

# WASSERSTOFF & MEE(H)R

Herausforderungen neuer Energiesysteme an Bord von Schiffen



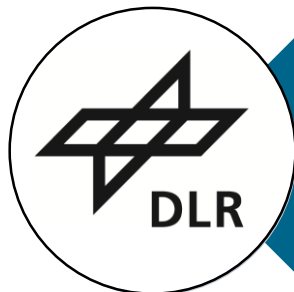
# Wer bin ich?



Lukas



Meer-verliebt



Wissenschaftler @ DLR-MS

# Was ist das DLR?



DLR → Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

MS →  Institut für Maritime Energiesysteme

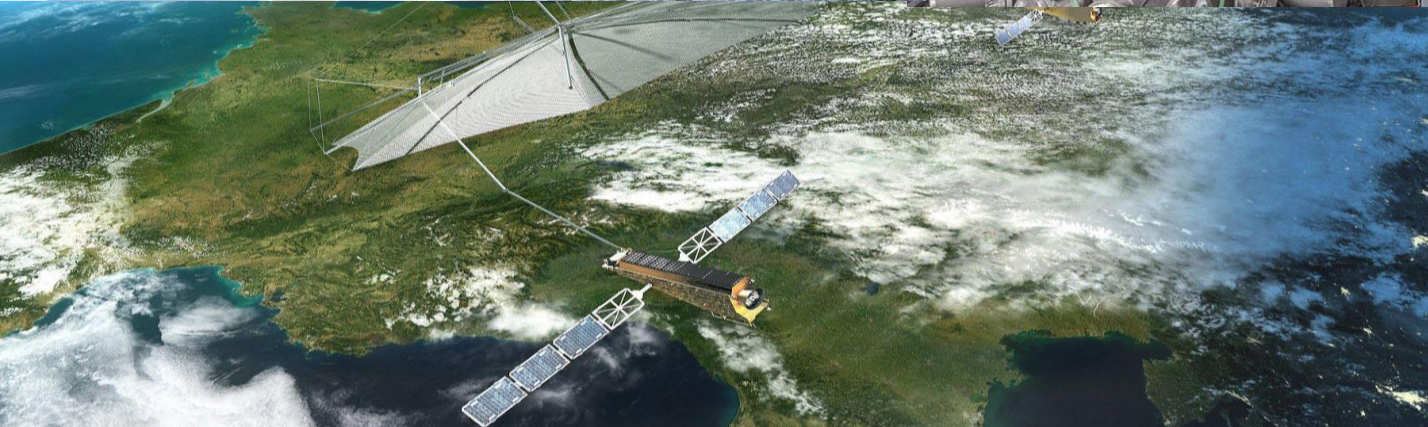
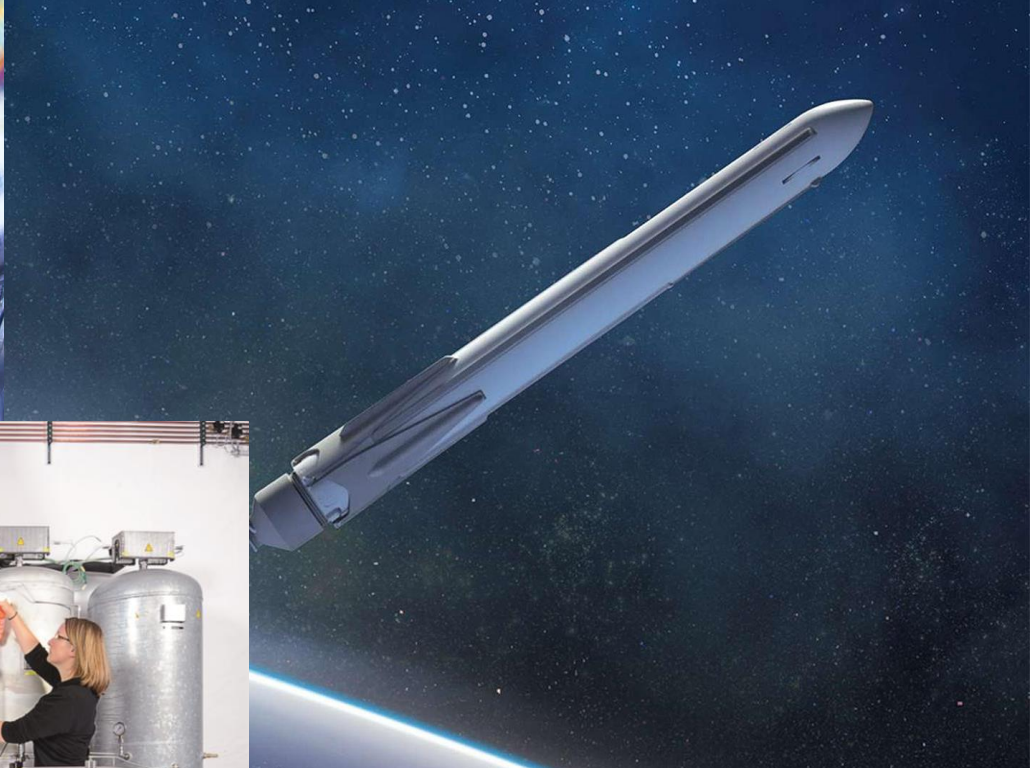
## DLR in Zahlen

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



[1]





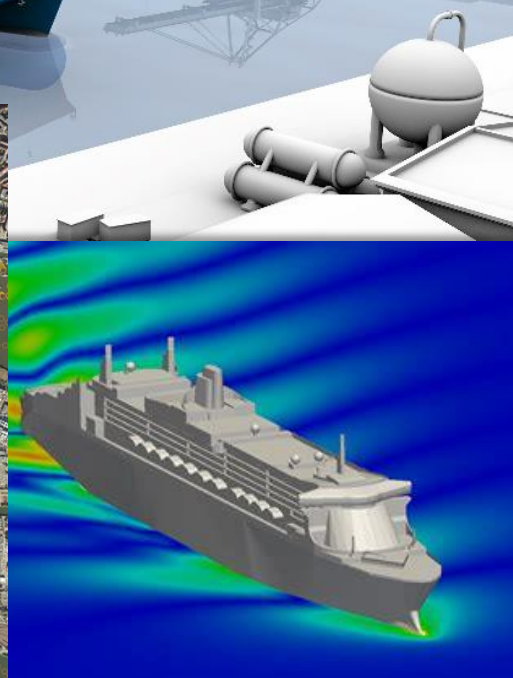
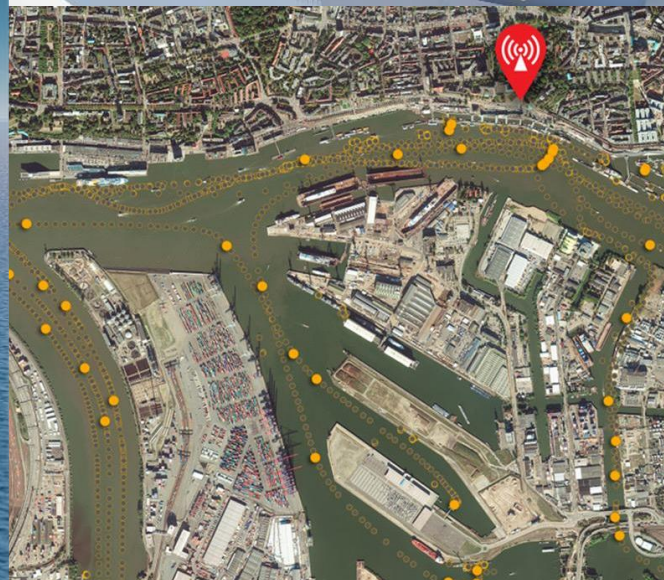


# Was hat das DLR mit dem Thema Wasser zu tun?

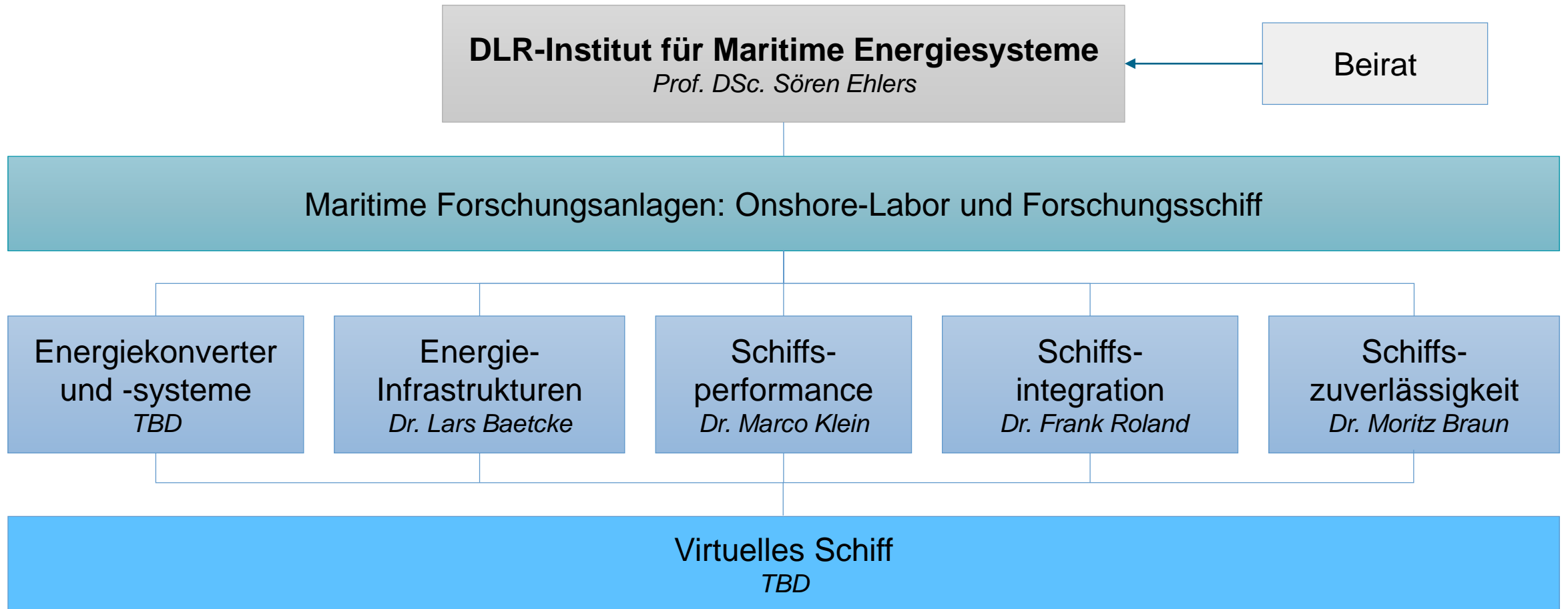
- DLR → Deutsches Zentrum für **Luft- und Raumfahrt**
- Dt. Raumfahrtagentur, Projektträger, Forschungsinstitute mit folgenden Sparten:







# Organisationsstruktur des DLR-MS



derzeit ca. 60 Mitarbeitende; geplant 250



# Interdisziplinarität der Abteilungen



## 2 Energie und Infrastruktur Abteilungen

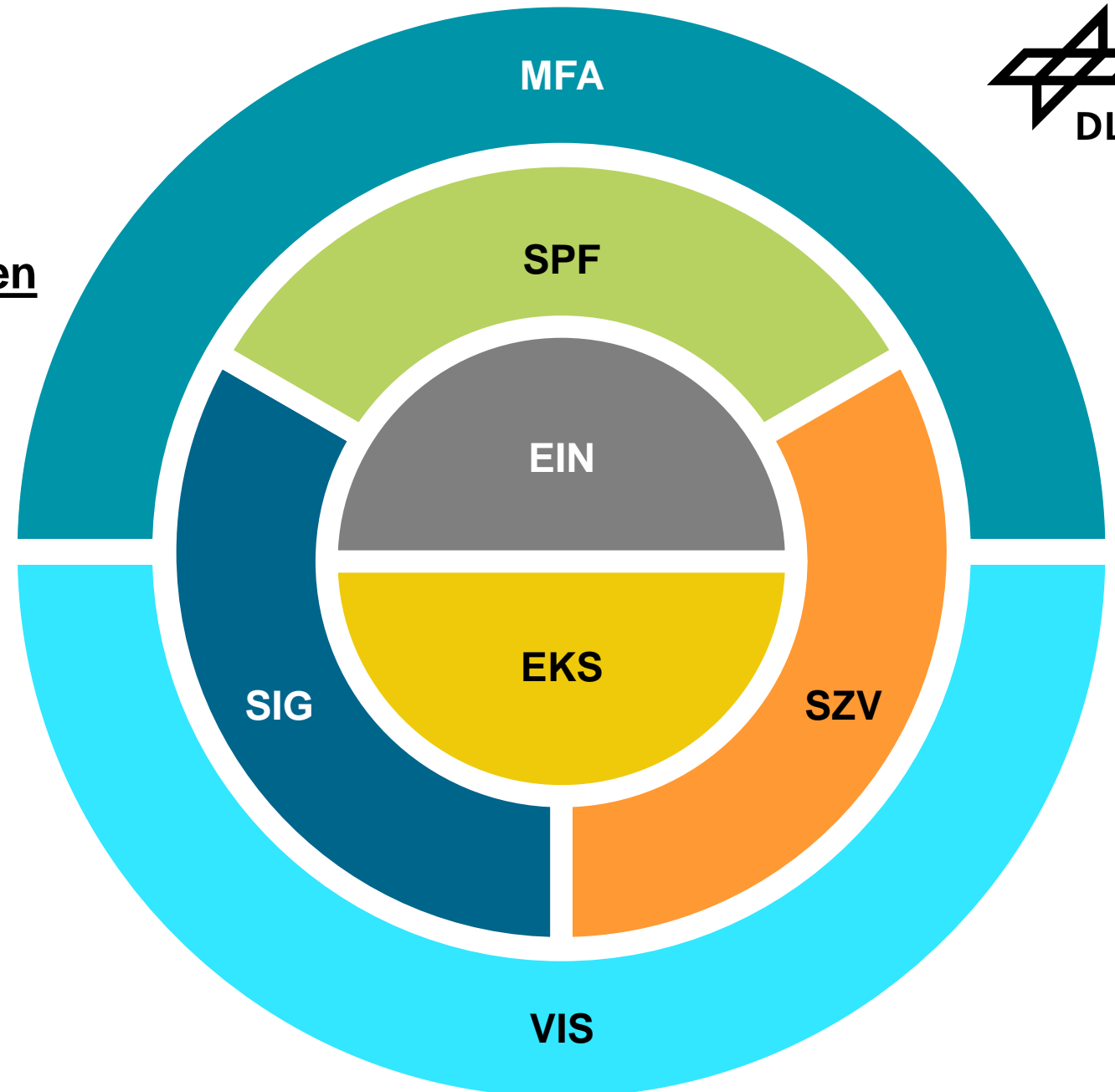
- Energieinfrastrukturen (EIN)
- Energiekonverter und -systeme (EKS)

## 3 NA und Schiffbau Abteilungen

- Schiffsperformance (SPF)
- Schiffszuverlässigkeit (SZV)
- Schiffsintegration (SIG)

## 2 Holistisch integrative Abteilungen

- Virtuelles Schiff (VIS)
- Maritime Forschungsanlagen (MFA)

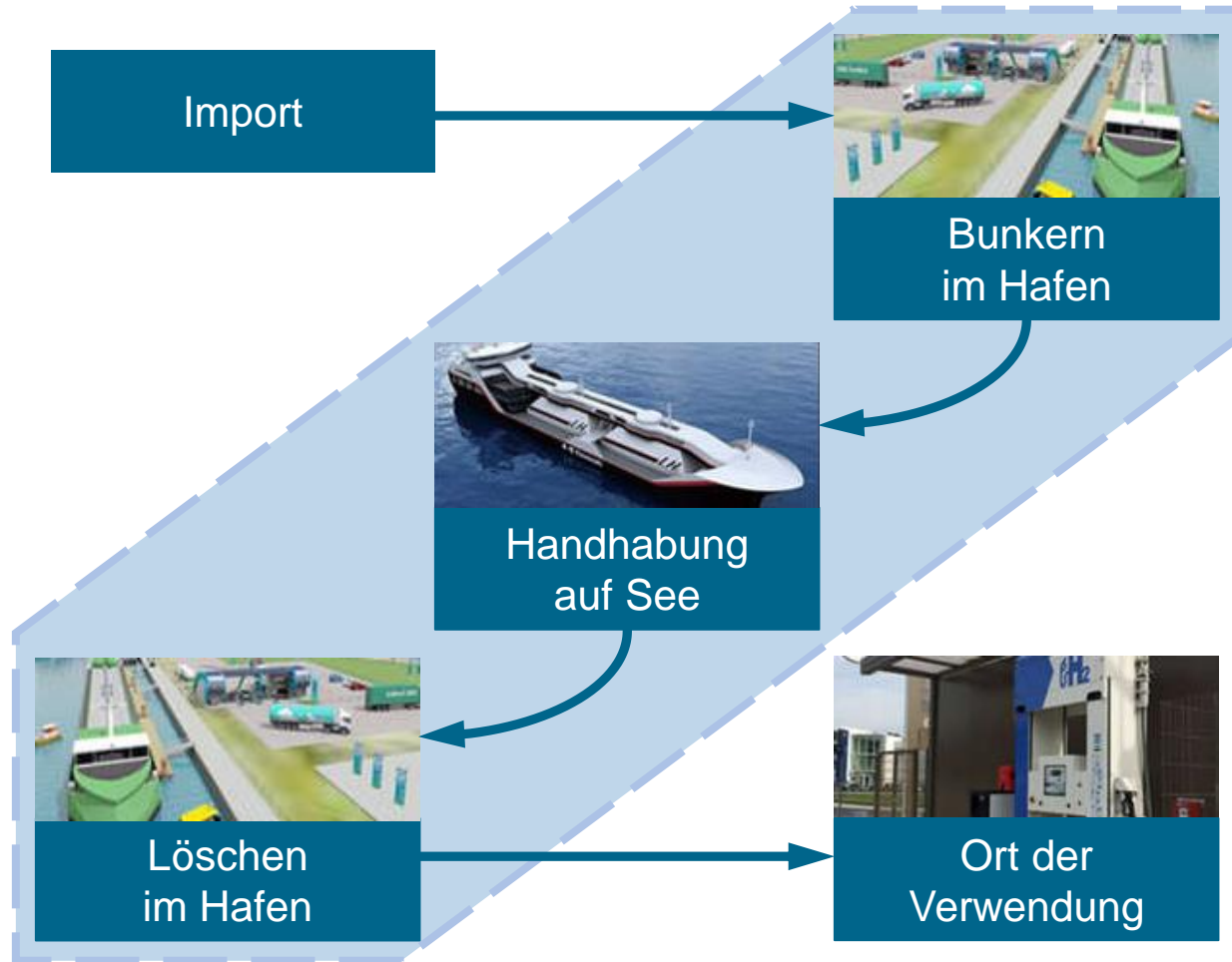




## CO<sub>2</sub> freie Energiesysteme in der **Schifffahrt**

- Verbringung und Lagerung von Brennstoffen
- Entwicklung von Energienetzen an Bord
- Bereitstellung von Strom, Wärme und Kälte
- Gewährleistung der Manövrierfähigkeit

- **Import** alternative Treibstoffe
- **Versorgungsinfrastruktur** für Treibstoffe
- **Schiffsintegration** und -design
- **Zuverlässigkeit** gewährleisten
- **Synergien im Hafen-Betrieb**
- **Modellierung und Validierung**



# Mitmachteil! Juhu!



Wenn „Ja“ → rufe bei 3 laut: „Ahoi“

- Wer hat die Lizenzen A,B,C und die
- Wer ist schon mal Schiff gefahren?
- Wer hat schon mal was gekauft? (Ja

**Schlechte  
Nachrichten!** te?

**Ihr  
seid  
vom  
Problem  
betroffen!**



# Wo liegt das Problem? Die aktuellen Treibstoffe!

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

**Globale Emission von CO<sub>2</sub> (3%), SO<sub>2</sub> (13%), NO<sub>x</sub> (15%) und Ruß**

# Welches „neue HFO“ wird alle Kraftstoffprobleme lösen?

Heavy Fuel Oil



## Folgenden Energieträger sind in engerer Auswahl:

- Methanol (CH<sub>3</sub>OH)
- Ammoniak (NH<sub>3</sub>)
- Wasserstoff (H<sub>2</sub>, verflüssigt oder verdichtet)
- Metallhydride (MH)
- Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)
- Liquefied Natural Gas (LNG, eLNG, Brückentech.)
- Batterien (zur Reduktion des CO<sub>2</sub>)

## Folgende Kriterien sind dafür wichtig:

- Speicher-Dichte & System-Energiedichte
- GHG-Emissionen & Gefährdungspotential
- Regularien für neue Treibstoffe
- Zuverlässigkeit in maritimer Umgebung



[7]

...nichtsdestotrotz gibt es erste Lösungsansätze...



# Anlandung von flüssigem Wasserstoff (LH2) in Kobe



[9]

# Transport von LH2 mit Tanker „Suiso Frontier“

Erste Idee → Umsetzung → Erkenntnisgewinn

## Erkannte Probleme:

- Dieselbetrieben
- sicherheitsrelevanter Vorfall
- viele Daten noch unveröffentlicht
- „nur“ projektbezogene Zulassung



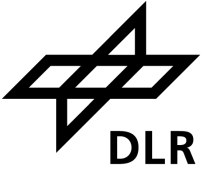
[10]



© Kawasaki Heavy Industries



# Einwirkende Kräfte erzeugen sehr große Belastungen...







# Und wenn mal nicht Ententeich herrscht...







# Was haben Tanks für ein Problem? Maritime Zulassung!



- Es muss doch wohl Regeln für Schiffe geben? Gibt es!

- z.B.: SOLAS, IMO, IGF, IGC  
Safety of Life at Sea    Intl. Marit. Organization    Intl. Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels    Intl. Code for Construction & Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk

- Problem: neuen Technologien fehlen in Rules, Codes, Standards

- keine Regeln und Standards für die Lagerung von H<sub>2</sub> an Bord
- keine Regeln für die Nutzung als Antrieb von H<sub>2</sub> an Bord

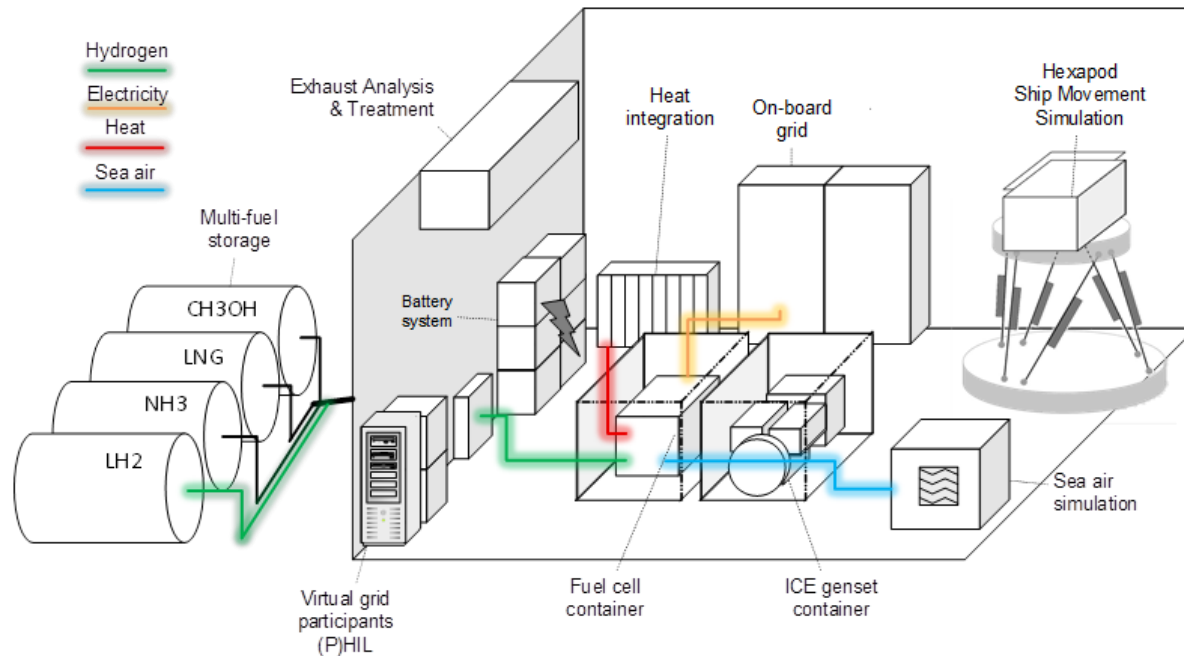
→ ABER: Nachfrage steigt → aber es fehlen große & zugelassenen Tanks im Portfolio der Hersteller

„Schiffs-TÜV“:



[15]  
[16]  
[17]

# Maritime Forschungsanlagen von DLR-MS: Labor & Schiff



[18]

## ***Landseitiges Energielabor***

*Labor für maritime Energiesysteme*

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

## ***Schwimmender Demonstrator***

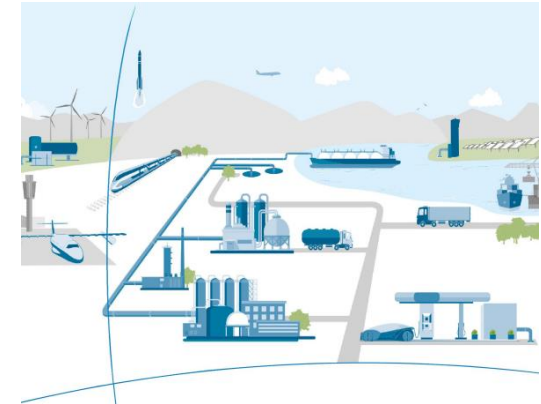
*Realistische Testplattform für mar. Energiesysteme*

- *Planung :* 2022-24
- *Bau* : 2024
- *In Betrieb:* 2026



# Ergebnisse & Ausblick

- Studien: Zukünftige Treibstoffe und deren Importkonzepte, ...
- Modelle: Numerische Simulationen kryogener Systeme, ...
- Experimente: Realtests im MW-Bereich mit verschiedenen Kraftstoffen für zuverlässige und validierte Daten, ...



Zukünftige maritime Treibstoffe und deren mögliche Importkonzepte  
Kurzstudie



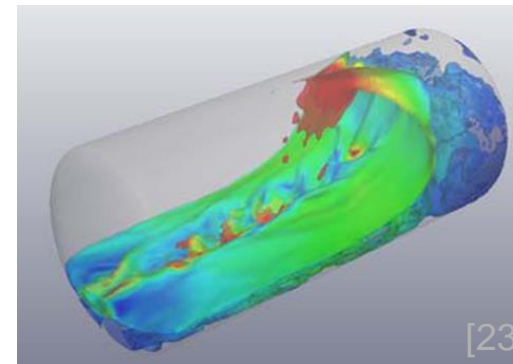
[20]



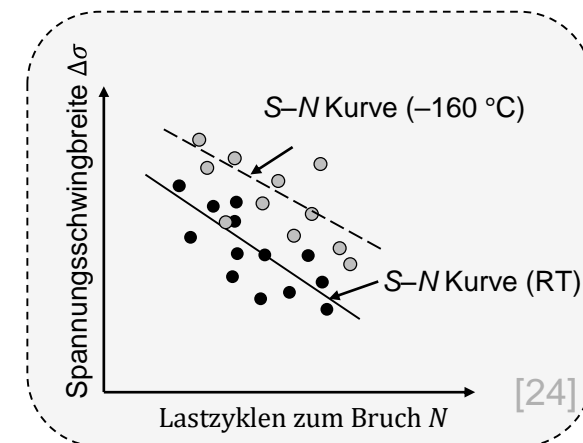
[21]



[22]



[23]

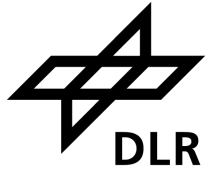


[24]





# Bildcredits



[1], [2], [3], [4], [5], [18], [19], [23]	© DLR CC-BY 3.0
[6]	Shipmap.org – Kiln Data Visualisation Studio, London, UK
[7]	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
[8]	TV-Show, Webshop
[9], [11]	Kawasaki Heavy Industries, <a href="https://safety4sea.com/worlds-first-liquefied-hydrogen-receiving-terminal-completed">https://safety4sea.com/worlds-first-liquefied-hydrogen-receiving-terminal-completed</a>
[10]	<a href="https://www.hydrogenenergysupplychain.com/supply-chain/the-suiso-frontier/">https://www.hydrogenenergysupplychain.com/supply-chain/the-suiso-frontier/</a>
[12]	<a href="#">MOL Excellence - Bending of Underdeck Passage –YT</a>
[13]	<a href="#">Chicago Express - Leben und Arbeit an Bord eines Containerschiffs – YT</a>
[14]	<a href="#">Wellenschlag- YT</a>
[15]	Logos von jeweiliger Website der Klassifikationsgesellschaft
[16]	<a href="https://i2-prod.mirror.co.uk/incoming/article21326382.ece/ALTERNATES/s1200b/0_SEA_Titanic__10361297.jpg">https://i2-prod.mirror.co.uk/incoming/article21326382.ece/ALTERNATES/s1200b/0_SEA_Titanic__10361297.jpg</a>
[17], [22]	Freepik
[20]	<a href="#">kurzstudie-maritime-treibstoffe.pdf (dlr.de)</a>
[24]	TUHH
[26]	Photo by Kristin Jarvis Lukas Roß, Institut für Maritime Energiesysteme, 08.09.2023

# Vielen Dank!



**Research Scientist**

Lukas Roß,  
[lukas.ross@dlr.de](mailto:lukas.ross@dlr.de)  
+49 4152 – 84881 16

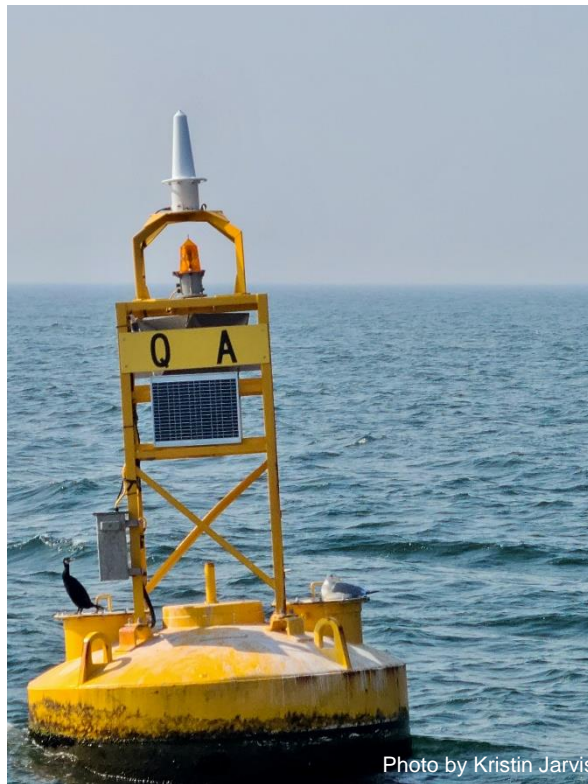
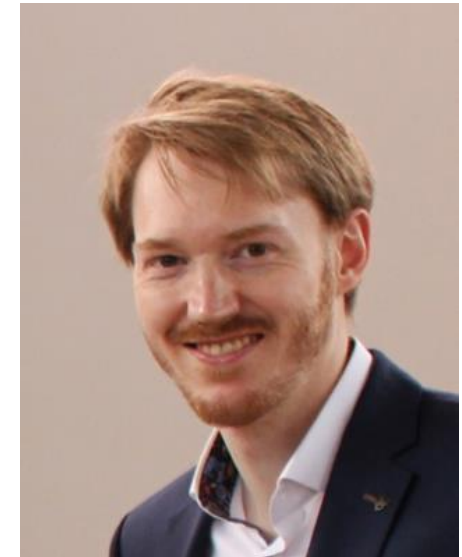


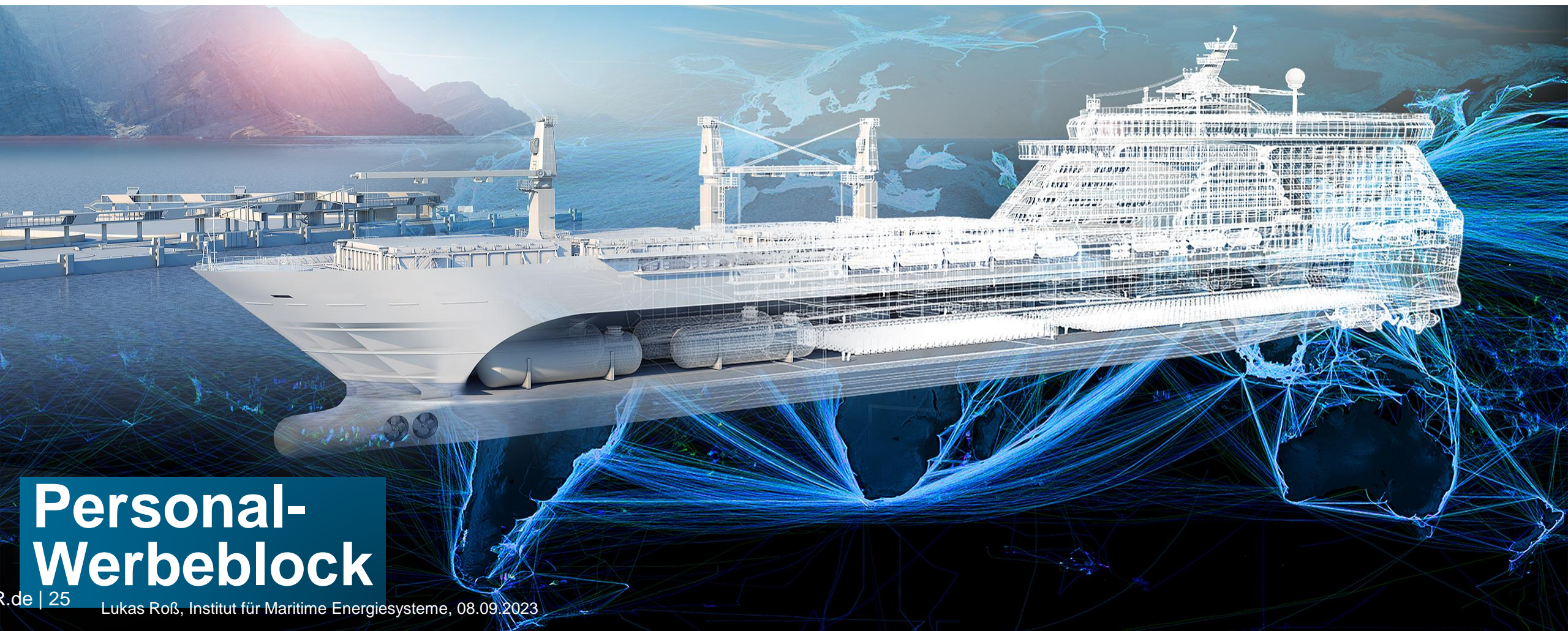
Photo by Kristin Jarvis



Interesse mitzuwirken?  
Komm an Bord!



# Forschung für maritime Anwendungen



**Personal-  
Werbeblock**



# Kompetenzen am Institut



Personal aus folgenden Bereichen wird derzeit beschäftigt:

Physik

Chemie

Informatik

Elektrotechnik

Maschinenbau (u.a. mit Doppelstudium Schiffbau)

Produktionstechnik

Materialwissenschaften

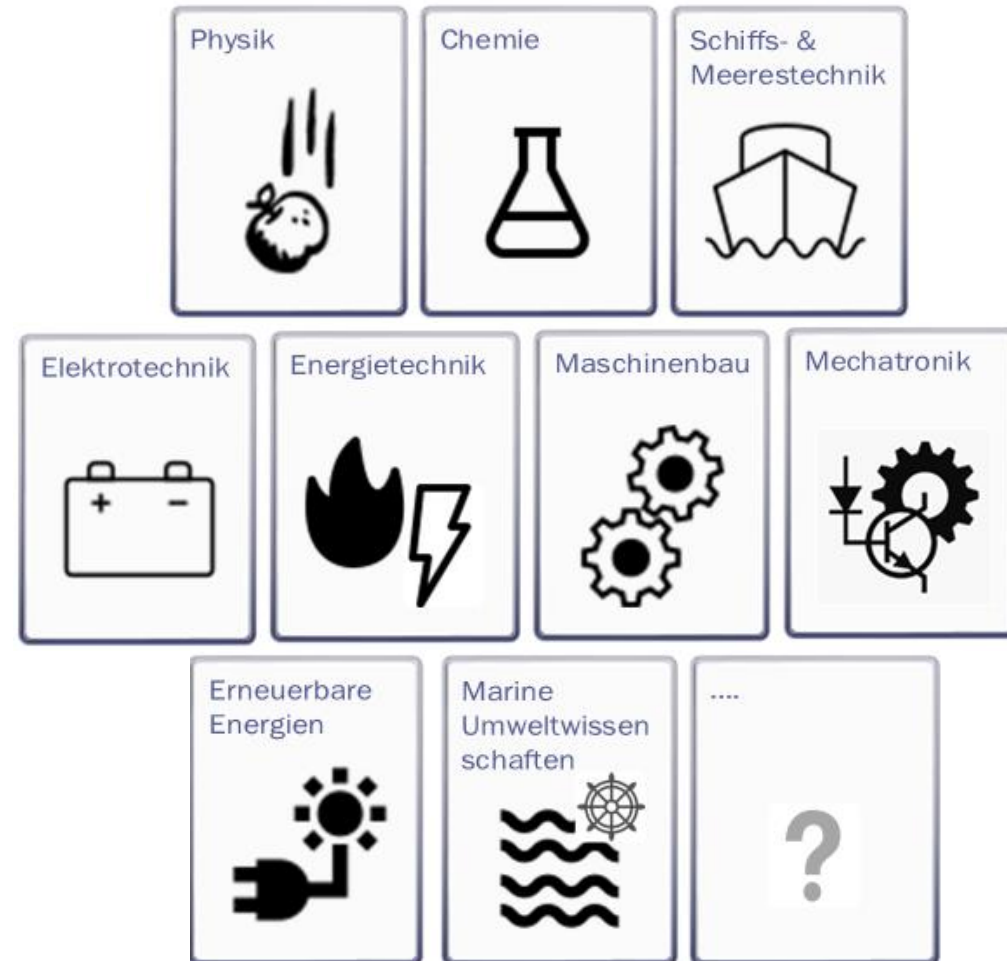
Schiffsmaschinenbetrieb (u.a. mit Doppelstudium Schiffbau)

Ozeanographie

Schiffbau

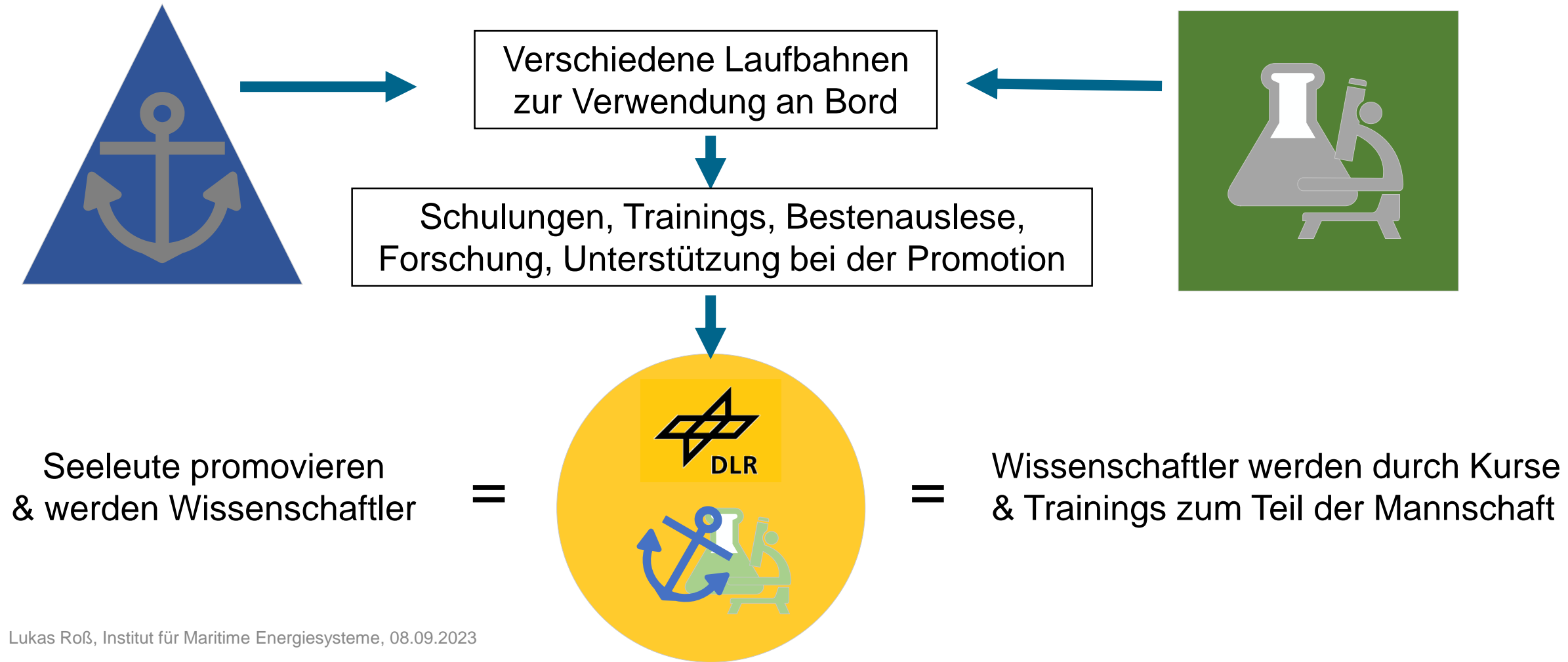
Prozess- und Qualitätsmanagement

Nautik



# Innovative Technologien verlangen geschultes Personal

- DLR vereint seefahrendes Personal und Wissenschaftler zu einer Mannschaft aus forschenden Seeleuten



Seeleute promovieren  
& werden Wissenschaftler

=



=

Wissenschaftler werden durch Kurse  
& Trainings zum Teil der Mannschaft





# DLR-FORSCHUNGSPLATTFORM

# Warum soll das Schiff modular sein?

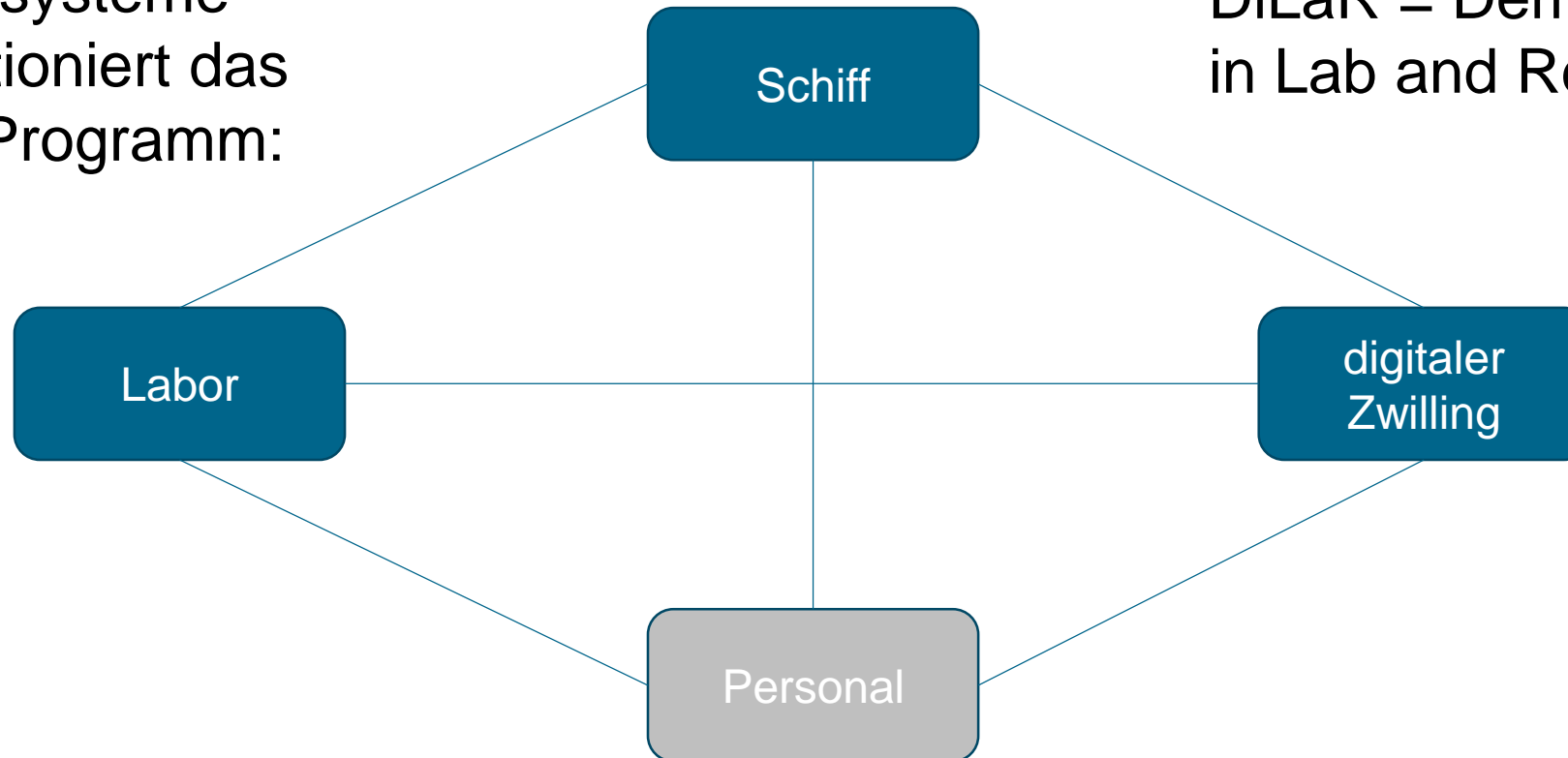


- Seit HFO/MDO hat es keine Technologiewende gegeben
  - LNG lediglich „Brückentechnologie“
- nur Verbesserung & Erweiterungen der bestehenden Technologien
- Der Treibstoff der Zukunft ist nicht der „1 Richtige“, sondern viele jeweils fallbezogene

# Bündelung der Forschungsthemen im Realfield

Institut für maritime  
Energiesysteme  
konzeptioniert das  
DiLaR-Programm:

DiLaR = Demonstration  
in Lab and Reality





Komplexität



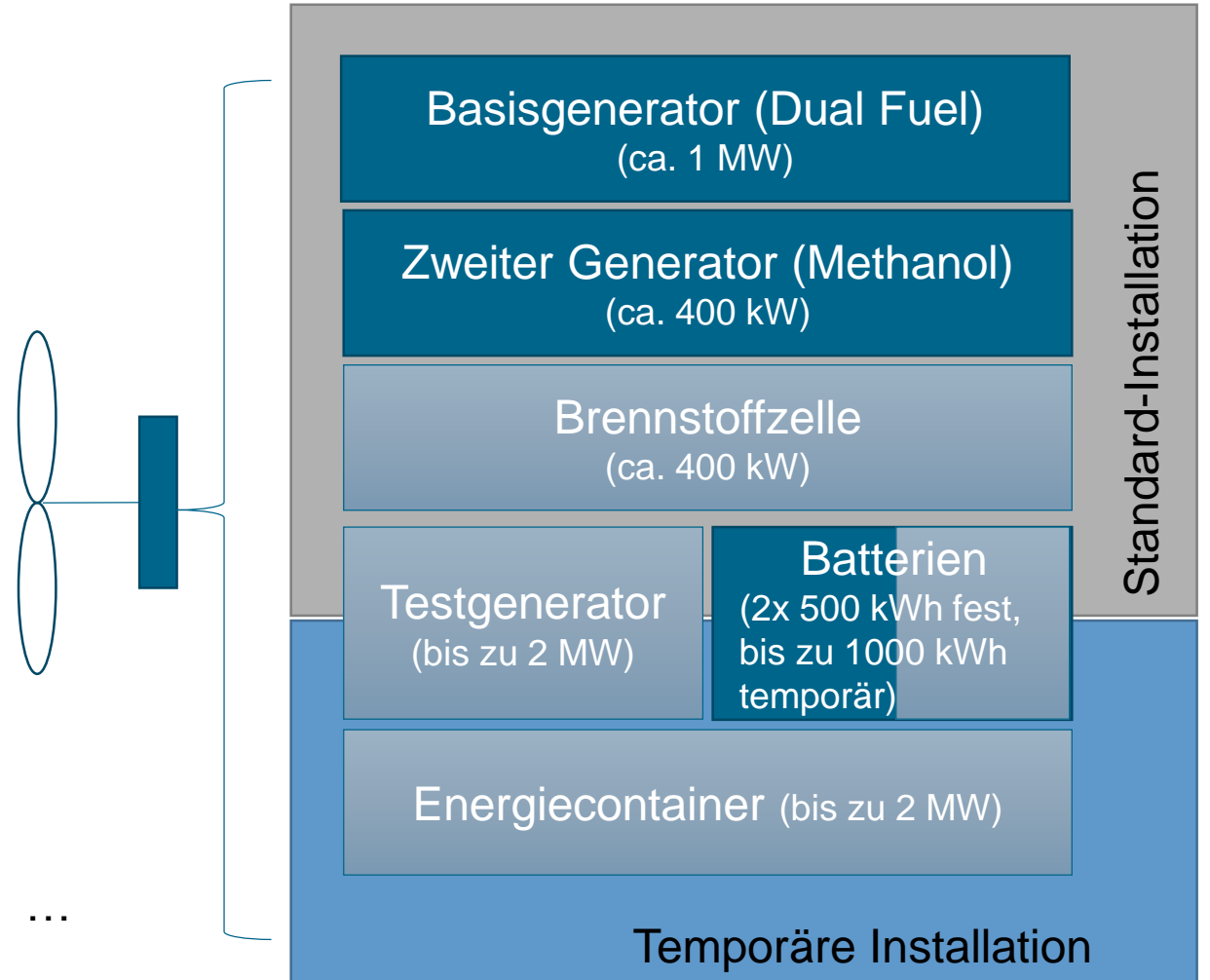
- I. eine 1,8 m große fernsteuerbare Schiffsdrohne
- II. ein repräsentatives wissenschaftliches Modell des neuen DLR-Forschungsschiffs
- III. das neue DLR-Forschungsschiff selbst...



# Forschungsschiff DiLaR



Dual Fuel:  
Diesel/Methanol  
Methanol  
Wasserstoff  
Ammoniak  
LNG  
...



# Impressum



Thema: Friedrich Family and Friends  
Datum: 08.09.2023  
Autor: Lukas Roß  
Institut: Institut für Maritime Energiesysteme