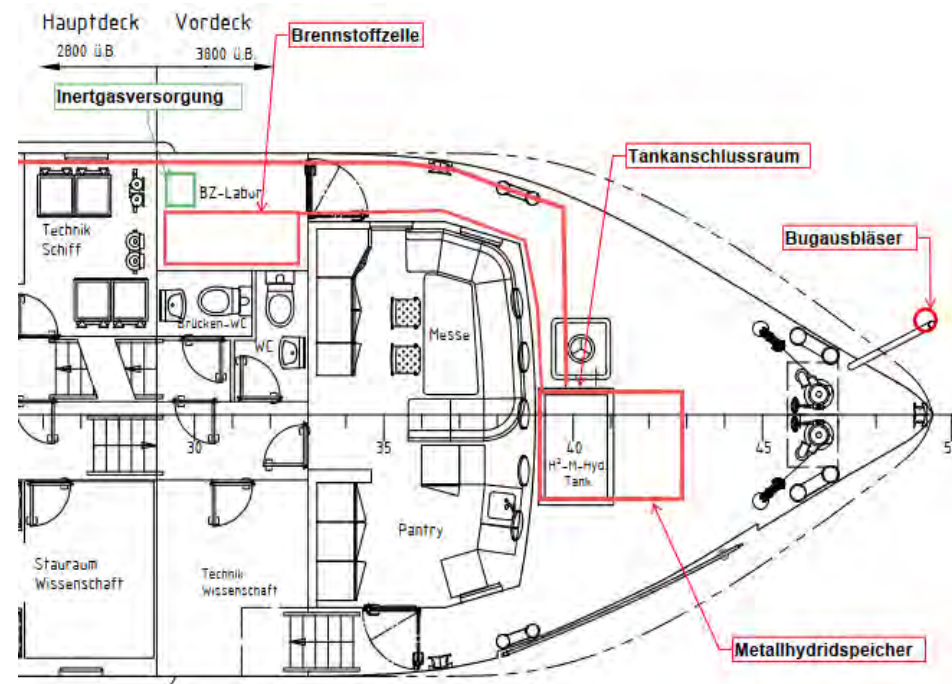
Neubau Coriolis

Wasserstoffsystemlabor

Betankung



Energieerzeugung



Speicherung

Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis



Tag der maritimen Wasserstoffanwendungen – 14.03.24

Neubau Coriolis

Zeitplanung

Auftragsvergabe: 16.09.2022
Hitzler Werft, Lauenburg
Schleswig-Holstein



Brennstart: 19.01.2023,
Ostseestaal, Stralsund
Mecklenburg-Vorpommern



Kiellegung: 23 März 2023

Stapelhub: August 2023

Taufe: 2024



Fotos: Hereon



FRS Windcat Offshore Logistics

Erfahrungsbericht Crew Transfer Vessel (CTV) "Hydrocat 55"

20.03.2024



- deutsch / niederländisches Joint Venture
- gemeinsam über 21 Jahre Erfahrung in der Offshore Logistik
- einzigartiges Design- und Sicherheitskonzept
- FRS Windcat Polska im Jahr 2018 gegründet

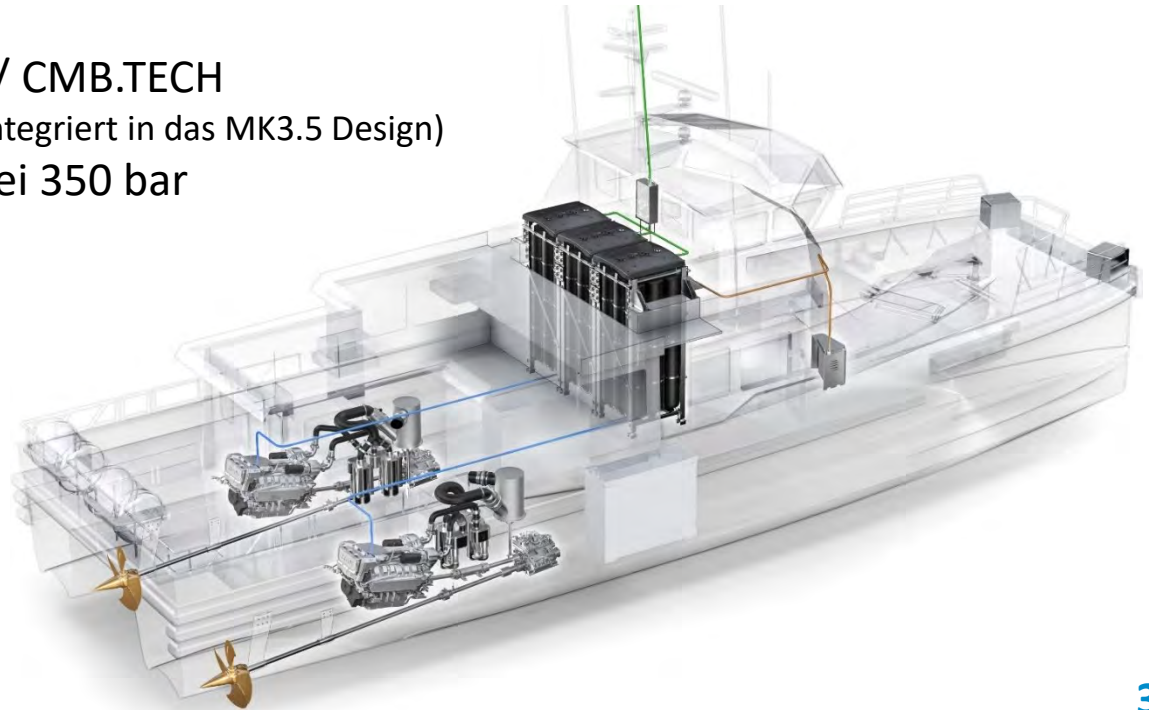


Hydrocat – MK3.5 H₂

Der Wasserstoff-Antrieb

Länge: 25 m Breite: 7.3 m Tiefgang: 2 m

- Dual-Fuel Motoren von MAN / CMB.TECH
(Betrieb mit Wasserstoff und Diesel; integriert in das MK3.5 Design)
- Wasserstofftanks für 207 kg bei 350 bar



Hydrocat 55

Zeitplan Inbetriebnahme



11/2021

Kiellegung Bauwerft
Woudsend, NL



05/2022

Taufe Schwesterschiff



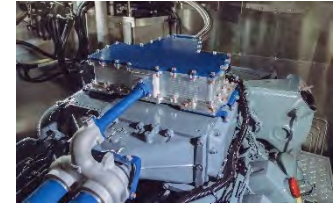
02/2023

Ablieferung durch die Werft
als "H2-Ready"



03/2023

Erster Einsatz ab Sassnitz



Q3 2023

Auslieferung des H₂-Systems
durch CMB.TECH



Q4 2023

Einbaus des H₂-Systems



01/2024

Start einjährige
Testphase mit 50Hertz



2024

Regelmäßiges Bunkern
im Hafen von Mukran



Weitere Schiffe mit Dual-Fuel
Antrieb im Bau

Hydrocat – MK3.5 H2

Herausforderungen



- Bedenken / Vorurteile gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff
- Verfügbarkeit von (grünem) Wasserstoff
- aktuelle und zukünftige Preissituation schwer kalkulierbar
- langwierige Genehmigungen von Behörden für Betankung & Betrieb

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Kontakt:

FRS Windcat Offshore Logistics GmbH
Malin Eichmeier / Chartering Manager

Norderhofenden 19-20
D-24937 Flensburg
Telephone: +49 (0) 461 864-541
E-Mail: malin.eichmeier@frs.de



The content of this presentation is without guarantee and subject to change. The rights belong exclusively to FRS Windcat Offshore Logistics GmbH. The disclosure to third parties (even partial) is permitted only with explicit consent of FRS Windcat Offshore Logistics GmbH.

Zero Emissions Energy Systems for Ships

Dheeraj Gosala

Research Scientist, DLR Institute of Maritime Energy Systems

14.03.2024

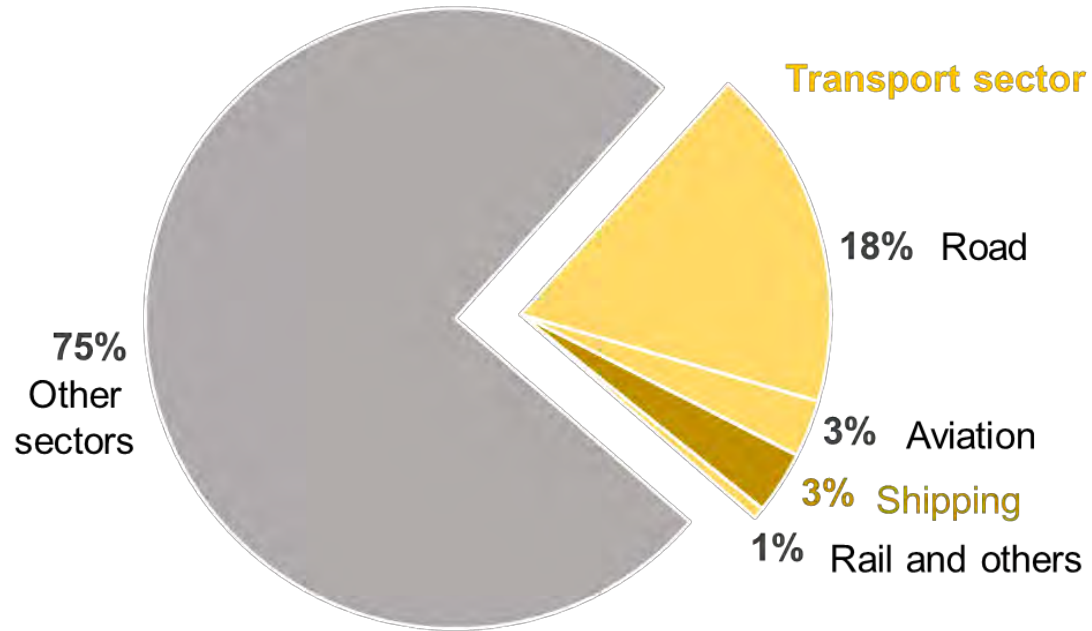
A satellite-style photograph of the Earth from space, showing the curvature of the planet, blue oceans, white clouds, and green landmasses. The text 'Knowledge for Tomorrow' is overlaid on the right side of the image.

Knowledge for Tomorrow

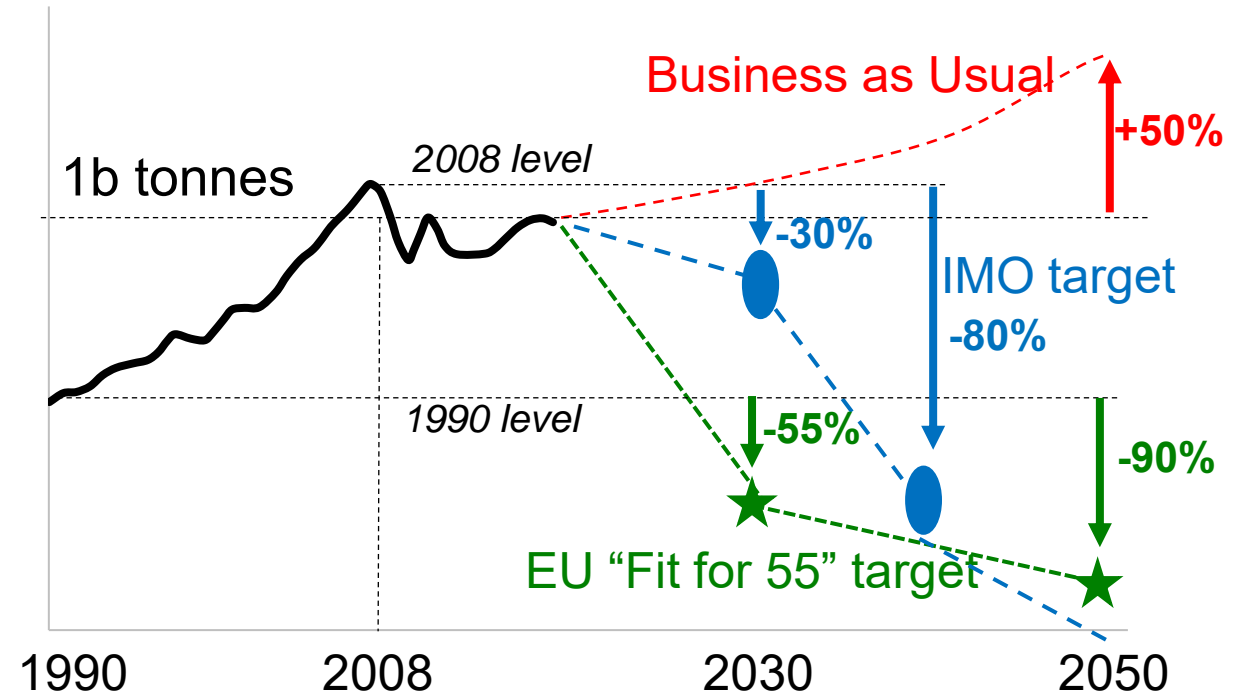
Background



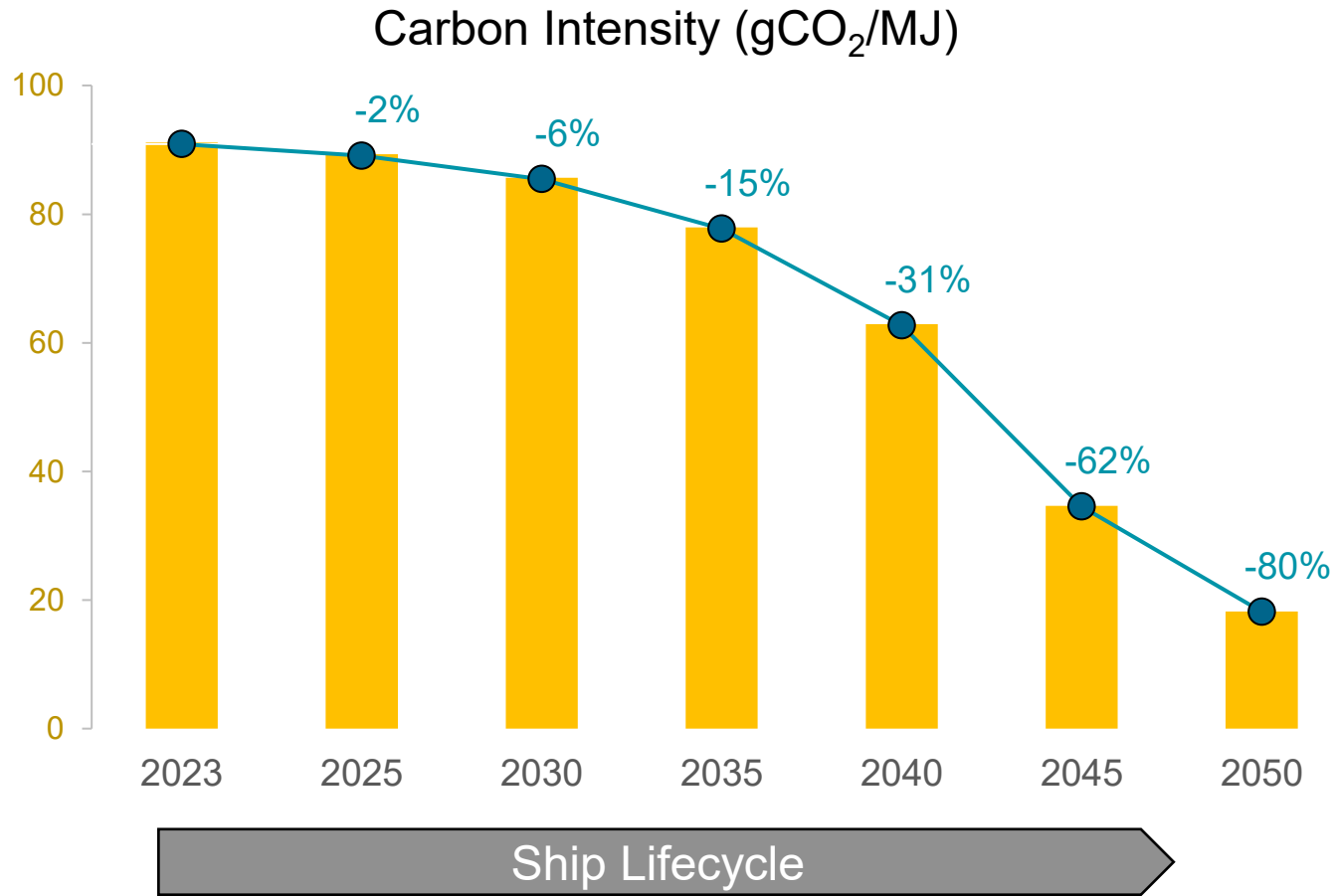
Global GHG Emissions (2018)



GHG Emissions from Shipping



Fuel EU Maritime Initiative



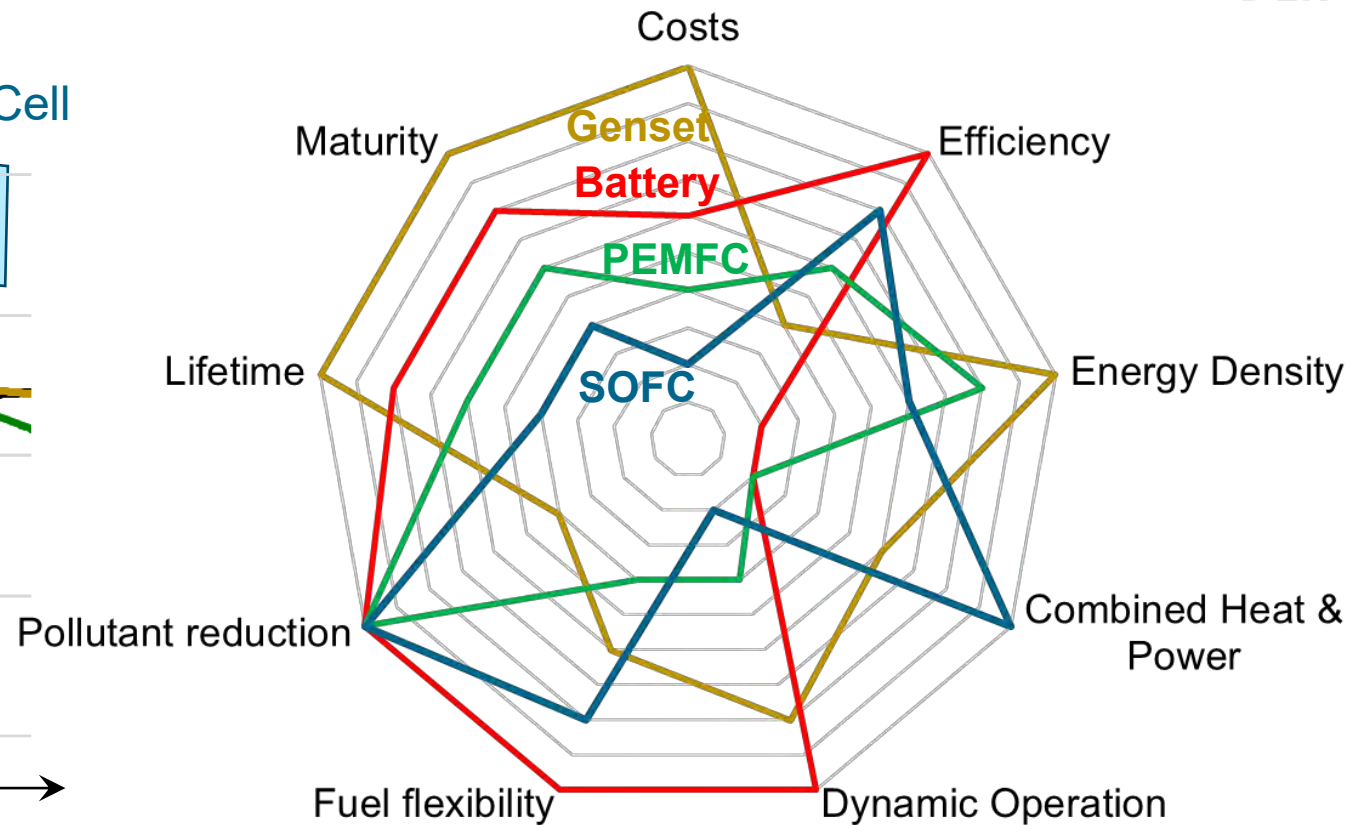
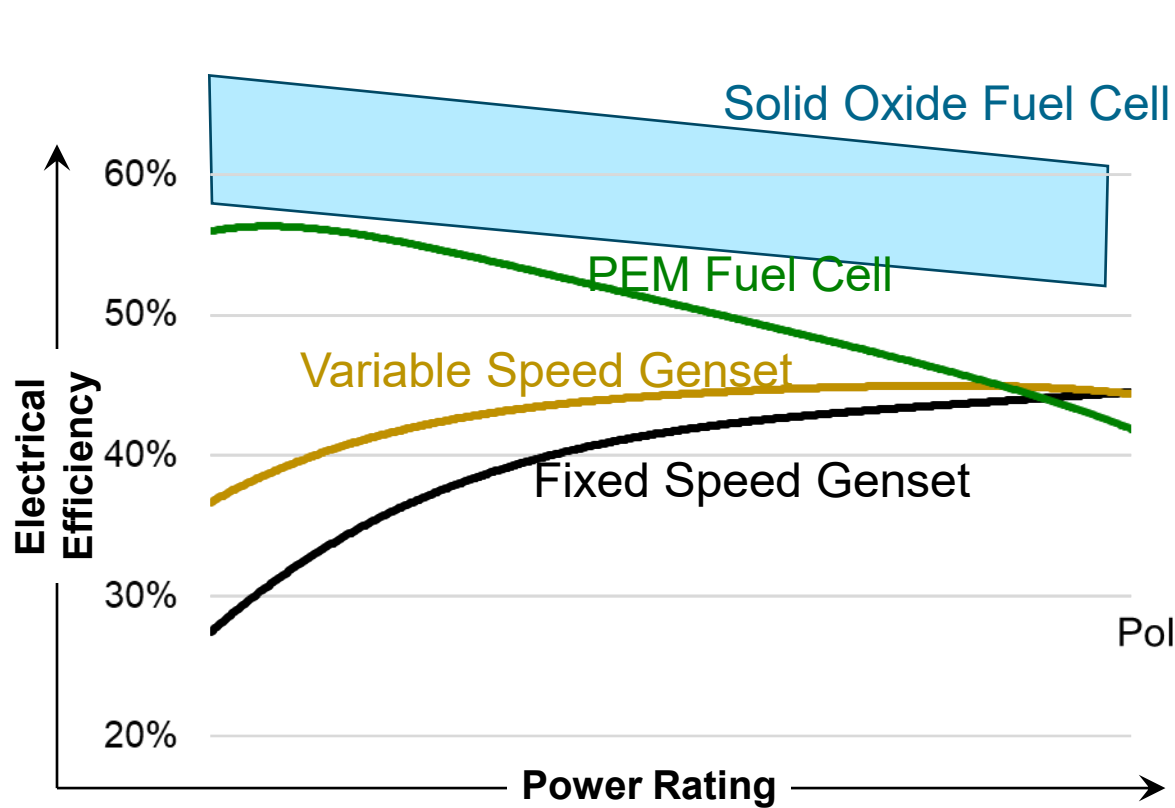
Reduce GHG intensity of fuels by up to 80% by 2050

Obligation ships to use **on-shore power supply or zero-emission technology** at ports

Zero-emission technology:

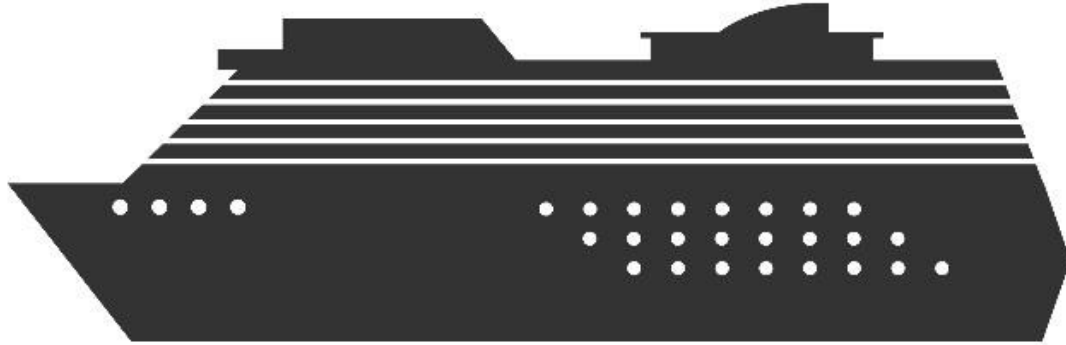
- Fuel cells
- Batteries
- PV/Wind energy

Energy Converters



- Different strengths of different converters
- Optimal energy system requires a combination of several components

Scope

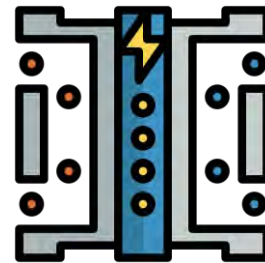


- Improve efficiency
- Reduce pollutant emissions (harbors & sensitive areas)

Batteries



Fuel Cells



DC grids



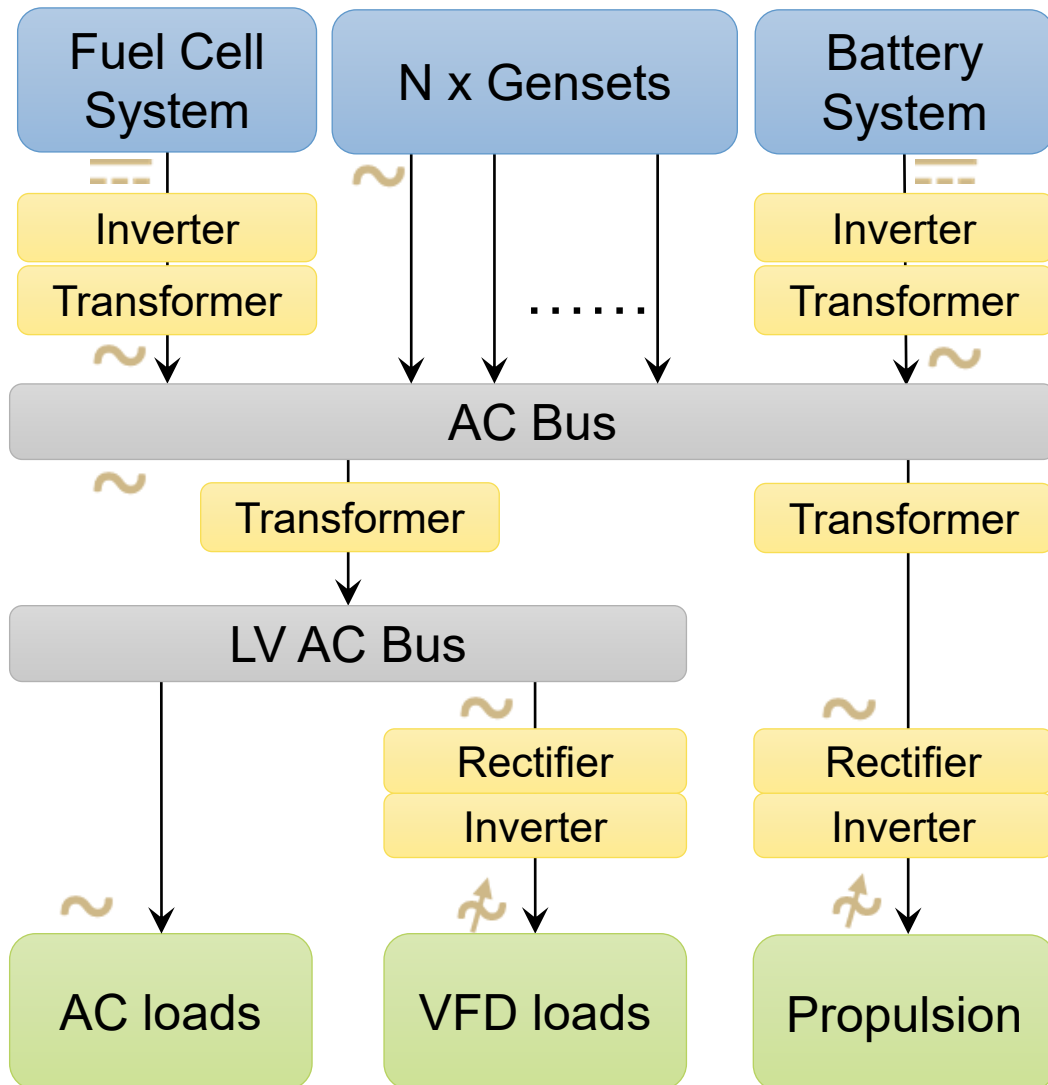
Grid Configuration in Modern Cruise Ships



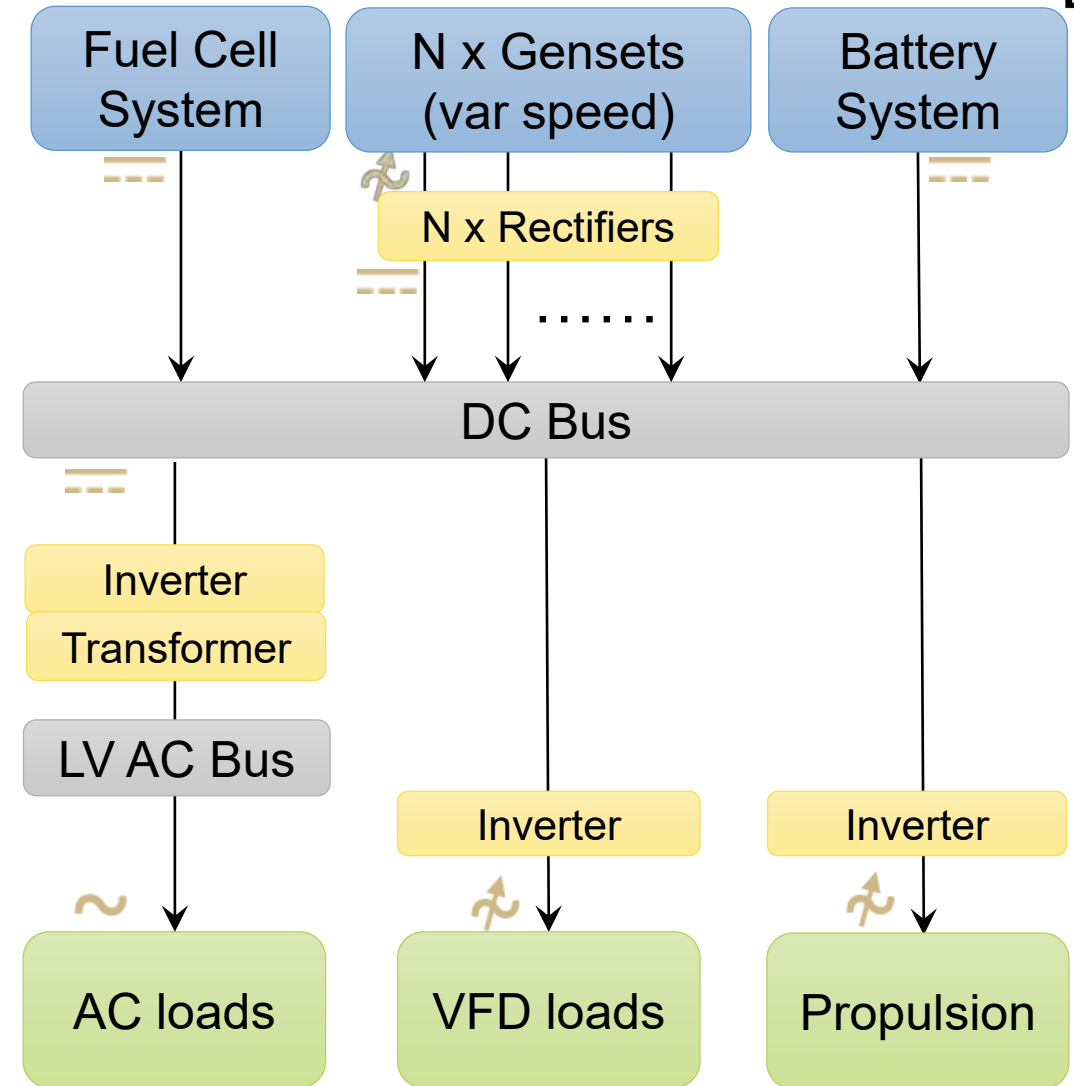
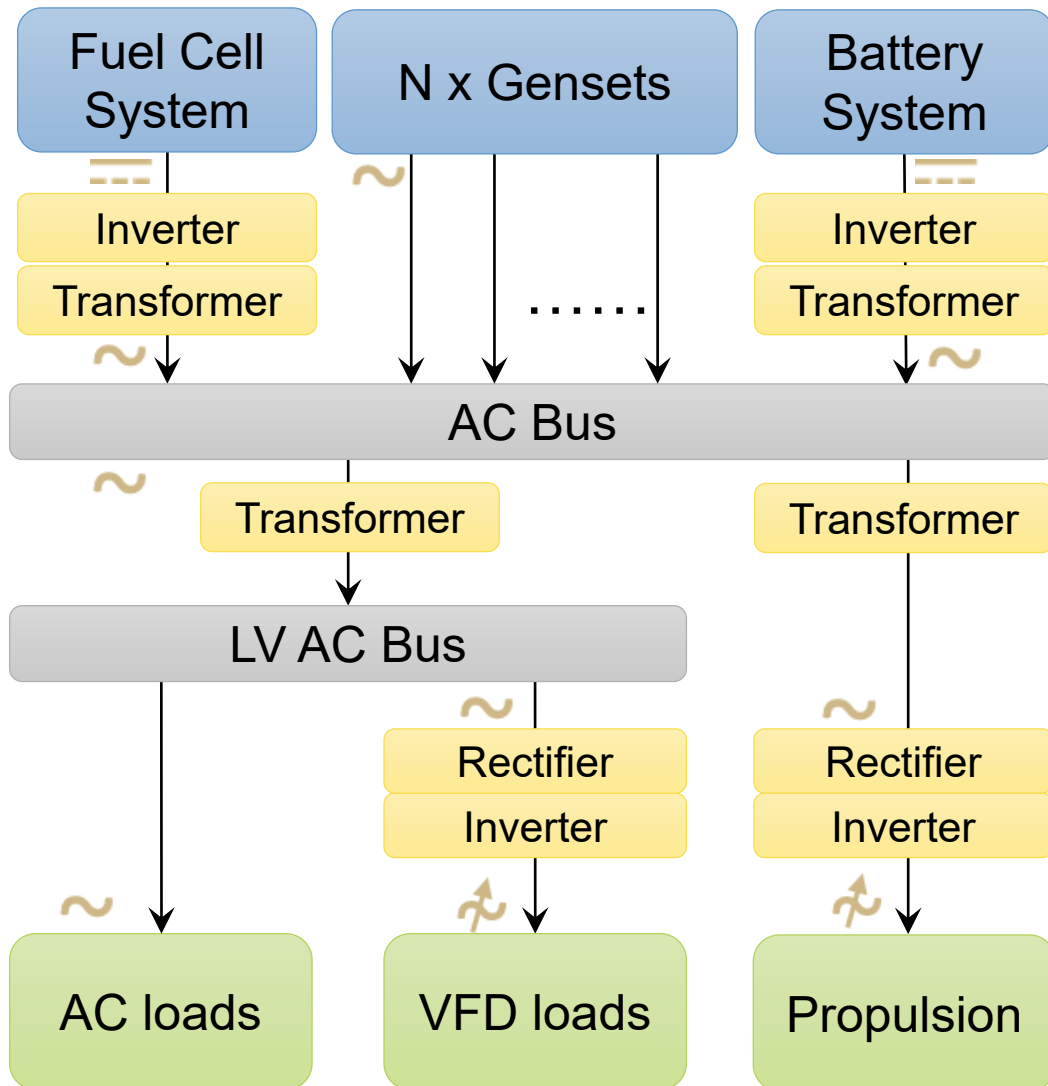
Power Generation & Energy Storage

AC Power Distribution

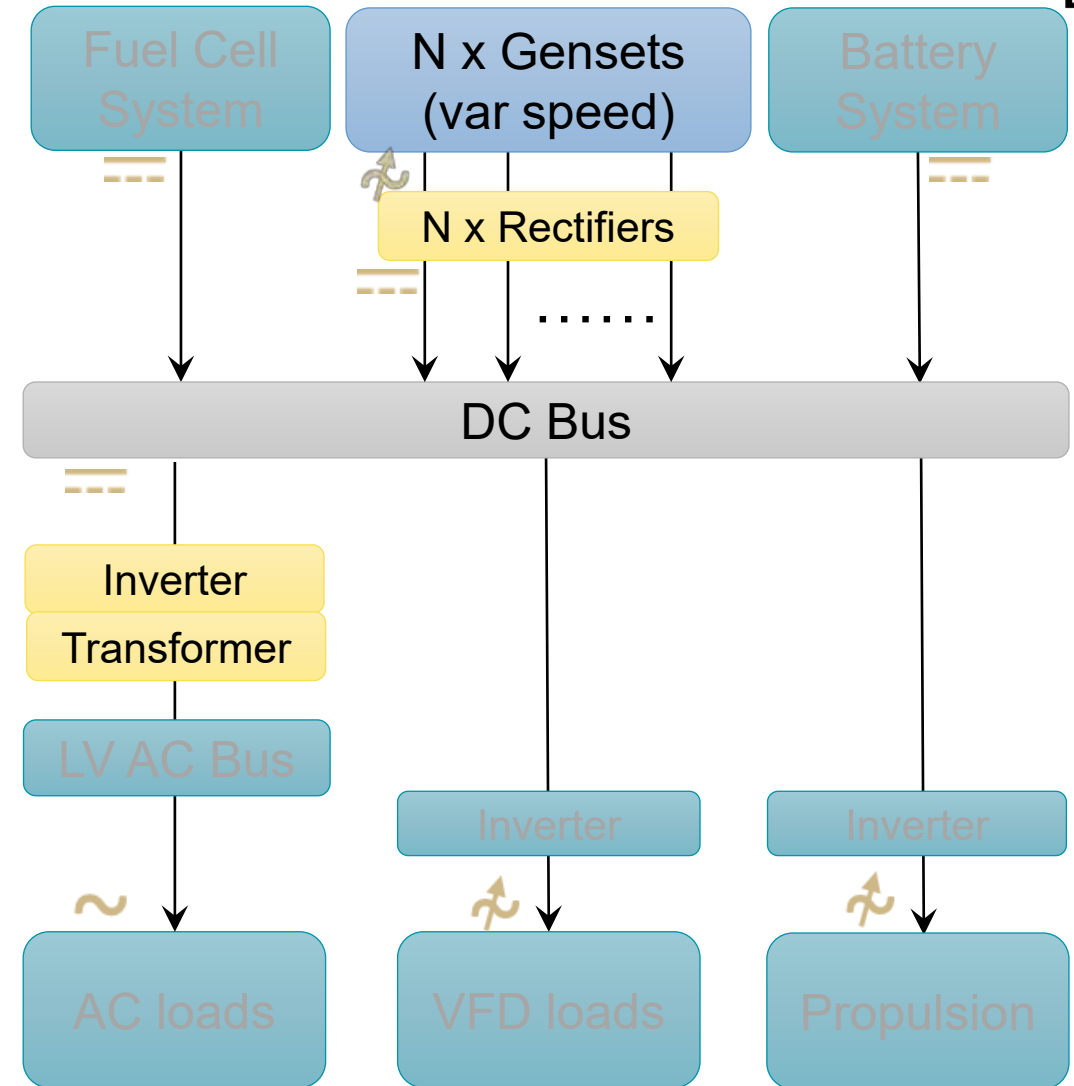
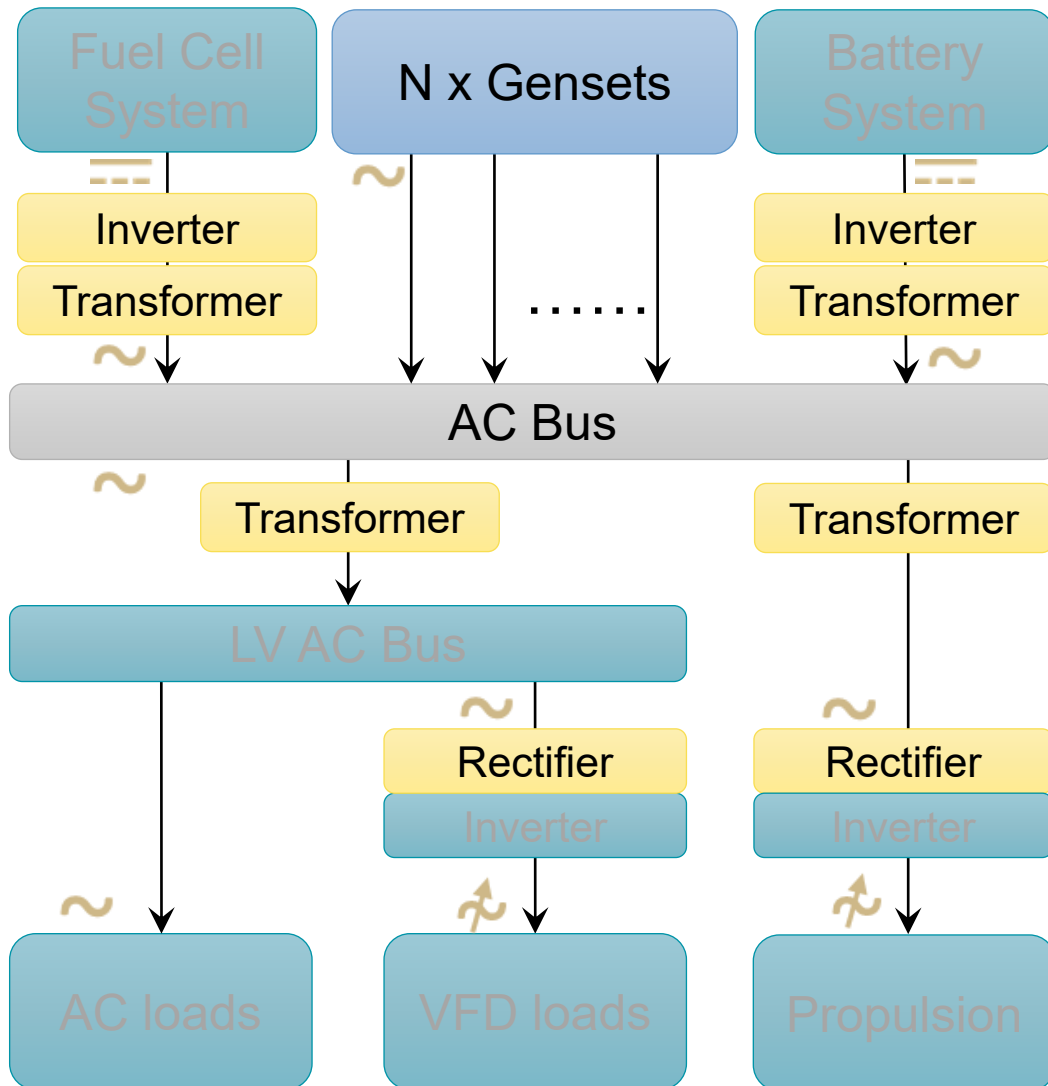
Power Consumers



Grid Configuration in Modern Cruise Ships

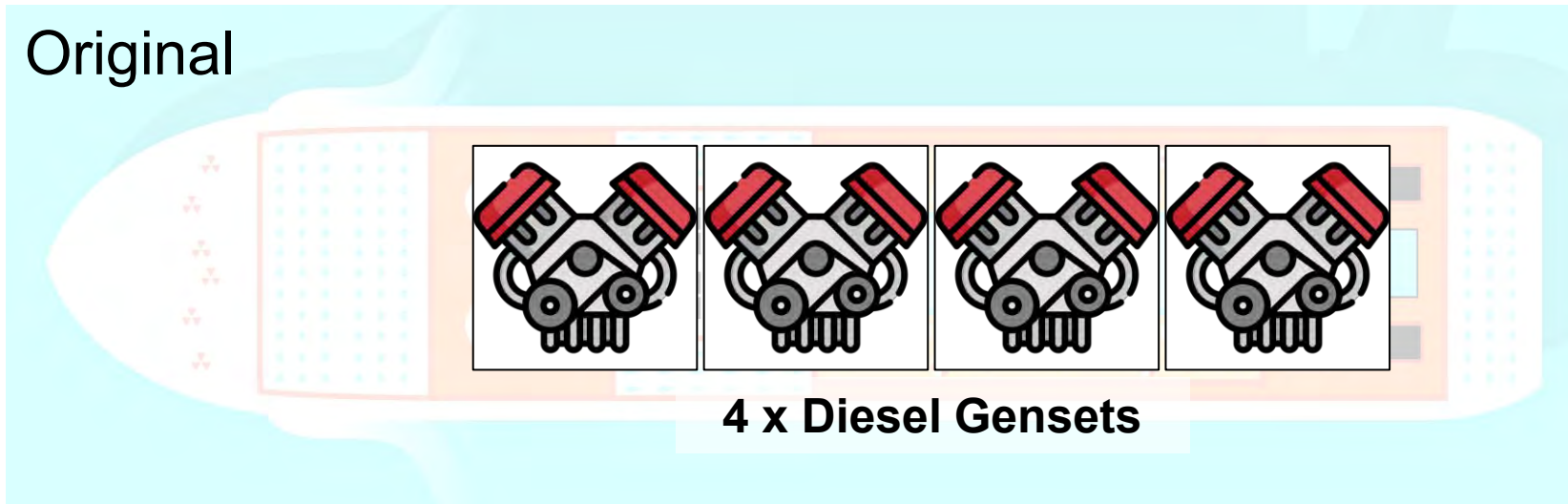


Grid Configuration in Modern Cruise Ships

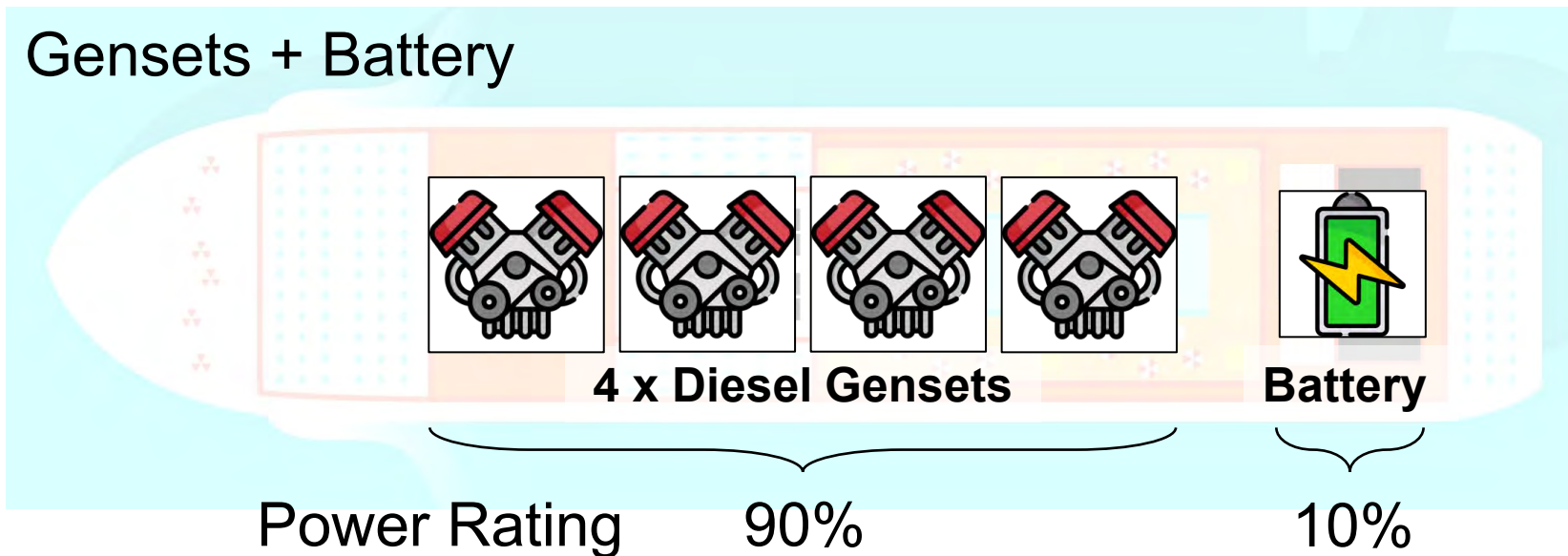


Energy System Configuration

Original

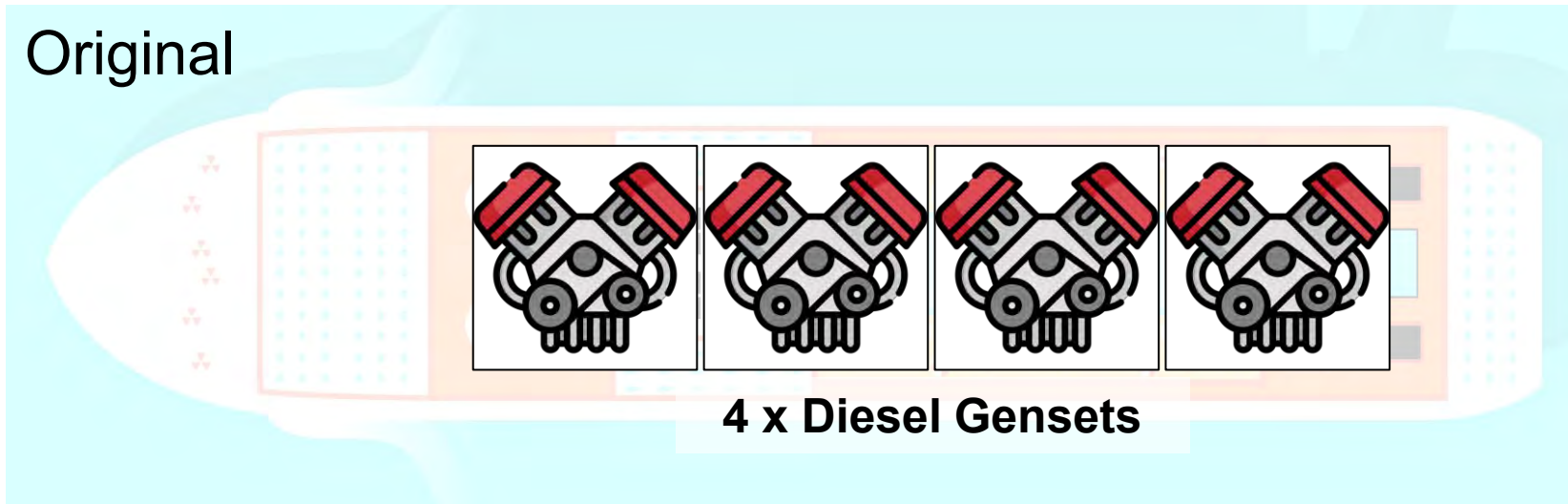


Gensets + Battery



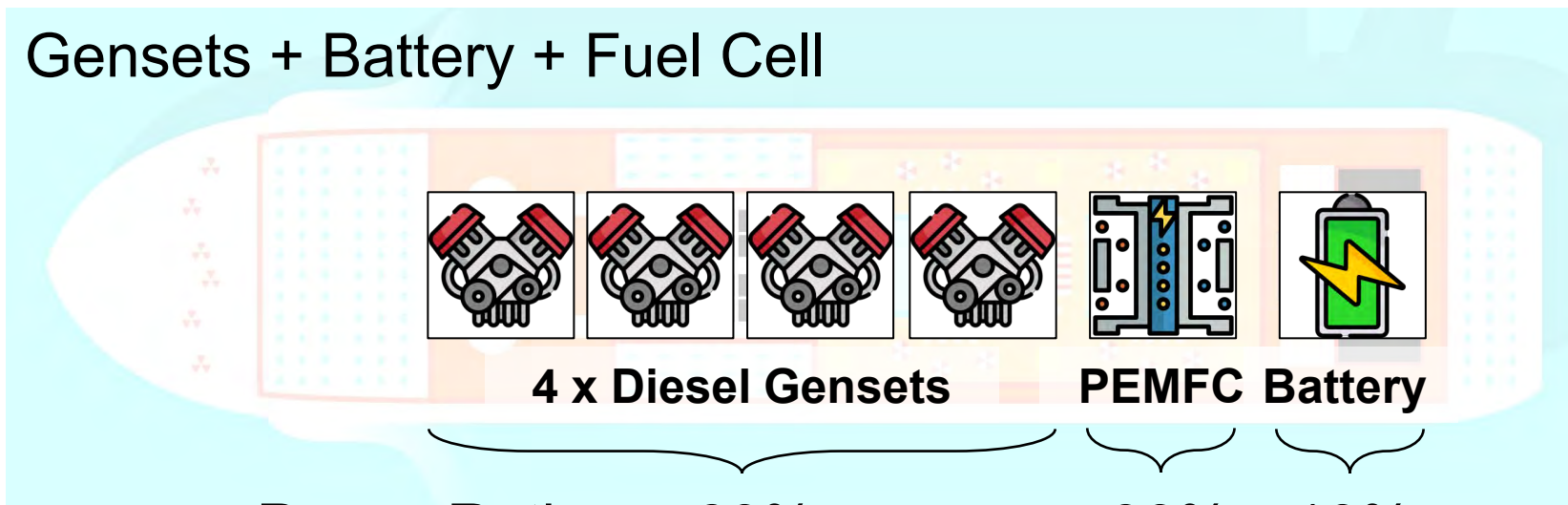
Energy System Configuration

Original



4 x Diesel Gensets

Gensets + Battery + Fuel Cell



4 x Diesel Gensets

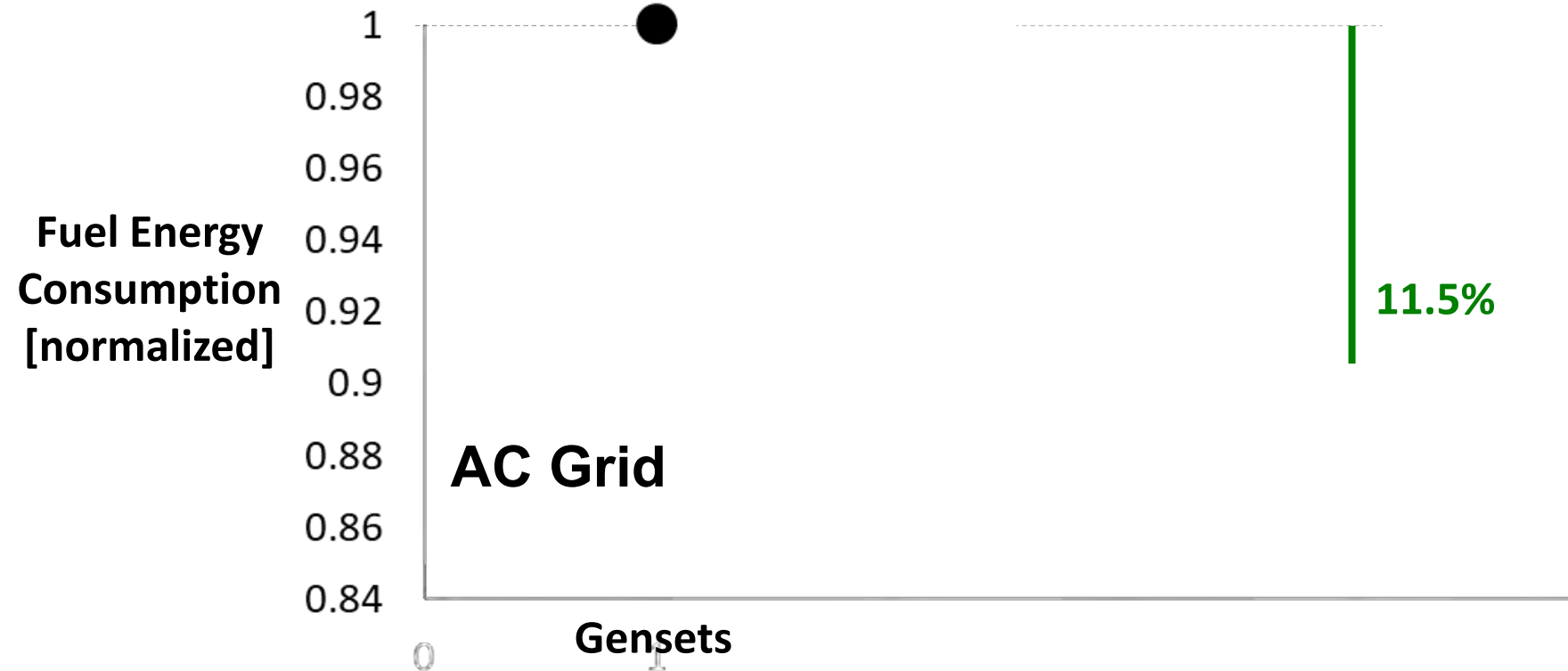
PEMFC Battery

Power Rating 60%

30%

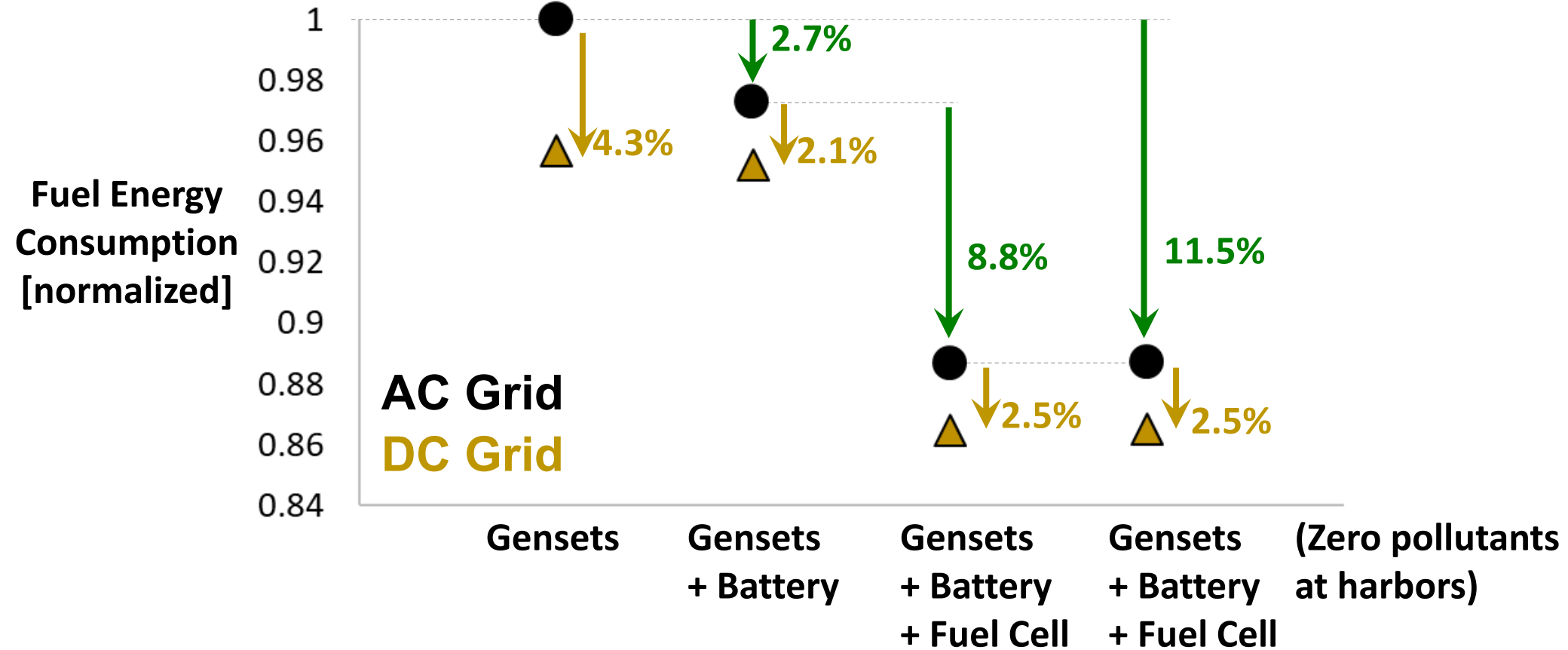
10%

Results – Fuel Energy Consumption



Batteries and fuel cells can yield up to 11.5% energy savings

Results – Fuel Energy Consumption



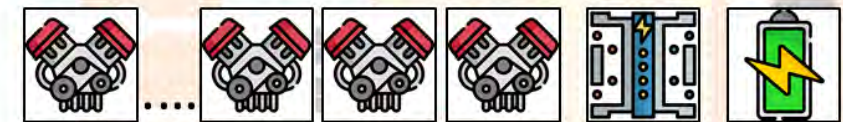
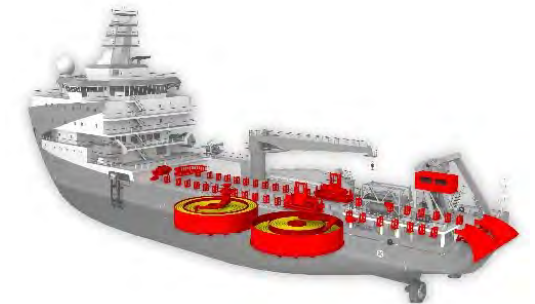
DC grid promises further energy savings of 2.1% – 4.3%

Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs) in maritime applications



Horizon Europe-funded project, 2022-2027

- **500 kW** LNG-SOFC-pilot demonstration at TRL7 on a cruise ship by 2027
- **Applicability** over various maritime use cases - cruise ships, dredgers and offshore vessels
- **Scalability** up to 20 MW including hoteling and share of propulsion loads
- **Fuel flexibility** with carbon-neutral fuels



LNG Gensets
(60 MW)

LNG SOFC
(20 MW)

23% GHG reduction expected

Conclusions



- PEM Fuel Cells and Batteries can enable up to 11.5% energy savings
- DC grids promise further energy savings of 2.2% - 4.3% over AC grids
- Zero-pollutant ship operation at ports and sensitive areas without fuel penalty
- Solid Oxide Fuel Cells can unlock up to 23% GHG emissions reduction under scaled up scenarios with the same fuel

Zero Emissions Energy Systems for Ships

Dheeraj Gosala

Research Scientist, DLR Institute of Maritime Energy Systems

14.03.2024

A satellite-style photograph of the Earth from space, showing the curvature of the planet, blue oceans, white clouds, and green landmasses. The text "Knowledge for Tomorrow" is overlaid on the right side of the image.

Knowledge for Tomorrow