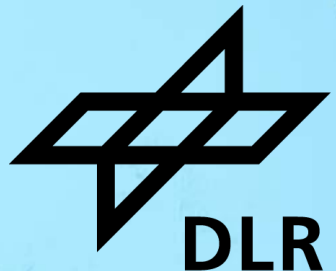


MÖGLICHKEITEN ZUR DEKARBONISIERUNG VON SCHIFFEN

DLR-Institut für Maritime Energiesysteme

Lukas Roß – 23.01.2024



Inhaltlicher Disclaimer

Die nachfolgend gezeigten Inhalte dienen der Information für die Teilnehmenden des Maritimen Fachgesprächs 2024 und dürfen nicht anderweitig weiter veröffentlicht werden.

Was ist das DLR?



DLR → Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

MS →  Institut für Maritime Energiesysteme

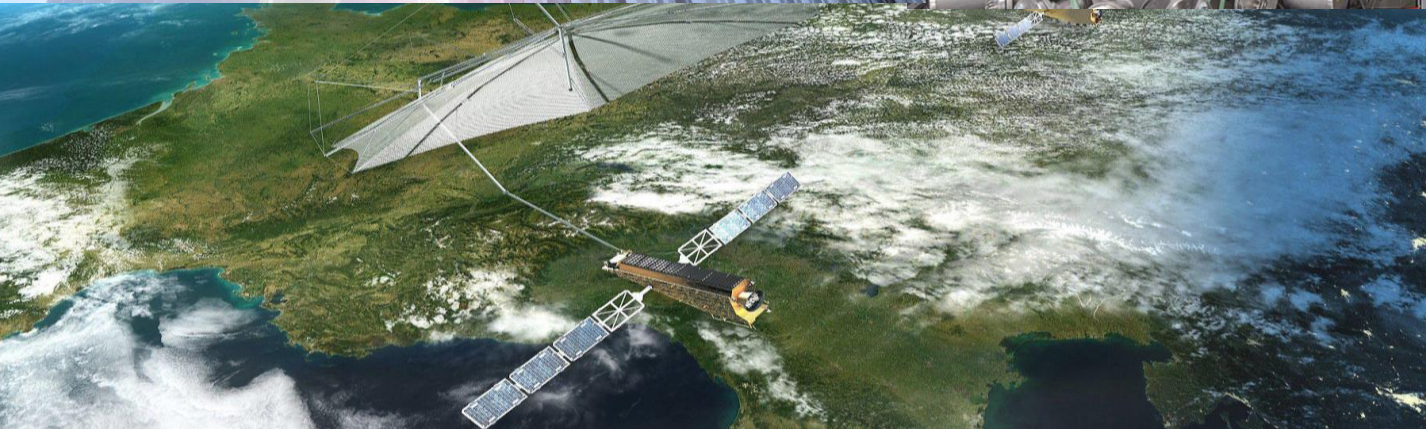
DLR in Zahlen

- 10.000+ Mitarbeitende
- 35 Standorte & Büros
- 55 Institute



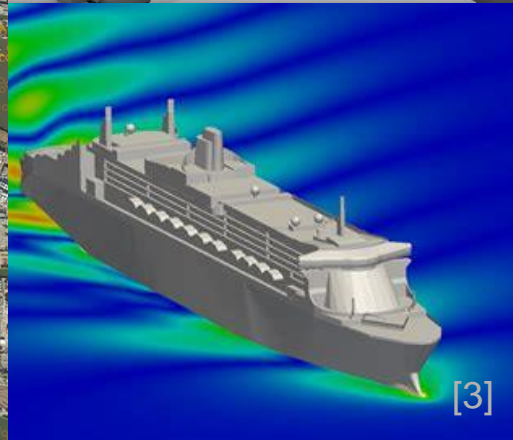
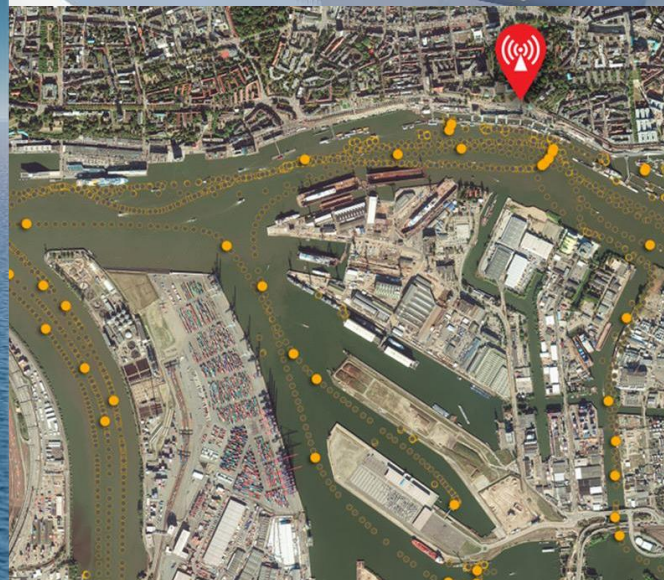
DLR macht doch was mit...





DLR-MS erweitert das Forschungsportfolio





A photograph of a ship's superstructure, likely a cargo or container ship. The main structure is painted orange and features a large blue logo consisting of four stylized, interlocking shapes. Above the orange structure, several large, cylindrical smokestacks are visible, with thick, dark smoke billowing from them into a cloudy sky. To the right, a white section of the ship's superstructure is visible, with the name "AL RAWDAH" printed on it. A person in a white uniform is standing on a platform near the smokestacks. The overall scene suggests a focus on maritime emissions.

Motivation: Emissionsfreie Schifffahrt

Wo liegt das Problem? Die aktuellen Treibstoffe!

- ✓ Container
- ✓ Dry bulk
- ✓ Tanker
- ✓ Gas bulk
- ✓ Vehicles

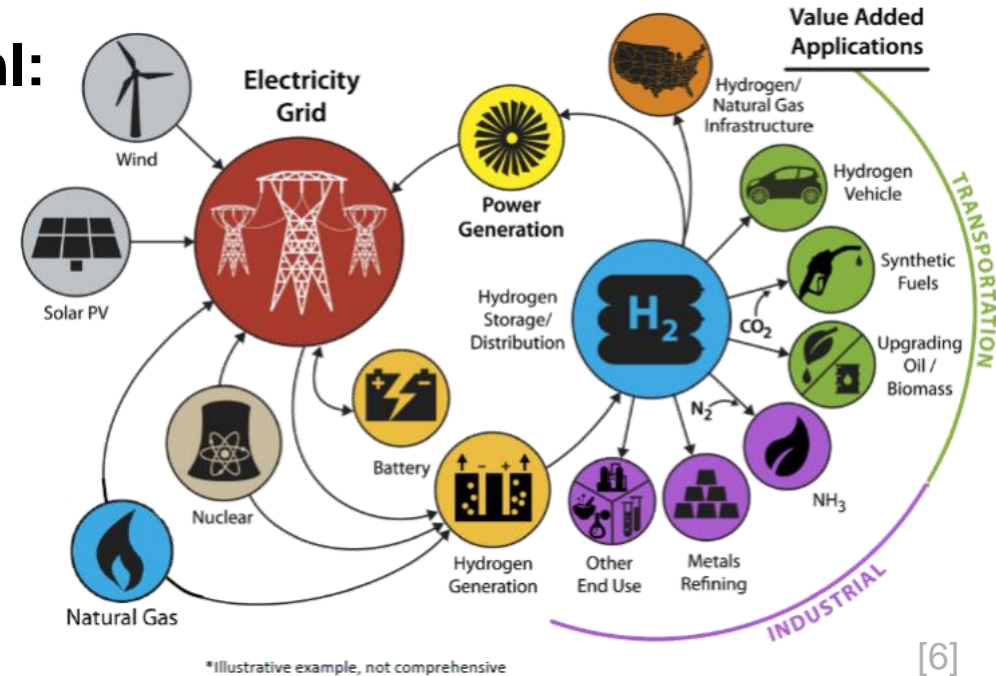
Globale Emission von CO₂ (3%), SO₂ (13%), NO_x (15%) und Ruß

Welches „neue HFO“ wird alle Kraftstoffprobleme lösen?

Heavy Fuel Oil

Folgenden Energieträger sind in engerer Auswahl:

- Methanol (CH_3OH)
- Ammoniak (NH_3)
- Wasserstoff (H_2 , verflüssigt oder verdichtet)
- Metallhydride (MH)
- Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)
- Liquefied Natural Gas (LNG, eLNG, Brückentech.)
- Batterien

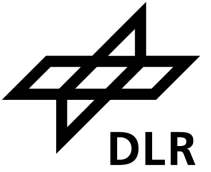


Folgende Kriterien sind dafür wichtig:

- Volumetrische Energiedichten
- Technisch zuverlässige Integration
- Regulative Zulassung

Keine alleinige Lösung.
Alle helfen! Z.B.: ...

Anlandung von flüssigem Wasserstoff (LH2) in Kobe, JPN



[7]

Transport von LH2 mit Tanker „Suiso Frontier“

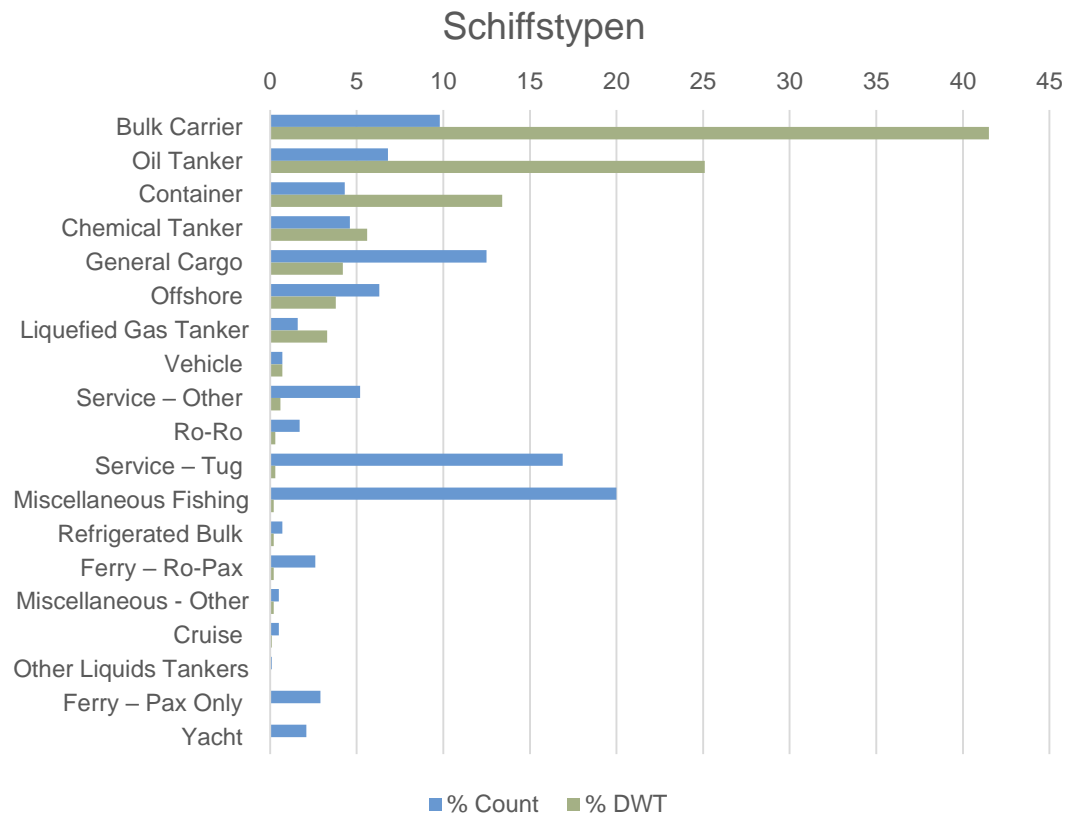
Erste Idee → Umsetzung → Erkenntnisgewinn

Erkannte Probleme:

- Schiff fährt im Dieselbetrieb
- viele Daten noch unveröffentlicht
- sicherheitsrelevanter Vorfall
- „nur“ projektbezogene Zulassung



Herausforderung: die Schifffahrt ist divers



Data obtained from: Faber, Jasper; Hanayama, Shinichi; Zhang, Shuang; Pereda, Paula; Comer, Bryan; Hauerhof, Elena et al. (2021): Fourth IMO GHG Study 2020. Full Report. Hg. v. International Maritime Organization. International Maritime Organization. London.

Entwicklung, Optimierung und Integration emissionsarmer und emissionsfreier Energiesysteme in Schiffen

- **Testinfrastruktur bestehend aus:**
 - **emissionsfreien Forschungsschiff**
 - **landseitiges Energieforschungs-Labor**

Institutsstruktur



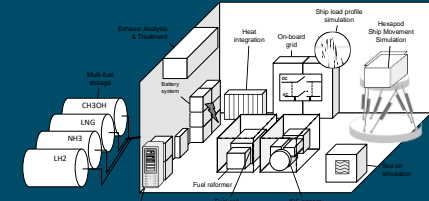
**DLR Institut für maritime Energiesysteme
Prof. DSc. (Tech.) Sören Ehlers**

Beirat

Großversuchsanlagen: Forschungsschiff und Labor



Dr. Gesa Ziemer / Dr. Timo Broese



Energiekonverter
und Systeme

TBD

Energie-
infrastruktur

Dr. Lars Baetcke

Schiffs-
Performance

Dr. Marco Klein

Schiffs-
Integration

Dr. Frank Roland

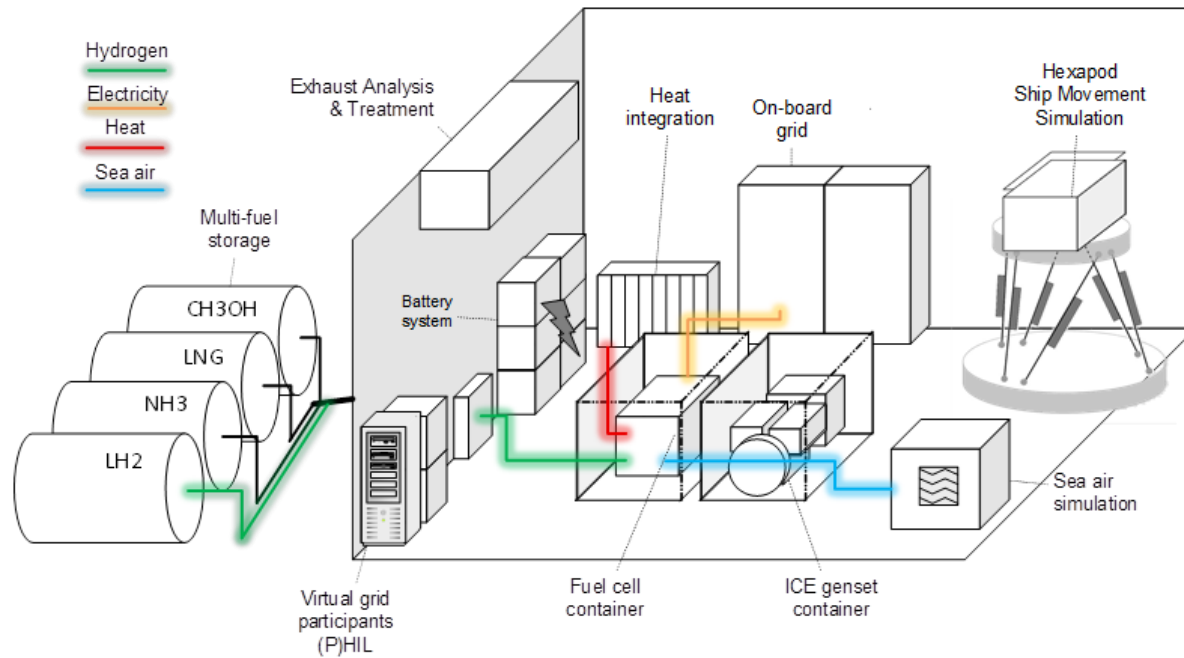
Schiffs-
zuverlässigkeit

Dr. Moritz Braun

Virtuelles Schiff

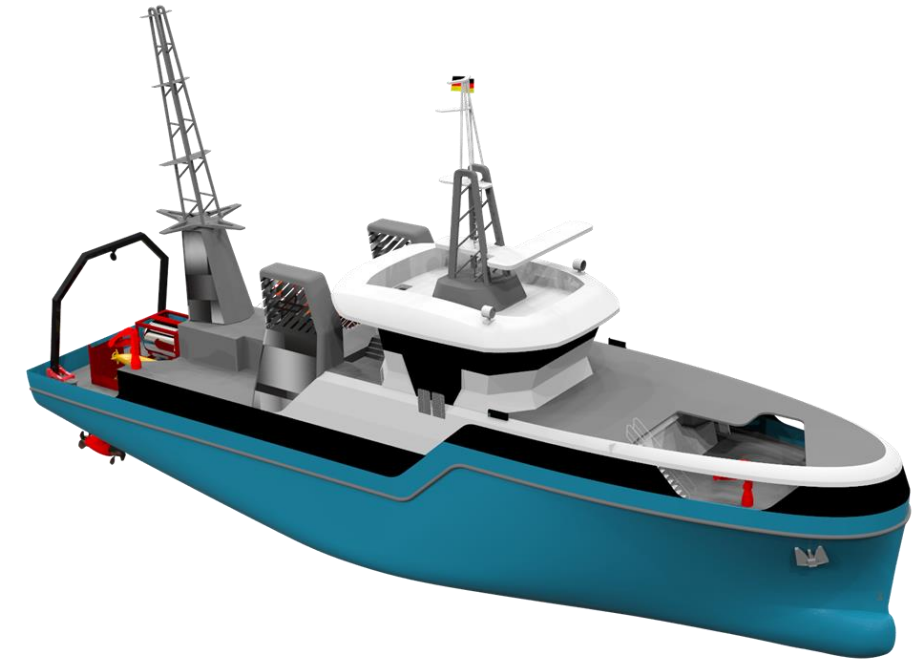
Dr. Jan Oberhagemann

Maritime Forschungsanlagen von DLR-MS: Labor & Schiff



Landseitiges Energielabor *Labor für maritime Energiesysteme*

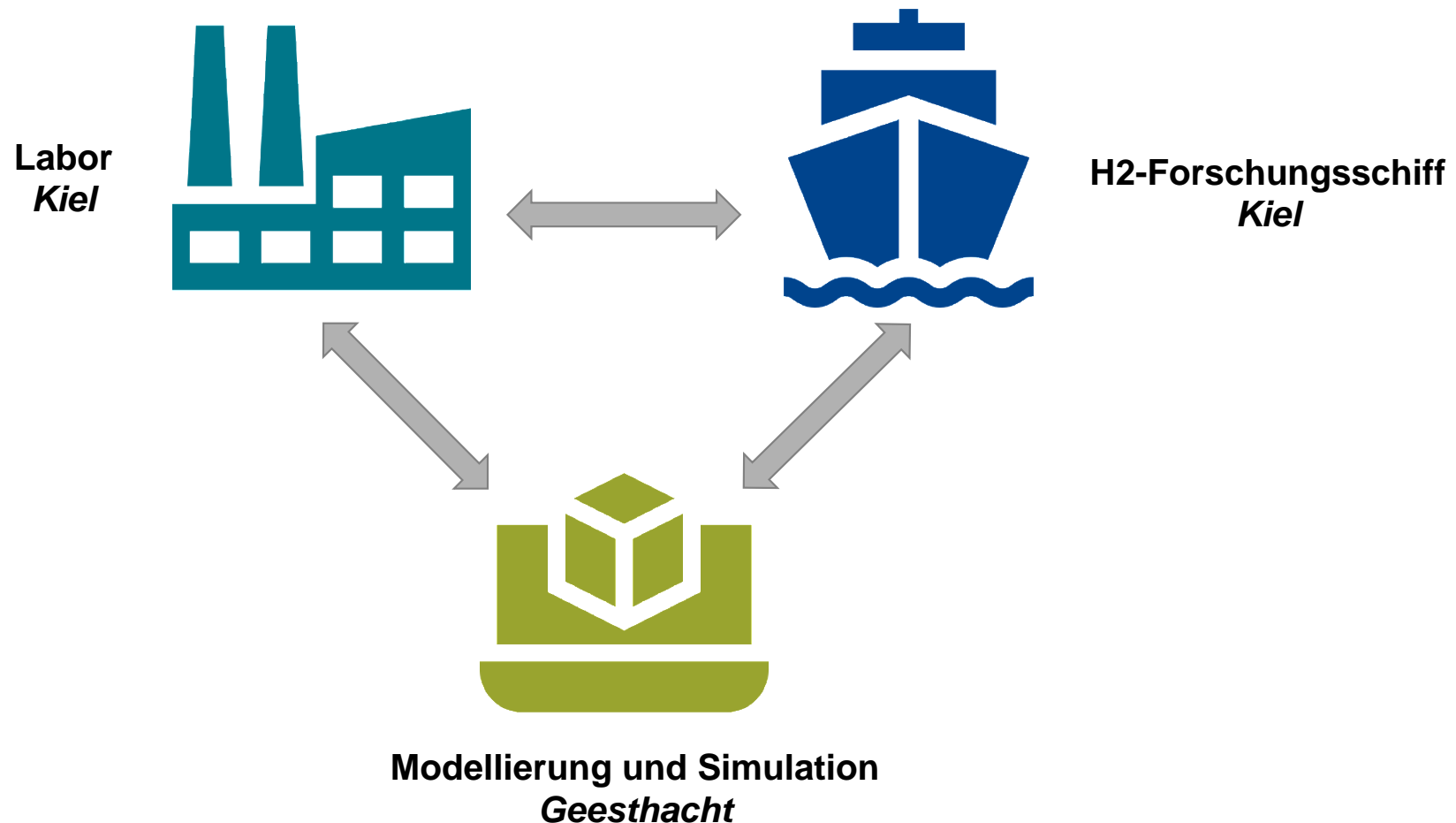
- *Planung:* 2022
- *Aufbau:* 2023
- *In Betrieb:* 2024



Schwimmender Demonstrator *Realistische Testplattform für mar. Energiesysteme*

- *Planung :* 2022
- *Bau* : 2024
- *In Betrieb:* 2026

DLR-Institut für Maritime Energiesysteme = weltweit einmalige Forschungsinfrastruktur



INTELLIGENTER KNOTEN

Forschung für den Hafen der Zukunft

Häfen gehören zu den wichtigsten Knoten- und Umschlagpunkten für den globalen Handel und den Verkehr. Aktuell befinden sich alle größeren Häfen in Transformationsprozessen hin zu mehr Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung. Diese Prozesse sollen dazu beitragen, auch in Zukunft sichere und effiziente Lieferketten gewährleisten zu können.

Das DLR unterstützt diese Aktivitäten mit seinem wissenschaftlichen Know-how im Rahmen des Projekts FuturePorts. Es wird von der Programmleitung Verkehr finanziert und läuft bis 2025. In dieser

Zeit arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, den Häfen der Zukunft im Sinne digitalisierter und automatisierter Prozesse und Verfahren aktiv mitzugestalten. Die insgesamt zehn beteiligten DLR-Institute fokussieren sich darauf, die Verkehrsführung zu optimieren, die emissionsfreie Schifffahrt voranzutreiben, hochautomatisierte Assistenzsysteme zu entwickeln sowie die Koordination von verschiedensten Transportketten über den Hafen als Verkehrsknoten zu verbessern.



Weitere Informationen zu dem Projekt unter:
s.dlr.de/FuturePorts

SEKTORENKOPPLUNG ENERGIE UND VERKEHR

Der maritime Bereich weist Schnittstellen zwischen den Sektoren Energie und Verkehr auf, die im Hinblick auf die Energiewende sehr vielversprechend sind. Das DLR analysiert und bewertet in diesem Kontext Konzepte für emissionsfreie Antriebstechnologien für Schiffe, Hafenbahnen und selbstfahrende Güterwagen und entwickelt Konzepte, wie Energie für den Landverkehr unter gemeinsamer Infrastrukturnutzung mit Schiffen bereitgestellt werden kann.

INNOVATIVE VERKEHRSFÜHRUNG IM ZULAUF UND IM HAFEN

Für eine reibungslose Logistikkette ist das Management des An- und Ablaufs des gesamten Verkehrs von entscheidender Bedeutung. Hierzu entwickelt das DLR ein System zur operativen Steuerung des Verkehrsflusses, basierend auf automatisierten Prozessen zur Entscheidungsunterstützung. Zudem erproben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, ob maritime Navigationssysteme den Ausfall von Satellitennavigationssystemen im Hafen kompensieren können.

FUNKTIONSENTWICKLUNG MANOVERRASSISTENZSYSTEME

Beim Ein- und Ausfahren in den Hafen sowie bei Fahrten im Hafengebiet müssen Schiffe häufig in sehr engen Bereichen navigieren. Das DLR entwickelt und erprobt hierzu neue Assistenzsysteme, um Schiffen sowohl eine zuverlässige Erfassung der Verkehrslage als auch die autonome Bewegung bei spezifischen Manövern zu ermöglichen.

DURCHGÄNGIGE DIGITALISIERUNG DER TRANSPORTKETTE

Zu einer effizienten Logistik im Hafen sind digitale Daten und Modelle der Schlüssel. Das DLR entwickelt dazu einen Demonstrator für eine vollständig digitalisierte Transportkette. Alle Prozesse, wie das Auf- und Abladen von Containern, werden in diesem digitalen Verkehrsmodell des Hafens abgebildet. Auf diese Weise lassen sich Veränderungen in den Strukturen und Prozessen einfach und effektiv testen und bewerten.

INNOVATIVE ANBINDUNG DES HAFENS AN DIE BINNENSCHIFFFAHRT

Neue Sensortechnologien oder Kombinationen von Sensoren sollen zukünftig Hafen und Binnenschifffahrt noch enger koppeln. Konkret entwickeln die Forschenden im DLR hierzu neue Methoden zur Kartierung von Binnenwasserstraßen, die zum Beispiel auch Brücken- und Schleusenkonturen oder Informationen zur Wassertiefe beinhalten werden. Erprobt werden diese Methoden in digitalen Testfeldern.

ZERTIFIZIERUNG HOCHAUTOMATISierter UND AUTONOMER SYSTEME

Die Zertifizierbarkeit hochautomatisierter und autonomer Systeme ist äußerst wichtig für ihre Akzeptanz und Sicherheit. Sie ist Gegenstand aktueller Forschungen. Das DLR arbeitet an modellbasierten Methoden, die in Form eines „Werkzeugkoffers“ die Validierung und Zulassung neuer Assistenzsysteme oder Automatisierungssysteme ermöglichen sollen.

FuturePorts auf einen Blick

Frachtsegelschiffe

Segel als Hauptantriebssysteme für den klimaneutralen Transport

- Regenerative Energie aus der Umgebung nutzen, statt über weite Distanzen transportieren
- Moderne, auf Segel spezialisierte Schiffsdesigns
- Synergien mit elektrifizierten und Wasserstoffantrieben durch Rekuperation
- Emissionsminderung nach EU Maritime Fuels Regularie durch Segel anerkannt

Arbeiten am Institut:

- Rumpfdesign zur Stabilisierung von seitlichen Kräften
- Modellierung der Segelperformance
- Auslegung des Energiesystems im Zusammenspiel mit Segeln
- Routensimulation mit Wind- und Wellenbedingungen
- Routing für Motor-Segler
- Techno-ökonomische Analysen

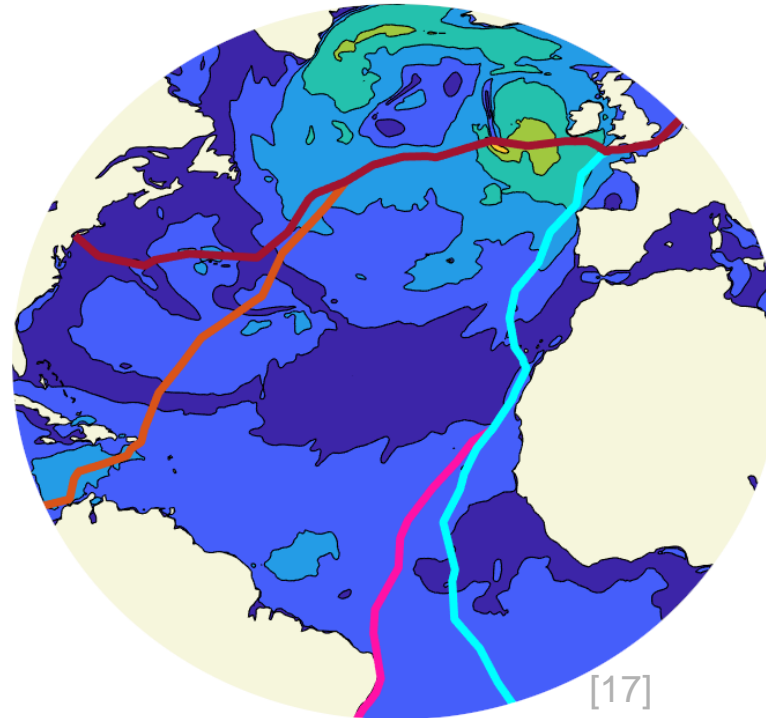


[16]

Schiffsperformance & Routenplanung

Operationsprofil

- Geschwindigkeitsprofile (2-50%)
- Rumpf und Trimoptimierung (2-20%)
- Propulsionssystem (5-15%)



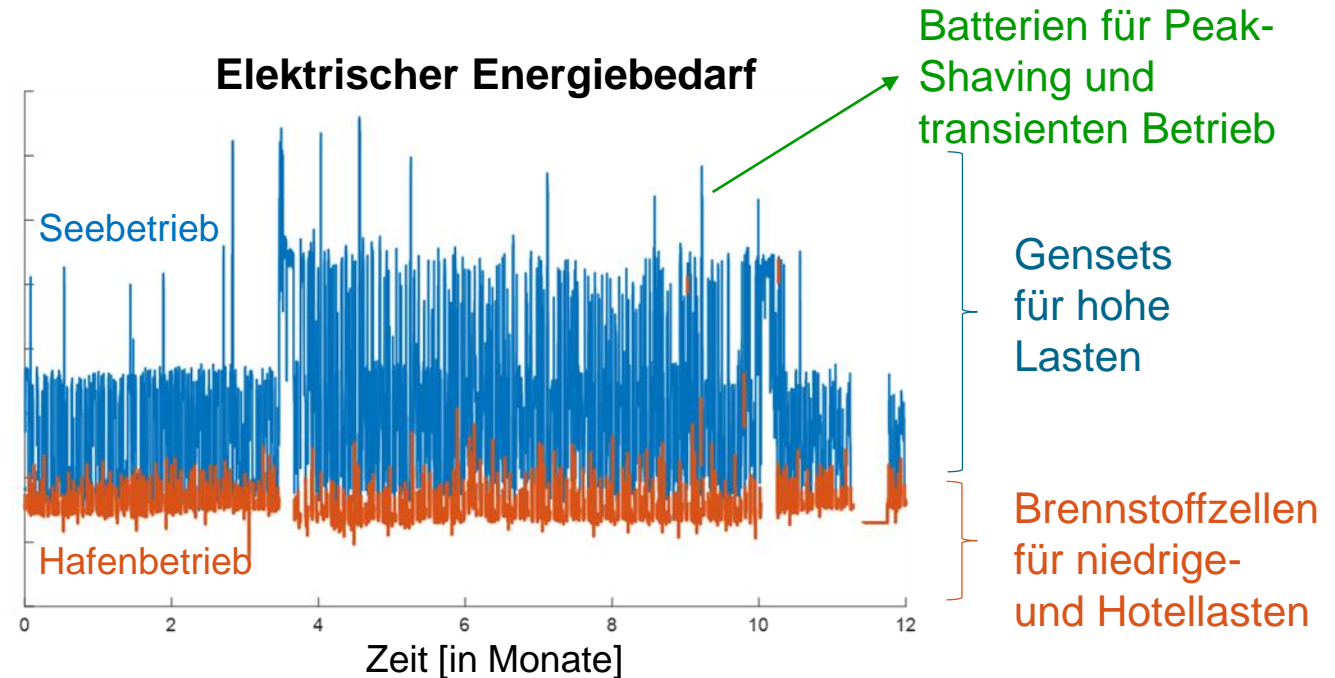
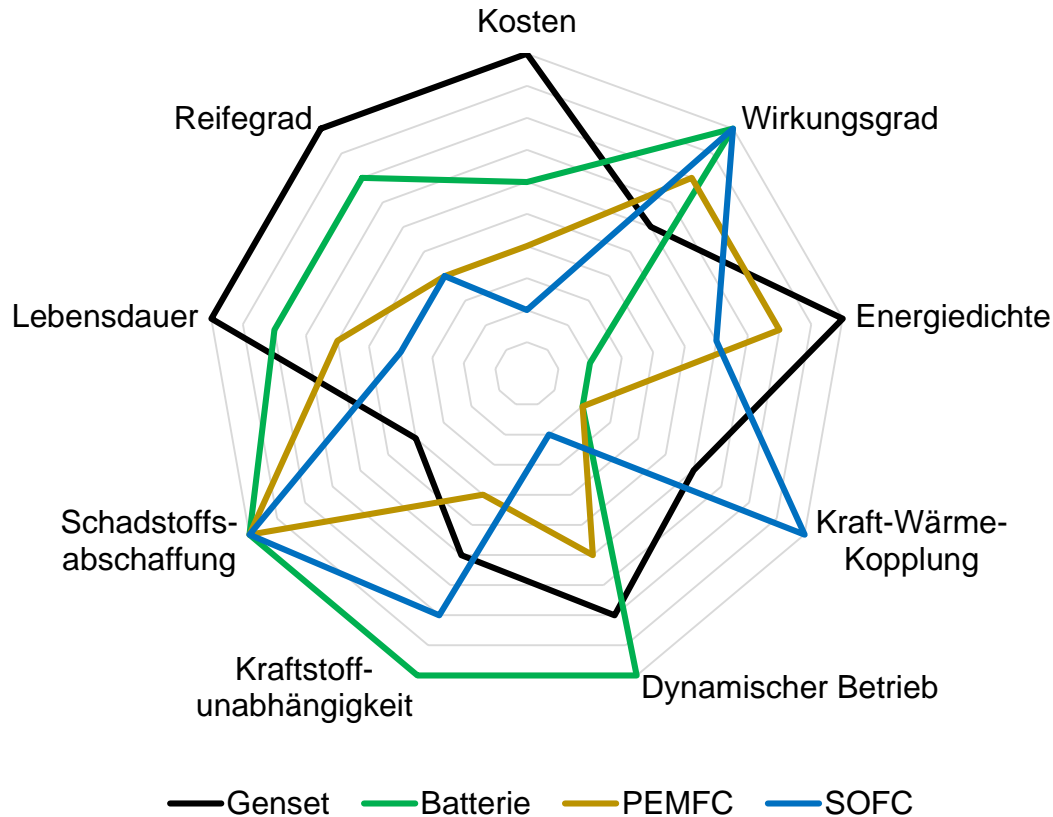
Monitoring

- Rumpfzustand (5-25%)
- Optimierung der Betriebsabläufe und Flottenmanagement (5-50%)

Routenoptimierung (klassisch 1-10%)

- Wetterdaten, Seegang & Strömung, Terminplan, optimiertes Operationsprofil
- Anforderungen und optimaler Operationsbereich der neuen Energiesysteme
- Einbindung von Monitoringsystemen
- WAPS (+ 5-20%) - abhängig von Segel, Schiffstyp, Route

Technologievergleich am Bsp.: “Hauptantrieb” + “Bedarf”



Verschiedene Energiekonvertertechnologien weisen unterschiedliche Stärken auf, und das optimale Energiesystem erfordert eine Kombination aus mehreren Komponenten, je nach den Betriebsanforderungen.

Take home message



- DLR behandelt auch maritime Themen
- Jedes Schiff benötigt eine angepasste Lösung
- Es wird nicht den einen „Treibstoff der Zukunft“ geben, sondern viele
 - Brückentechnologien sind bereits verfügbar (LNG), aber keine langfristige Lösung
 - kontinuierliche Erneuerung/Anpassung der fahrenden Flotte ist erforderlich
 - Emissionsfreie Schifffahrt ist möglich, aber noch ein langer Weg

→ Für alle, die die Hoffnung verloren haben:

→ Für alle anderen mit Hoffnung und Änderungswille gilt: „Hands on“



Vielen Dank!



Institutsdirektor

Prof. DSc. (Tech.) Sören Ehlers

soeren.ehlers@dlr.de

+49 4152 – 84881 13



Interesse mitzuwirken?
Komm an Bord!

Wissenschaftler

Lukas Roß

lukas.ross@dlr.de

+49 4152 – 84881 16



Bildcredits



[1], [2], [3], [14], [15], [18]	© DLR CC-BY 3.0
[4]	© J. Depken
[5]	Shipmap.org – Kiln Data Visualisation Studio, London, UK
[6]	Pivovar, B., et al. (2017). Status of AMFC Technology and Advances in NREL's Perfluorinated Anion Exchange Membranes (PFAEM). Workshop on Ion Exchange Membranes for Energy Application (EMEA). 26th-28th of June, Bad Zwischenhahn, Germany
[7], [9]	Kawasaki Heavy Industries, https://safety4sea.com/worlds-first-liquefied-hydrogen-receiving-terminal-completed
[8]	https://www.hydrogenenergysupplychain.com/supply-chain/the-suiso-frontier/
[10]	https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/auto-verkehr/suezkanal-containerschiff-ever-given-befreit-17268450.html
[11]	https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/2019-a-golden-era-in-tug-construction-56500
[12]	https://www.rostock.de/urlaub/kreuzfahrer/kreuzfahrtschiffe.html
[13]	https://www.vesselfinder.com/de/vessels/FV-NORTHERN-JOY-H225-IMO-9073866-MMSI-232008947
[16]	DLR Magazin Ausgabe 171, © DLR CC-BY 3.0
[17]	https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx
[19]	https://www.rbth.com/multimedia/pictures/2016/06/17/cats-on-a-ship_603881

Impressum



Thema: MFG 2024 @ NABU Hamburg

Datum: 23.01.2024

Autor: Hr. Lukas Roß

Institut: Institut für Maritime Energiesysteme