



|  |                |                 |
|--|----------------|-----------------|
| Büro des Landrats  | Vorlagenart    | Vorlagennummer  |
| Verantwortlich: BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, Dr. John, Beatrice<br>Datum: 15.12.2021 | <b>Anfrage</b> | <b>2021/502</b> |
| Öffentlichkeitsstatus: öffentlich  |                |                 |

**Beratungsgegenstand:**

Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN vom 07.12.2021 zur Vorlage 2021/439 zum Thema: "Projekt Fähre und Wasserstoff"

**Produkt/e:**

Mobilität

111-110 Büro des Landrats

**Beratungsfolge**

**Status Datum Gremium**

Ö 20.12.2021 Ausschuss für Mobilität

**Anlage/n:**

4

**Sachlage:**

Wie Sie bereits in der Sitzung des Ausschusses Mobilität vom 02.12. 21 ausreichend erläutert haben, ist die Betreuung der Wasserstoffprojekte schwierig. Deshalb erscheint es dringend notwendig, dass angefangene Teilprojekte entsprechend arbeitstechnisch sowie personell durchgeplant werden, um deren komplette und erfolgreiche Durchführung zu garantieren.

Mit Blick auf die nächste voraussichtliche Sitzung des Ausschusses Mobilität am 20.12.21 wäre ich Ihnen für die entsprechende zeitnahe Bearbeitung meiner Anfrage dankbar, sodass eine entsprechende Vorbereitung und eine informierte Beschlussfassung möglich ist.

1. Ich möchte Sie bitten in einem Zeitplan das Projekt Fähre darzustellen inkl. der involvierten Bereiche der Verwaltung unter besonderer Berücksichtigung von Meilensteinen wie Gründung der GmbH, Antragsstellung Fördermittel, erwartenden Zuwendungstermin, Ausschreibung- und Vergabeprozesses, Auftragsvergabe und -erfüllung, inkl. Berichte von Zwischenständen.

2. Wie ordnet sich dieses Teilprojekt Fähre in die (angedachte) Gesamtstrategie ein (oder unter)?

3. Welche weiteren Partnerschaften mit Wissenschaft und Unternehmen sind hier grundsätzlich oder bereits konkret eingeplant (grafische Darstellung mit Erläuterung)?

4. Welche weiteren Gremien und Arbeitsgruppen sollen wann und wie im Landkreis eingebunden werden, z.B. Mobilität Landkreis Amt Neuhaus?

Wie Sie bereits in der Sitzung des Ausschusses Mobilität vom 02.12. 21 ausreichend erläutert haben, ist die Betreuung der Wasserstoffprojekte schwierig. Deshalb erscheint es dringend notwendig, dass angefangene Teilprojekte entsprechend arbeitstechnisch sowie personell durchgeplant werden, um deren komplette und erfolgreiche Durchführung zu garantieren.

Mit Blick auf die nächste voraussichtliche Sitzung des Ausschusses Mobilität am 20.12.21 wäre ich Ihnen für die entsprechende zeitnahe Bearbeitung meiner Anfrage dankbar, sodass eine entsprechende Vorbereitung und eine informierte Beschlussfassung möglich ist.

#### **Antwort der Verwaltung vom 15.12.2021:**

Vorbemerkung der Verwaltung

Der Hinweis auf eine der Aufgabe angemessene Projektgestaltung ist berechtigt. Derzeit wird der Landkreis Lüneburg durch Herrn Björn Pape, Maritime Beratung; begleitet. Herr Pape ist Schiffsbauingenieur und tritt als Bauherrenvertreter auf. Er hat die Ausschreibung für einen Konstruktionsplaner vorbereitet. In rechtlicher Hinsicht wird der Landkreis Lüneburg durch Luther Law unterstützt. In der Landkreisverwaltung ist Herr Krumböhrer allein mit dem Projekt befasst. Im weiteren Projektfortschritt werden weitere Kapazitäten aufzubauen sein. Das wird sich auf verschiedene Aspekte erstrecken müssen, wie Beteiligungsmanagement, laufende Geschäftsführung und Projektassistenz.

Frage 1

Ich möchte Sie bitten in einem Zeitplan das Projekt Fähre darzustellen inkl. der involvierten Bereiche der Verwaltung unter besonderer Berücksichtigung von Meilensteinen wie Gründung der GmbH, Antragsstellung Fördermittel, erwartenden Zuwendungsstermin, Ausschreibung- und Vergabeprozesses, Auftragsvergabe und -erfüllung, inkl. Berichte von Zwischenständen.

Antwort der Verwaltung:

Die Projektierung einer Personenflussfähre mit einem Wasserstoffhauptantrieb ist ein ausgesprochen herausforderndes Vorhaben. Ein vergleichbares Projekt ist nicht bekannt. Zwar sind wasserstoffbetriebene Schiffe bereits im praktischen Einsatz-auch in der Personenschiffahrt. Dabei handelt es sich aber um Schiffe, die nicht bei extremen Niedrigwasser verkehren können müssen. Eine der vielen Herausforderungen ist, mit wenig Gewicht auszukommen. Für eine Personenflussfähre mit einem Wasserstoffhauptantrieb gibt es zudem keine technischen oder genehmigungsrechtlichen Standards. Jedes einzelne Detail muss individuell ausgearbeitet und mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden. Dies beinhaltet Elemente der Forschung- und Entwicklung. Deswegen war zwischenzeitlich sogar das Instrument der Innovationspartnerschaft als Vergabeverfahren erwogen worden.

Vor diesem Hintergrund ist der eingeforderte Zeitplan nicht in der gewünschten Form möglich. Niemand kann wissen, welche Fragestellungen auftreten können und wie damit umzugehen wäre. Deshalb werden Projekte wie die Elektra II (TU Berlin) und die Ludwig Prandtl 2 (Helmholtz-Zentrum) von wissenschaftlichen Instituten in Zusammenarbeit mit technischen Hochschulen durchgeführt. Diese erhalten hohe Forschungsbudgets und arbeiten mit Teams aus erfahrenen, gut ausgebildeten Ingenieuren und Wissenschaftlern. Auch diese Projekte haben keine verbindlichen, detailliert ausgearbeiteten Zeitpläne.

Die Personenflussfähre mit Wasserstoffhauptantrieb ist im Vergleich zur Elektra II und Ludwig Prandtl II eher noch schwieriger, weil die Sicherheitsfragen bei einer Personenfähre erheblich sind und der Niedrigwasserbetrieb an den Fähranlegern besondere Lösungen erforderlich macht. Die Ludwig Prandtl 2 wird sogar einen diesel-elektrischen Hauptantrieb erhalten, was die Betriebssicherheit erhöhen wird.

Wie erwähnt soll die Gründung einer GmbH für den Moment lediglich als Vorbereitung für einen dritten Förderaufruf dienen, damit diese Gelegenheit nicht bereits aus formalen Gründen verstreichen wird. An dieses Vorhaben können sich weitere Aspekte andocken, wenn das Strukturgutachten im ersten Halbjahr 2022 vorliegen wird. Auch dies ist eine sehr schwierige Fragestellung, die heute nicht vollumfänglich eingeschätzt werden kann. Zunächst sollte das Strukturgutachten vorliegen.

Angehängt ist eine Darstellung unseres begleitenden Ingenieurs, Herrn Björn Pape, die dazu dient, Aussagen für die Haushaltsplanung und die mittelfristige Finanzplanung zu liefern. Diese Aufstellung genügt nicht der gestellten Frage nach einem Zeitplan. Weitergehende Aussagen sind seriös aber nicht möglich.

Ob, wann und welche Fördermittel möglich sind, kann nicht gesagt werden. Diese Frage ist schwierig zu beantworten, weil grundsätzlich nur die Teile des Projekts gefördert werden, die dem Ziel der Förderung (Klimaschutz) entsprechen. Welche Projektbestandteile als zuwendungsfähig anerkannt werden können, hängt von der konkreten Ingenieurplanung und der Position der Zuwendungsbehörde ab. Dies ist im Moment nicht einzuschätzen.

Die Verwaltung hatte einen Weg in die Diskussion eingebracht, der mittels einer Zwischenlösung Zeit gewinnen sollte, bis die technischen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen stabilisiert sind. Der beschlossene Weg ist innovativ und zukunftsweisend, birgt aber zahlreiche unbekannte Faktoren, die von niemanden vorhergesehen werden können, auch nicht von der Verwaltung. Diesen Weg kann man mit allen Risiken und offenen Fragestellungen nur gemeinsam gehen.

Auch und gerade die Verwaltung würde sich wünschen, das Projekt arbeitstechnisch sowie personell solide durchzuplanen. Als Projekt der Forschung und Entwicklung wäre eine sehr deutliche Aufstockung des Personals der Kreisverwaltung erforderlich, wenn mit dem aus der Anfrage ersichtlichen Anspruch gearbeitet werden soll. Diese Personalaufstockung unterliegt der Beschlussfassung des Kreistages.

Frage 2

Wie ordnet sich dieses Teilprojekt Fähre in die (angedachte) Gesamtstrategie ein (oder unter)?

Antwort der Verwaltung

Verwiesen wird auf die Vorlage 2021/179-1, wo die Unterlagen für die aktuelle Entscheidung zu finden sind. Eine Gesamtstrategie liegt nicht vor.

Frage 3

Welche weiteren Partnerschaften mit Wissenschaft und Unternehmen sind hier grundsätzlich oder bereits konkret eingeplant (grafische Darstellung mit Erläuterung)?

Antwort der Verwaltung:

In der Sitzung des Mobilitätsausschusses am 02.12.2021 wurde über eine Videokonferenz mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht und dem Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt berichtet. Ein Gesprächsvermerk und zwei Präsentationen sind beigefügt. Es handelte sich um einen ersten Austausch. Daneben finden und fanden zahlreiche weitere Gespräche mit Fachleuten statt. Partnerschaften bestehen nicht. Dies wird auch nicht ohne weiteres möglich sein. Der Landkreis Lüneburg ist auch nicht so aufgestellt, dass er eine Partnerschaft auf Universitätsniveau ausfüllen könnte.

#### Frage 4

Welche weiteren Gremien und Arbeitsgruppen sollen wann und wie im Landkreis eingebunden werden, z.B. Mobilität Landkreis Amt Neuhaus?

Antwort der Verwaltung:

Zuständig sind der Ausschuss für Mobilität und die Arbeitsgruppe "Verbesserung Mobilität Amt Neuhaus". Der Ausschuss ist terminiert. Die Arbeitsgruppe wird einberufen, sobald sie neu konstituiert worden ist.

Fazit:

Aus der Anfrage kann der Wunsch abgeleitet werden, ein schwieriges Projekt wie eine Personenfähre mit einem Wasserstoffhauptantrieb mit den Methoden und Ressourcen anzugehen, die der Tiefe der Fragestellung angemessen wäre. Als einfacher Landkreis (einer von mehr als 400 in Deutschland) wird der Landkreis Lüneburg durch die zuständigen Stellen entscheiden müssen, was der richtige Weg ist.

## **Wasserstofffähre bei Bleckede**

### **Beratungsgespräch Helmholtz-Zentrum Hereon Gesthacht und Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt am 26.11.2021**

Teilnehmer: Herr Kutzner, Herr Dr. Taube, Hereon, Herr Schwedt DLR, Herr Pape, Maritime Beratung, Unterzeichner, Landkreis Lüneburg

Das Helmholtz-Zentrum in Geesthacht befasst sich mit der Wasserstofftechnik. Dort ist eine Wasserstofftankstelle geplant. Außerdem wird ein Schiff geplant, die Ludwig Prandtl II. Dies ist ein Forschungsvorhaben mit einem Schiff, das einen diesel-elektrischen Hauptantrieb haben wird!! Der Nebenantrieb wird durch Wasserstoff betrieben werden. Thema des Forschungsvorhabens ist, verschiedene Formen von Antrieben auszuprobieren. Dabei wird es um Wasserstoff in verschiedenen Formen gehen.

Wir haben ca. zwei Stunden über unser Vorhaben diskutiert. Dabei zeichnete sich am Ende folgende Idee ab:

Viel spricht dafür, den Wasserstoff nicht nach Bleckede zu transportieren, sondern ihn vor Ort zu erzeugen. Die Fähre wird je nach äußeren Bedingungen 40 bis 100 kg Wasserstoff pro Tag brauchen. Um ihn vor Ort herzustellen, ist eine Elektrolyseeinheit mit einem Stromanschluss von 200 kW erforderlich, was grundsätzlich machbar sein sollte. Der Wasserstoff müsste in einem Pufferspeicher gefasst werden. Dieser würde im Hafen stehen. Die Fähre würde nachts im Hafen anlegen und dort aus dem Pufferspeicher betankt werden. Dadurch wären auf der Fähre nur wenige Elemente für die Betankung erforderlich, nämlich hauptsächlich ein Tank. Dies ist wichtig, weil das Gewicht der Fähre gering sein sollte, um den niedrigen Tiefgang zu behalten. Dieses Konzept wäre einfach und hätte den Vorteil, sogar neben der Betankung der Fähre auf Sicht eine Betankung anderer Fahrzeuge mit Wasserstoff am Standort Hafen Bleckede zu ermöglichen.

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff wird derzeit mit der EEG-Umlage beaufschlagt, was sich wirtschaftlich negativ auswirken würde. Vielleicht wird dies aber verändert.

Nach Einschätzung von Herrn Kutzner kann der Pufferspeicher ohne allzu großen Aufwand genehmigt werden. Problematisch ist die Genehmigung der Elektrolyseeinheit, weil sie dem BImSch unterliegt und es keine Prüfroutinen gibt. Dieses Verfahren wäre schnell einzuleiten; es kann aber Jahre dauern.

In der Zwischenzeit könnte/müsste Wasserstoff eingekauft werden. Dabei würde es sich um gasförmigen, elementaren Wasserstoff handeln. Der Druck läge wahrscheinlich bei ca. 350 bar. Dies ist technisch nicht außergewöhnlich.

Alternativ wurde über Wasserstoff aus Biogasanlagen gesprochen. Dazu könnten regionale Anbieter angesprochen werden. Es würden aber Fahrwege anfallen, was logistisch aufwendiger wäre. Der große Vorteil der Biogasanlagen ist, dass eine verlässliche Grundlast unabhängig von Windverfügbarkeit oder Sonnenschein möglich wäre. Nach Ansicht der Experten wäre dieser Weg auch klimaneutral, obwohl es um Methan geht. Jedenfalls ist dieser Weg schwieriger als die direkte Nutzung grünen Stroms.

Alle Fachleute waren der Meinung, dass die Konstruktion einer Wasserstofffähre technisch herausfordernd ist. Ein vergleichbares Projekt gibt es in Deutschland nicht, wahrscheinlich auch nicht in Europa. Kurz wurde von einem Projekt in Japan berichtet, dessen Tank aus Deutschland geliefert werde. Auch die Realisierung der Wasserstofffähre wurde als Projekt bezeichnet, das einige Jahre in Anspruch nehmen werde. Herr Pape hat drei Jahre angesetzt. Grund ist, dass die technischen Details noch nicht ausgereift seien und die Genehmigungsverfahren nicht standardisiert sind.

Erzeugung, Betankung und Betrieb der Fähre könnten in eine Hand gelegt oder getrennt werden. So könnte z.B. die Energieversorgung Dahlenburg-Bleckede angefragt werden, ob sie Interesse hat, den Part der Wasserstoffherzeugung und vielleicht auch die Betankung zu übernehmen. Das würde helfen, weil grüner Strom für die Elektrolyse gebraucht wird. Falls das nicht geht, müsste/könnte diese Aufgabe in die GmbH gegeben werden, wo auch die Fähre angesiedelt werden würde.

Fazit: Das Gespräch war sehr konstruktiv. Die Beteiligten haben sich darauf verständigt, den Austausch fortzusetzen.

Das aufgezeigte Modell sieht plausibel aus.

27.11.2021

Jürgen Krumböhmer

# Hereon

## Informationsgespräch mit Landkreis Lüneburg und Maritime Beratung Björn Pape, 25.11.21

Thomas Klassen, Klaus Taube, Martin Dornheim, Julian Jepsen, Claudio Pistidda, Julián Puzkiel, Giovanni Capurso, Helge Kutzner, Lars Baetcke, Maximilian Passing, Mauricio Schieda

Institute of Hydrogen Technology



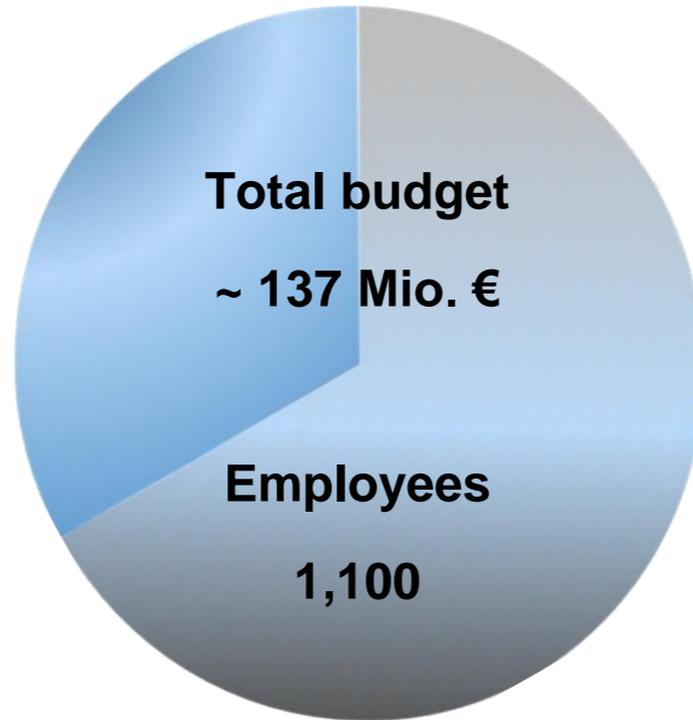
Helmholtz-Zentrum  
**hereon**

# Hereon – Portfolio

- 1 of 18 research centres of the Helmholtz Association

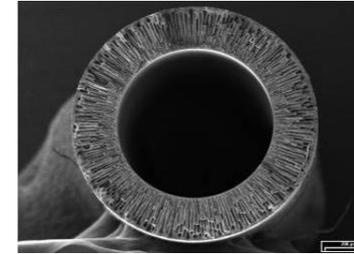
1/3

## Coastal and Climate Research

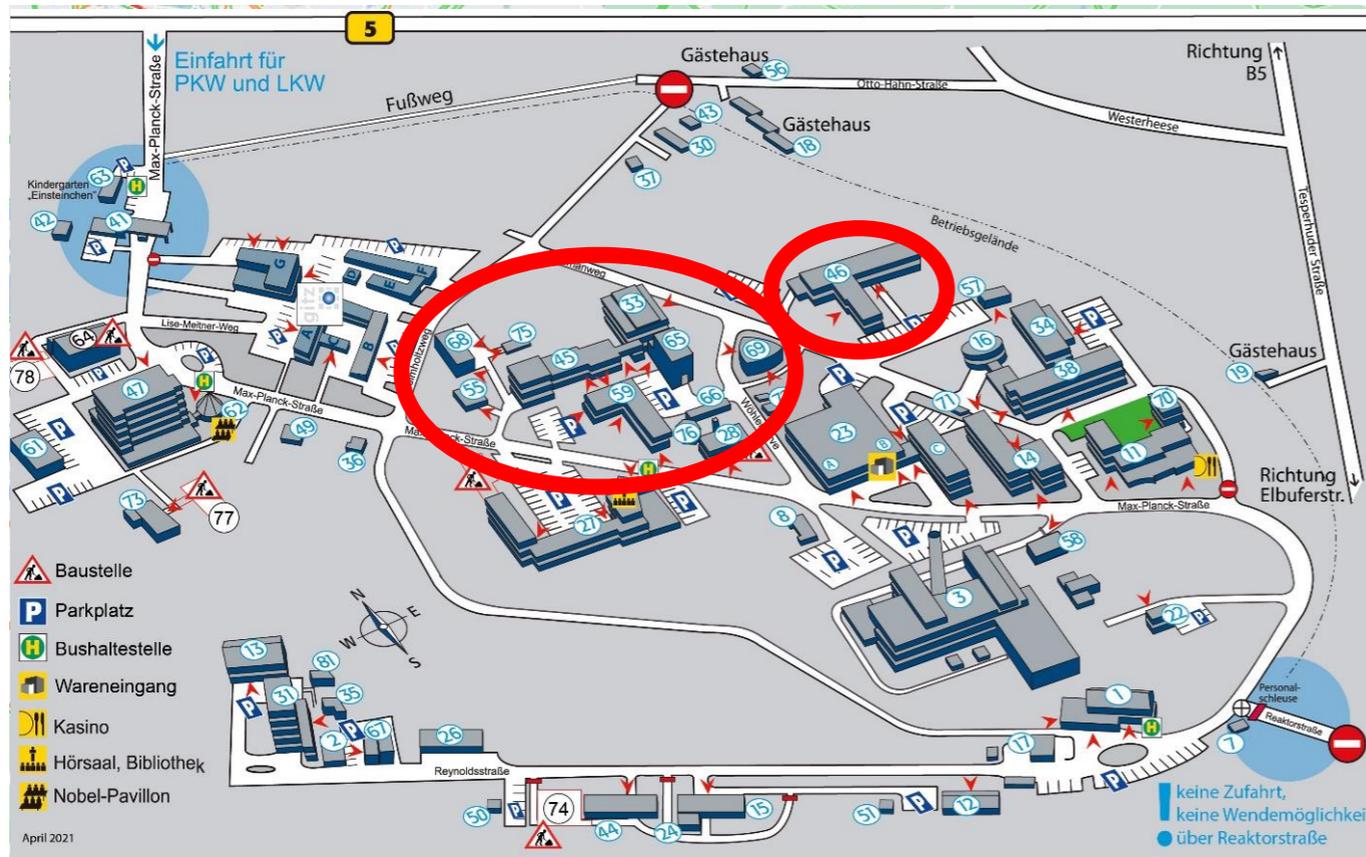


2/3

## Materials Research



# Helmholtz-Zentrum Hereon



15 Institutes

**GEMS-P@DESY-Hamburg, GEMS-N@FRM  
Munich, GERICS@Hamburg, BCRT@Berlin**



## ~1.100 Employees

- 70 % R&D
- 30% training, administration & management

~ 137 Mio.€ annual budget

~ 78% institutional financing

~ 22% third party financing

## Institutional financing via the Helmholtz Association:

**90% federal Ministry of Education and Research**

**10% federal states:**

- Schleswig-Holstein
- Hamburg
- Niedersachsen
- Brandenburg

# Institutes being active in hydrogen technologies

- **Institute of Photoelectrochemistry**

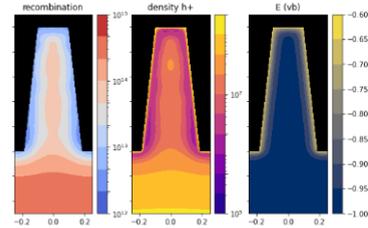
- Solar direct generation of hydrogen and hydrocarbons
- Cost effective deposition of photo catalysts

- **Institute of Membrane Research**

- Gas and fluid separation by polymer membranes
- H<sub>2</sub> separation from mixed gas streams (z.B. biogas, natural gas/H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>)

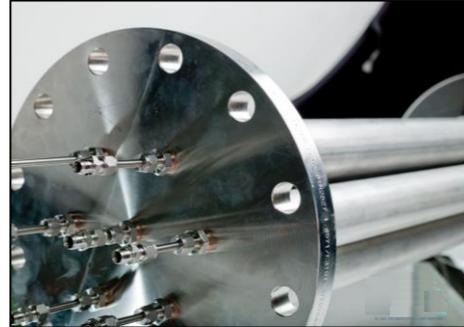
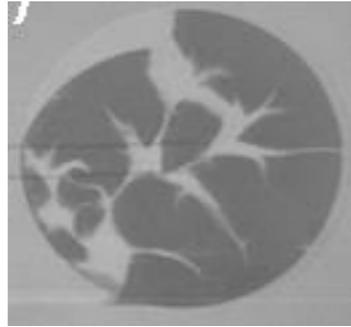
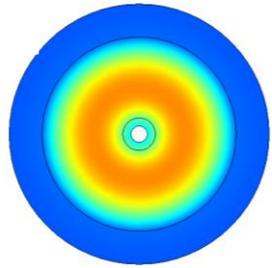
- **Institute of Hydrogen Technology**

- Hydrogen storage and compression by metal hydrides
- Materials development, scale-up of synthesis and integration into applications



**Scale crossing modelling from the atomic fundamentals  
up to prototypes and processes**

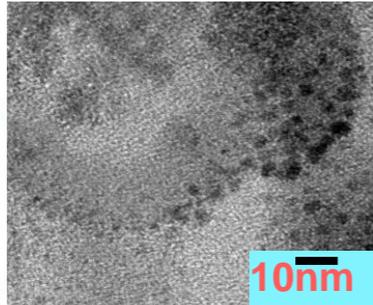
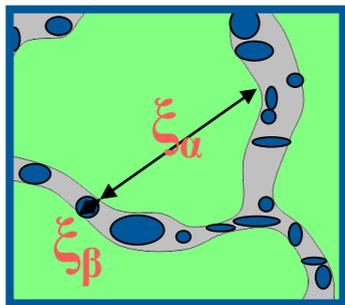
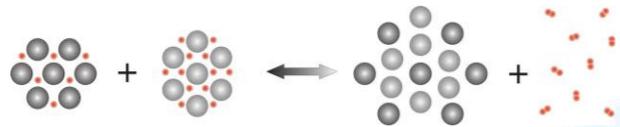
# Efficient H<sub>2</sub>-storage in metal hydrides



Tank design and near application testing

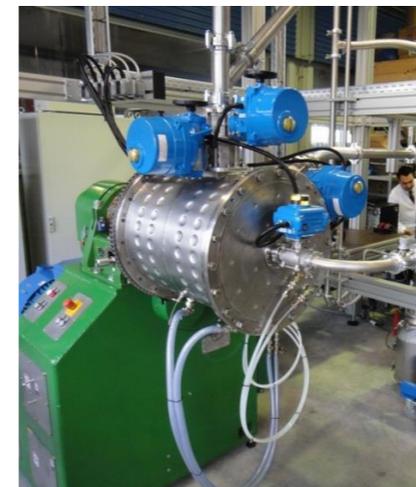
Fundamental materials

thermodynamics & kinetics

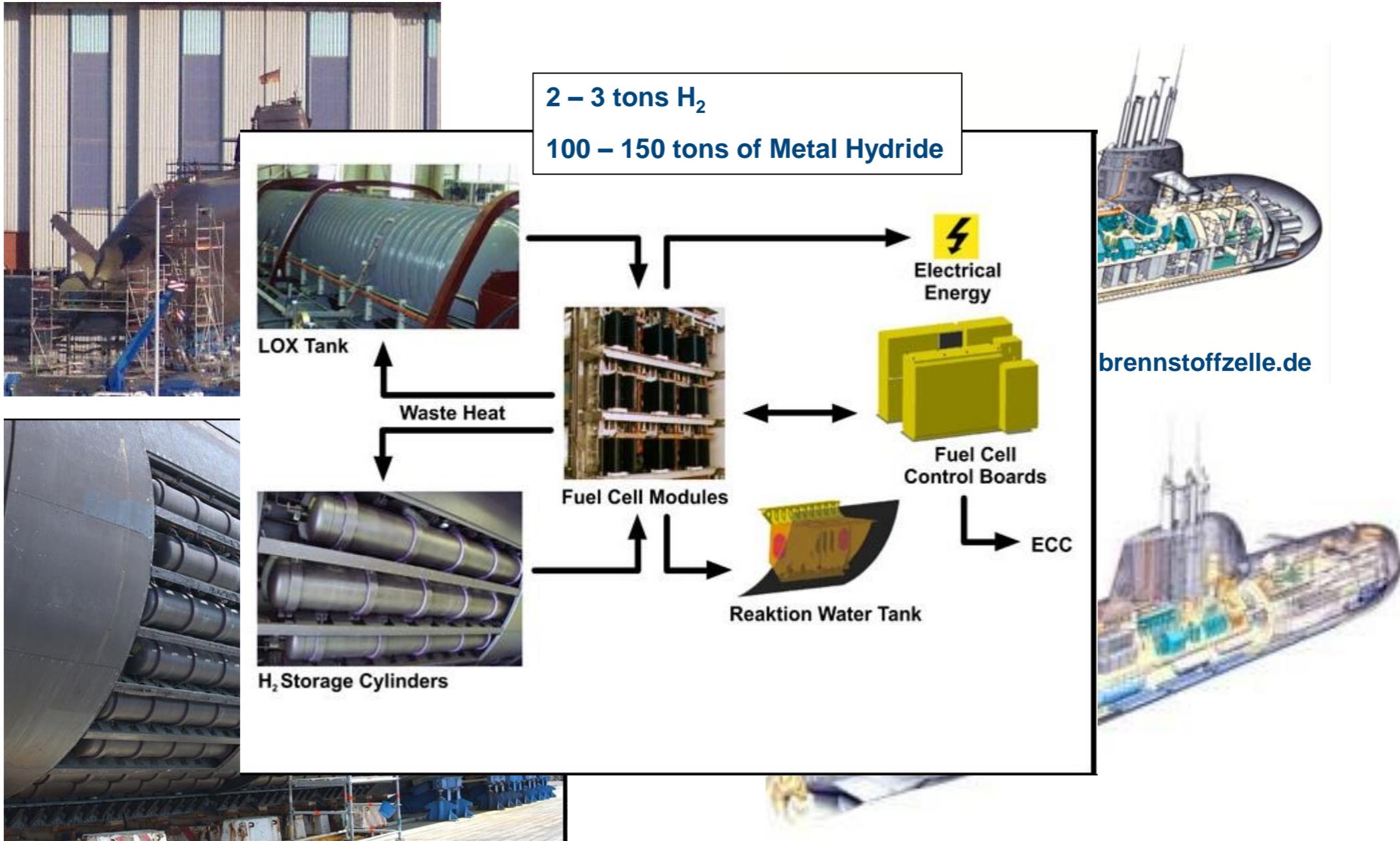


Demonstration & cost estimation

Scale-up of materials synthesis

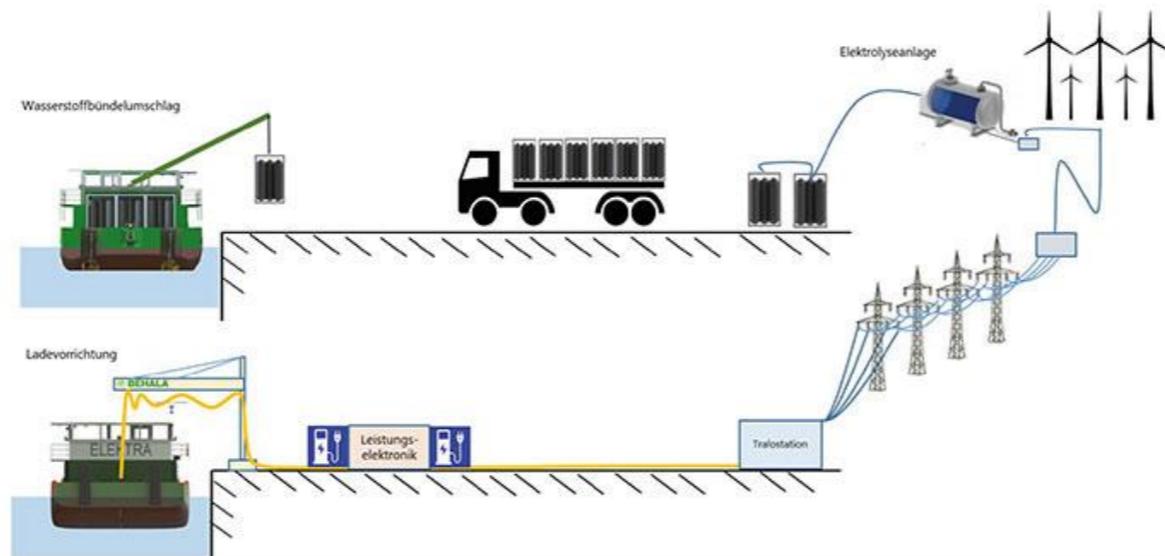
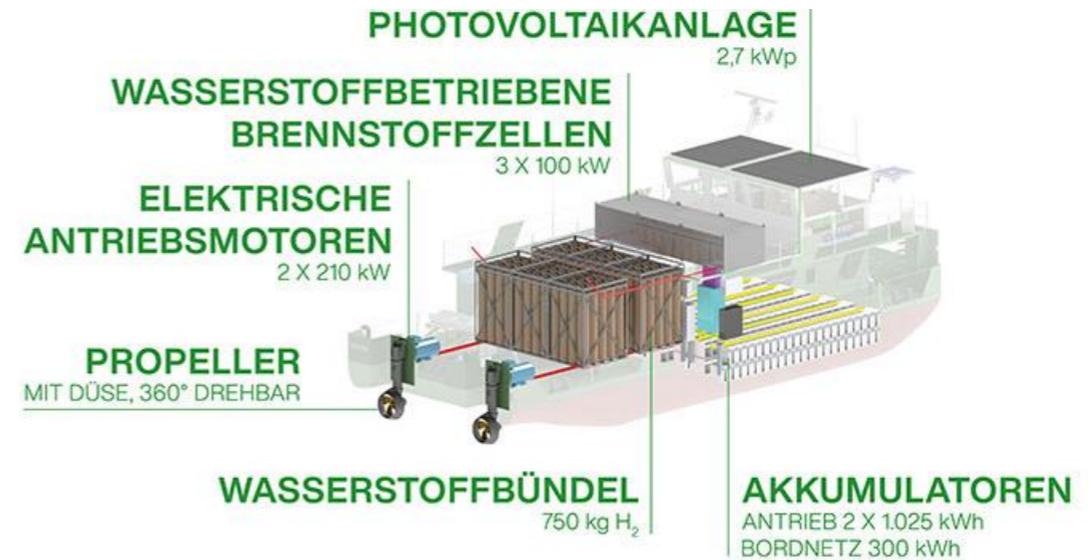


# TKMS: U 212 und 214 Submarines



# Schubschiff Elektra

## Betrieb Berlin – Lüneburg – Hamburg



<https://www.behala.de/elektra/>

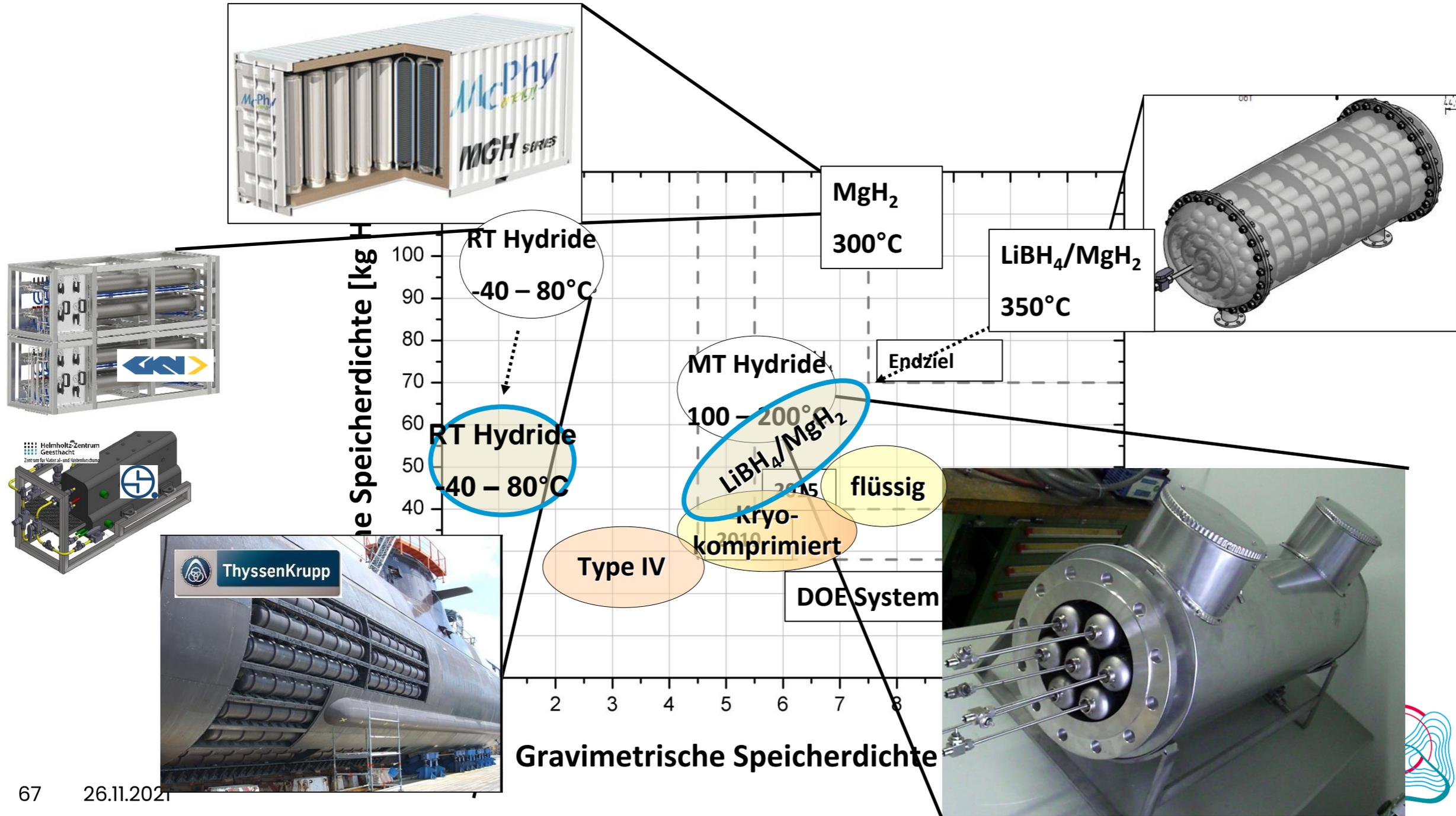
# Norwegen: Wasserstoff-Fähre



- Versorgung mit Flüssig-Wasserstoff von Linde aus Leuna
- Herausforderungen
  - Zulassung Flüssigwasserstofftanks für Schiff
  - Betankungsinfrastruktur
  - Betankungsprotokoll
- Wird begleitet durch DNV, Hamburg (Guido Friedrichs)

<https://www.norled.no/en/news/norled-to-build-the-worlds-first-hydrogen-ferry/>  
<https://fuelcellsworks.com/news/norway-norleds-hydrogen-ferry-begins-to-take-shape/>  
<https://www.linde.com/news-media/press-releases/2021/linde-to-supply-world-s-first-hydrogen-powered-ferry>

# State of the art

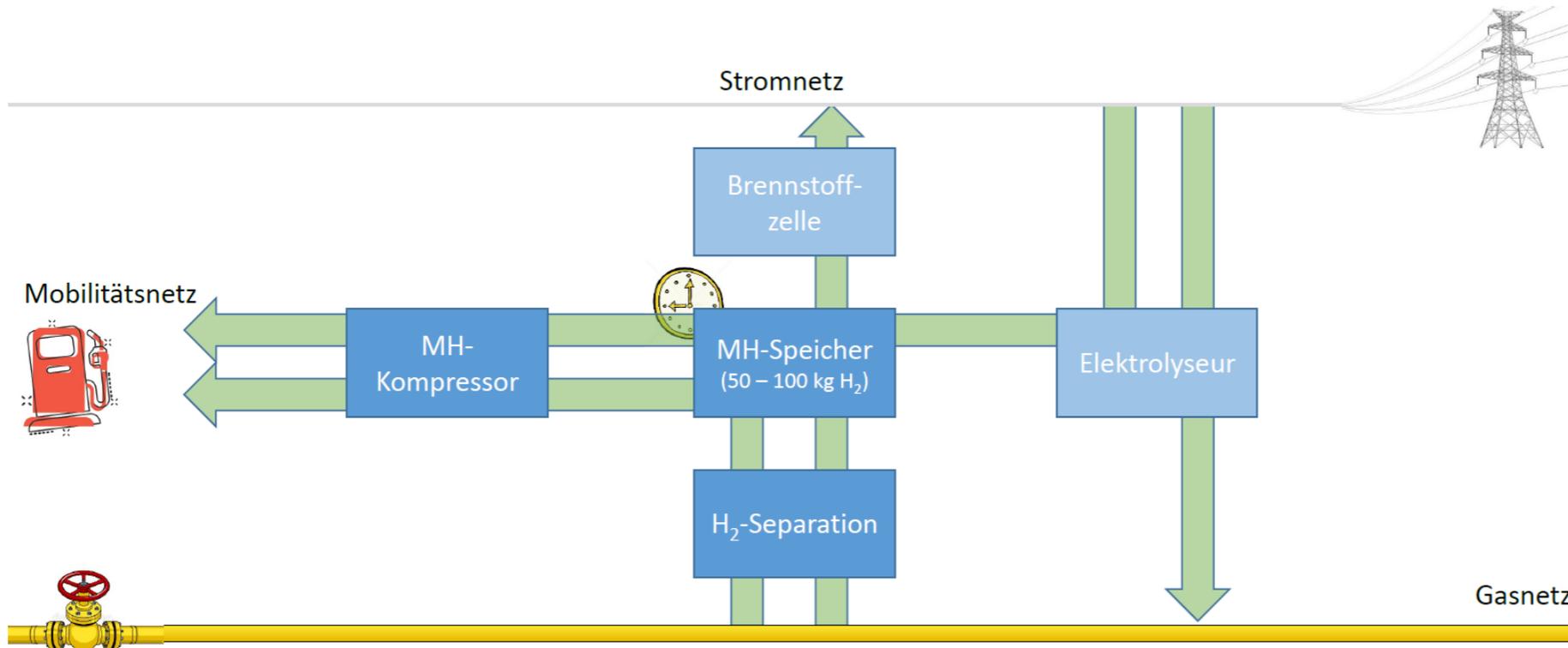


# dtec.bw project Digi-HyPro

## Digital hydrogen value chain for the energy turn-around

Coordination HSU, 2020 - 2024

- Digitally controlled H<sub>2</sub> processing and storage
- Computer based simulation of all components and their collaboration
- Target: Development of an energy transformation unit for the coupling of different energy sectors – in reality and as a digital twin



dtec.bw



HELMUT SCHMIDT  
UNIVERSITÄT



GKN POWDER METALLURGY

TUHH

Technische Universität Hamburg



Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt

Institut für  
Vernetzte Energiesysteme



# Ludwig Prandtl II: Wasserstoffsystemlabor H2SL

- **LPII:**

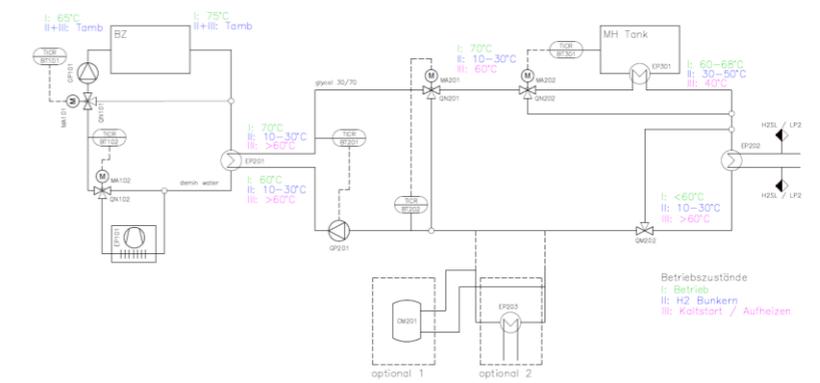
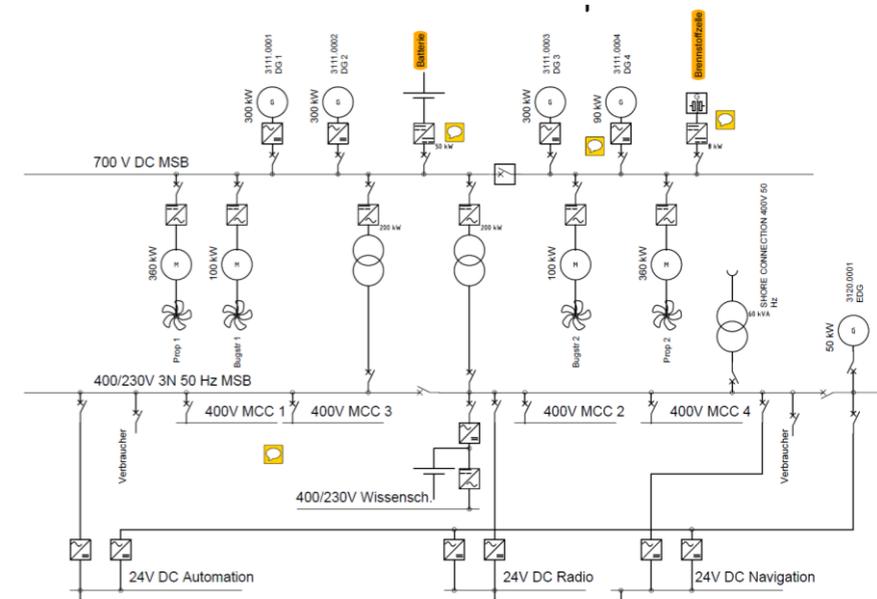
- Konventioneller dieselektrischer Hybridantrieb
- Gleichstromschiene wird versorgt aus
  - 2 + 1 Dieselgeneratoren
  - 100 kWh, 200 kW Batteriespeicher
  - 100 kW Brennstoffzellensystem

- **Ziele H2SL**

- Option zur emissionsfreien Energieversorgung des Schiffes bis 100 kW, 500 kWh
- Abbildung bestimmter dafür geeigneter Fahrzustände (Robbenbänke, Seevögelkolonien, Hafenbetrieb, Forschungsbetrieb ohne Fahrt, ...)
- Erforschung des Systemverhaltens PEM FC + Metallhydrid-H<sub>2</sub>-Tank + Wärmemanagement
- Systemsimulation und Validierung
- Optimierung des dynamischen Verhaltens des Systems

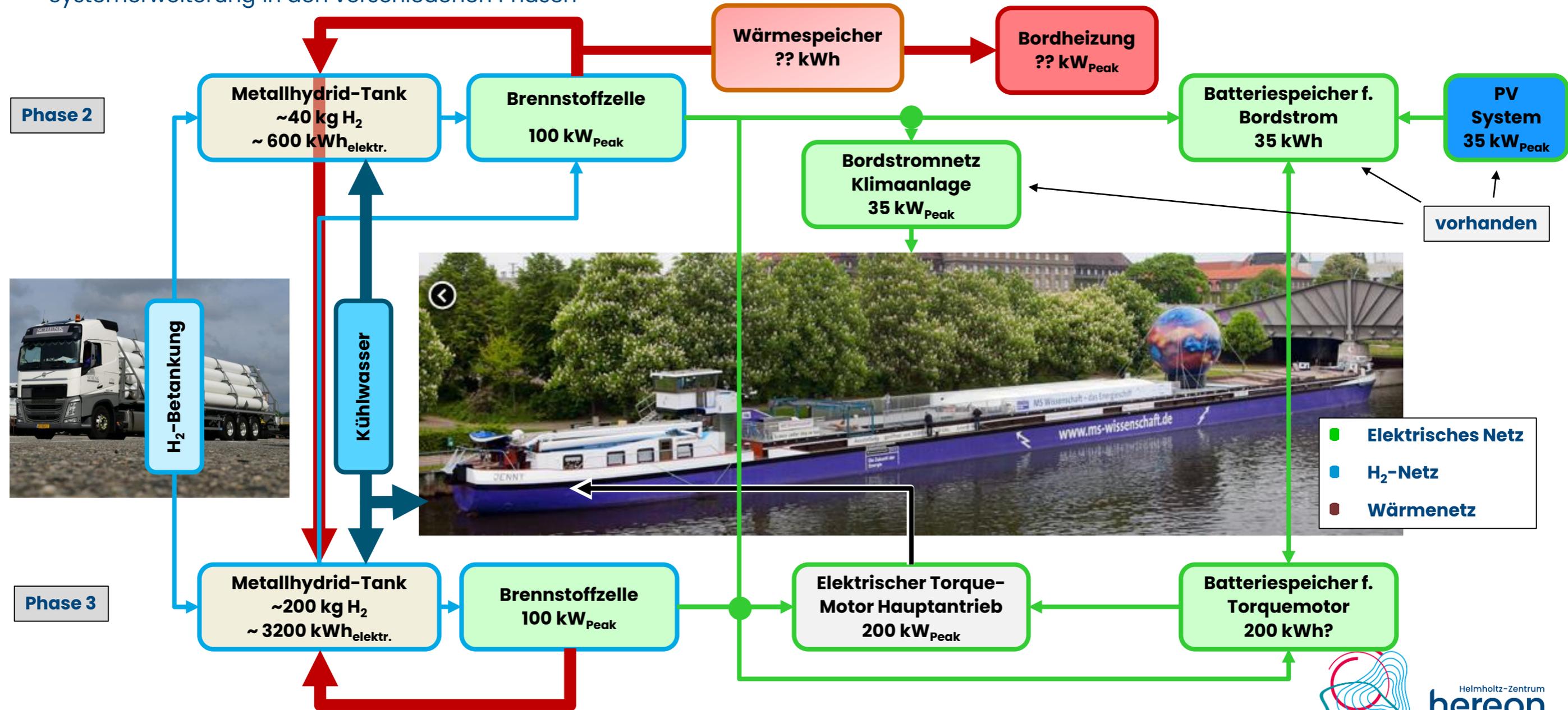
- **Herausforderungen**

- Marinisierung von BZ, MH-Tank und Wärmemanagement
- Betankungskonzept
- Sicherheitskonzept für Betrieb H2SL und Betankung

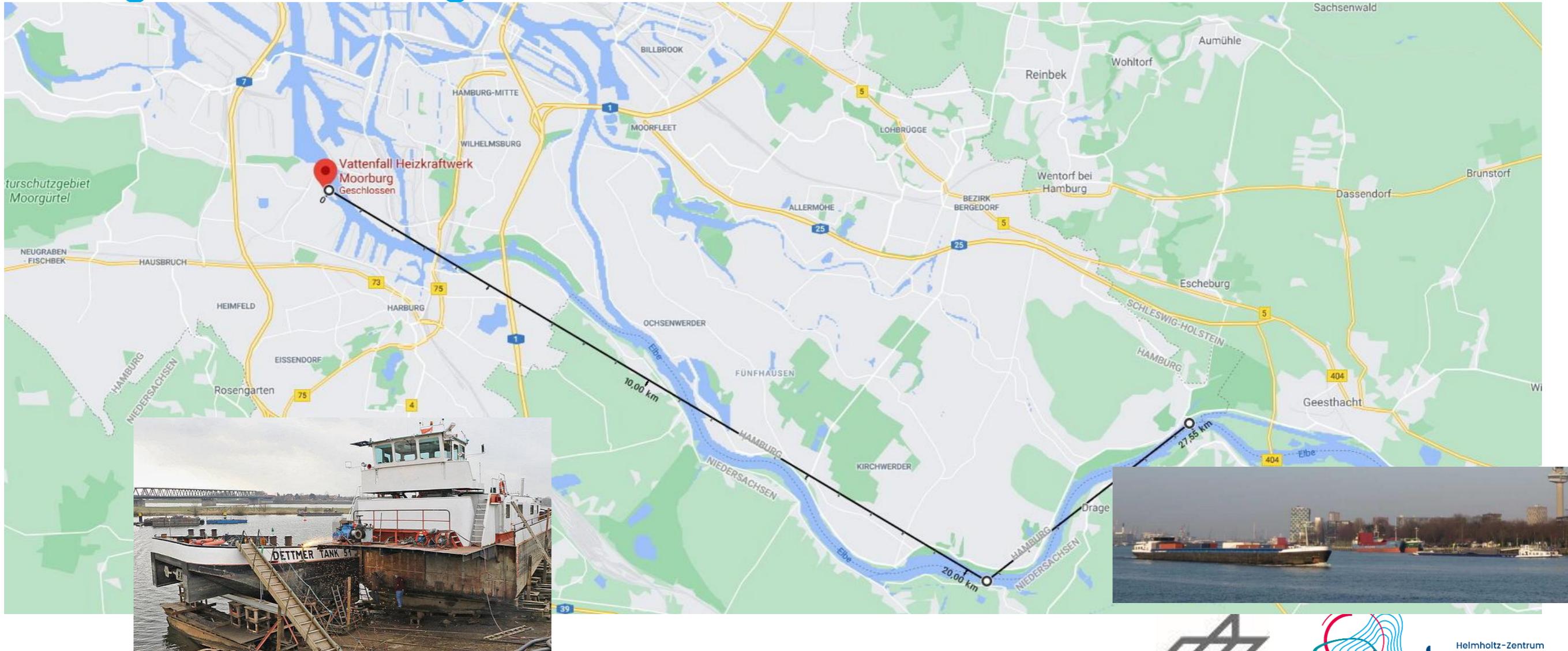


# MS Wissenschaft: Konzept H<sub>2</sub>-Energiesystem

Systemerweiterung in den verschiedenen Phasen



# Anbindung an das Hamburger Umland – Erste Tankstelle mit LH2 Versorgung per Schiffknapp 30 km zum Erzeuger in MoorburgNeuheits-Charakter



# Geesthacht an der Elbe als Anlegestelle vor der Schleuse und Tankhaltebucht für die Binnenschifffahrt (Hamburg ⇌ Berlin)



# Fläche für eine Wasserstoff Tankstelle in Geesthacht

## Versorgung von der Elbe mit LH2 zur Verteilung für Schiffe, LKW, Busse und PKW



# Fläche für eine Wasserstoff Tankstelle in Geesthacht

## 1 km von der B404 – Logistik-Unternehmen in direkter Nachbarschaft



# Anforderungen an Schiffanlegestelle

- Versorgung der Infrastruktur mit dem Treibstoff LH2
- Bebunkern von Treibstoff LH2 für Schiffe
- **Neues Tankstellen-Konzept**
  - Metall-Hydrid Kompressor
  - Energetische Optimierung der Tankstelle
- **Weiter Anwender in der Ansprache für:**
  - LKW
  - PKW
  - Binnenschiffe



# Vielen Dank.



Dr. Klaus Taube  
Max-Planck-Straße 1  
Institute of Hydrogen Technology  
22549 Geesthacht  
[hydrogen.hereon.de](http://hydrogen.hereon.de)  
[klaus.taube@hereon.de](mailto:klaus.taube@hereon.de)  
Tel. +49 (4152) 87 25 41

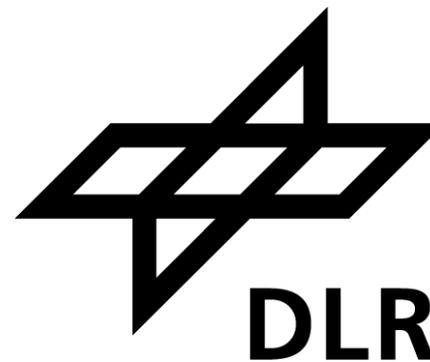
[www.hereon.de](http://www.hereon.de)



Helmholtz-Zentrum  
**hereon**

# Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. German Aerospace Center

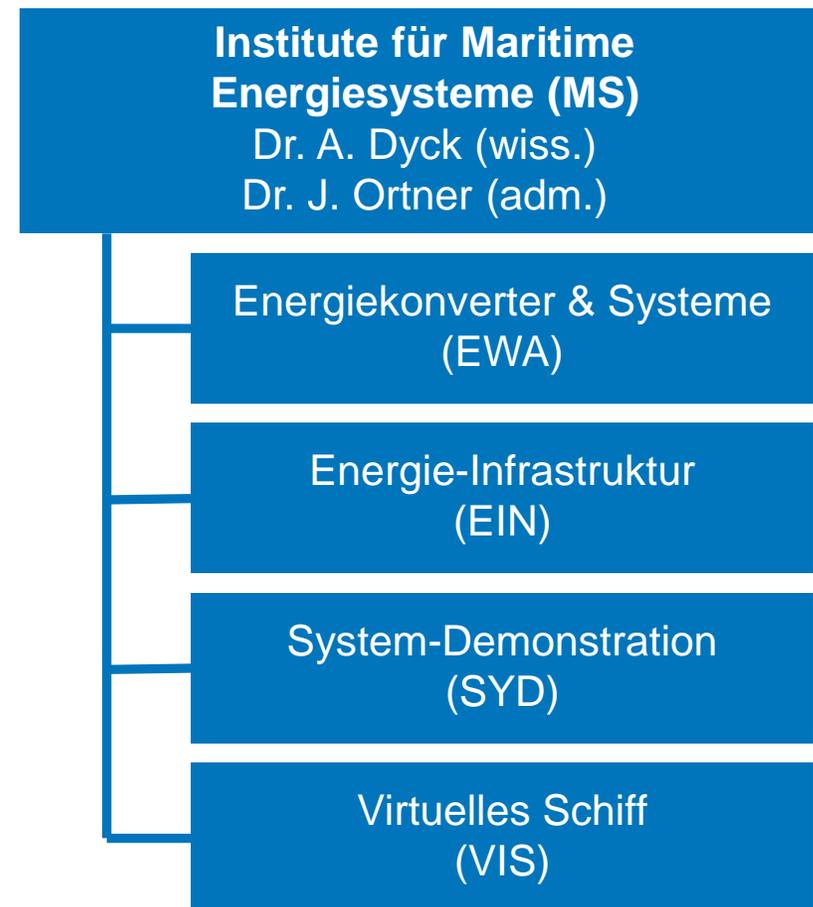
- Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für:
  - Luftfahrt
  - Raumfahrt
  - **Energie**
  - Verkehr
  - Sicherheit
  - Digitalisierung
  
- *Wir erforschen Erde und Weltall und entwickeln Technologien für eine nachhaltige Zukunft.*
  
- 55 Institute
- 30 Standorte
- Ca. 10.000 Mitarbeitende
- 1.155 Millionen Euro Forschungsbudget



# Struktur des Instituts

## Eckdaten

|               |   |
|---------------|---|
| Berufung      | TU Hamburg & andere Hochschulen                                       |
| Eröffnung     | 28.05.2021  |
| Infrastruktur | Versuchsschiff zur Einbindung und Erprobung modularer Energiekonzepte |
| Standort      | Geesthacht (30 km südlich von Hamburg)                                |
| Personal      | 250 Mitarbeitende (90 FTE)  |
| Finanzierung  | ca. 17 Mio. € p.a.  |



# Forschungs-Auftrag

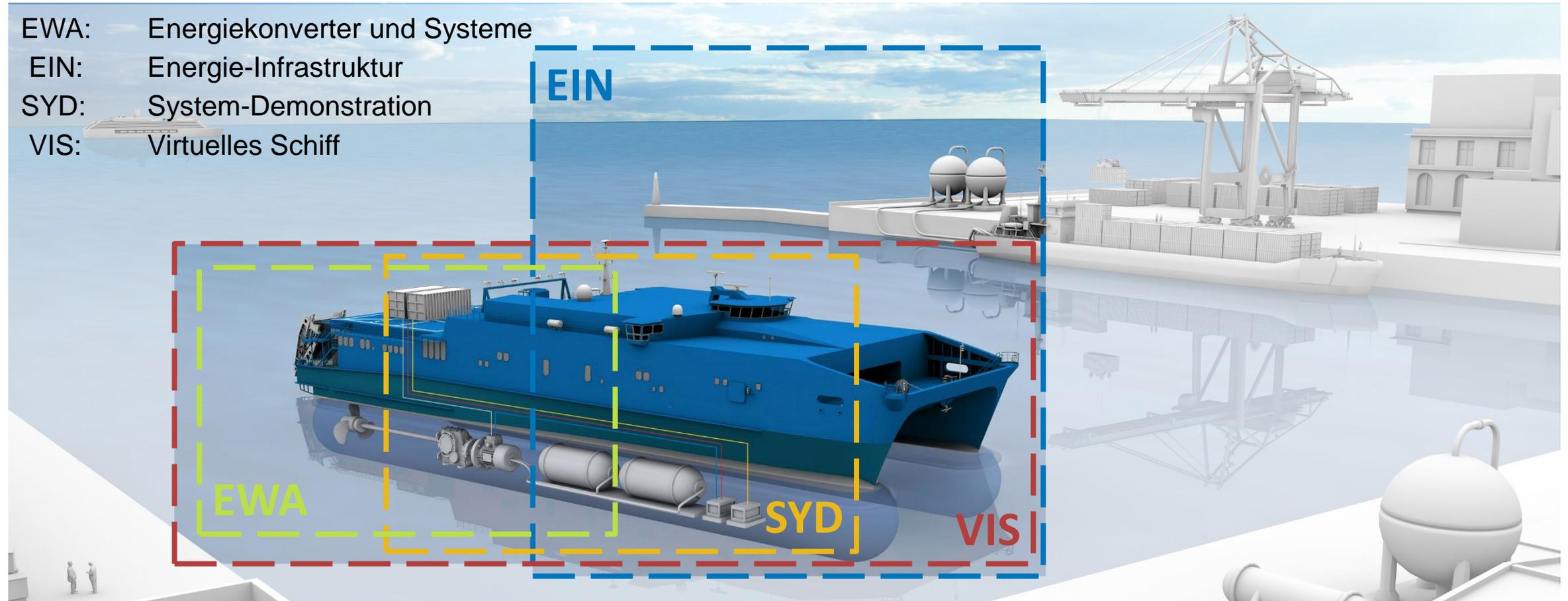
## Ganzheitlicher Ansatz zur Versorgung maritimer Infrastrukturen

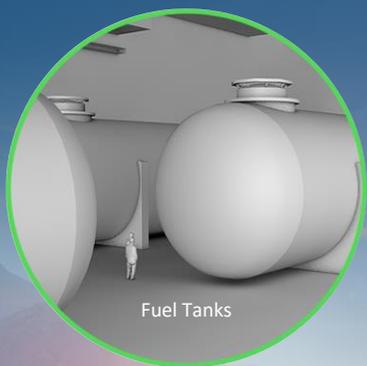
EWA: Energiekonverter und Systeme

EIN: Energie-Infrastruktur

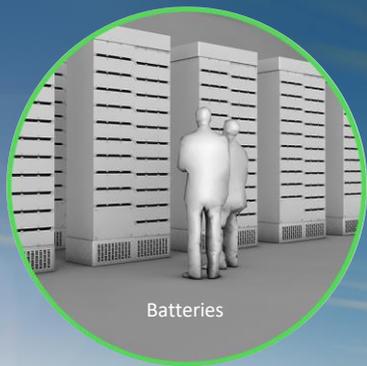
SYD: System-Demonstration

VIS: Virtuelles Schiff





Fuel Tanks



Batteries



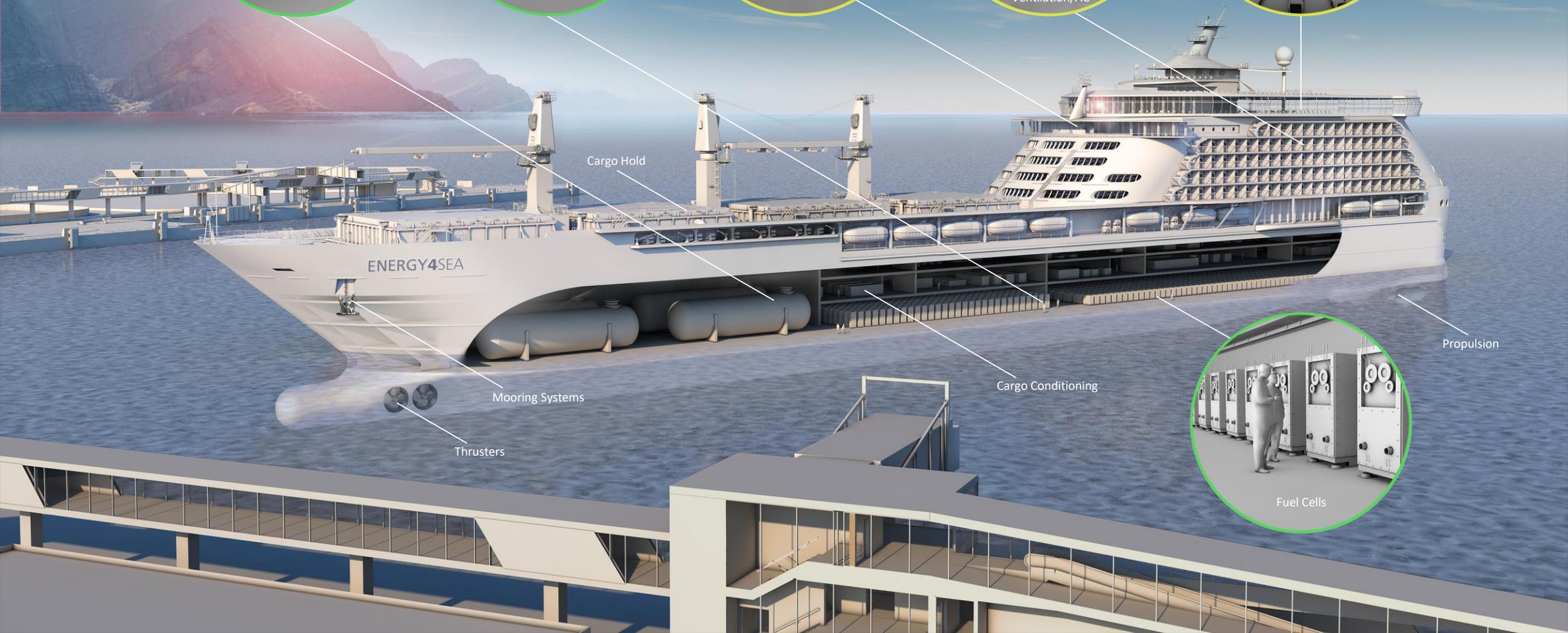
Bridge



Accommodation,  
Ventilation/AC



Leisure



Cargo Hold

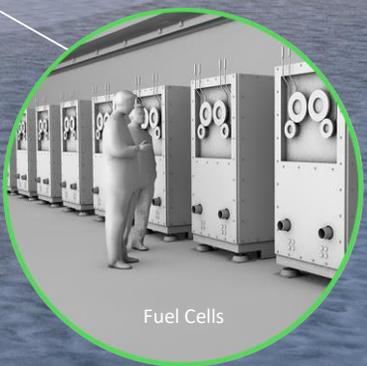
ENERGY4SEA

Mooring Systems

Thrusters

Cargo Conditioning

Propulsion

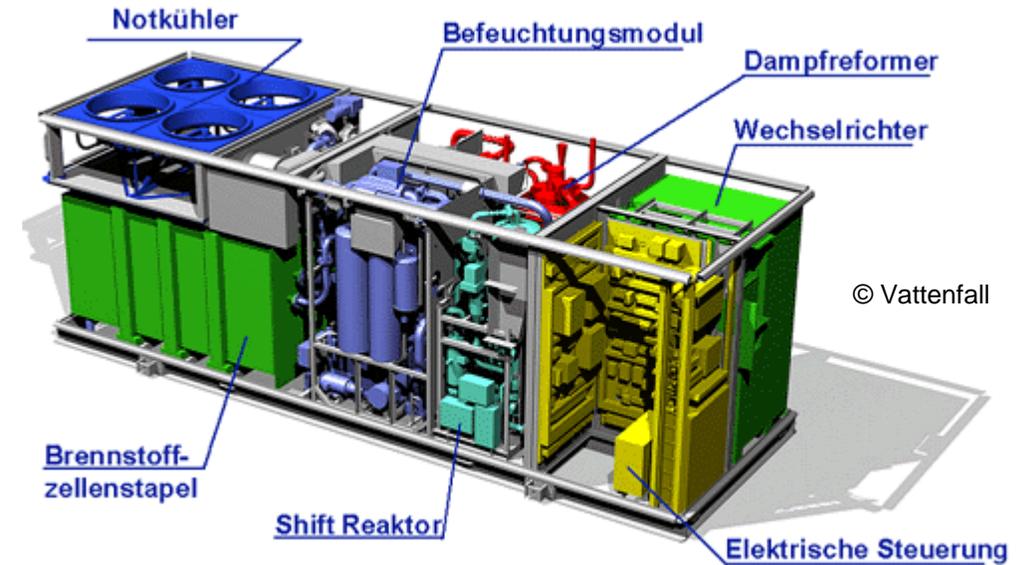


Fuel Cells

# Überblick der Abteilung

## Energiewandler und –systeme (EWA)

- Entwicklung & Tests effizienter Energiewandler für verschiedene maritime Treibstoffe
  - **Energiewandler**, z.B. Brennstoffzellensysteme, Verbrennungsmotoren.
  - **Treibstoffe**, z.B. Methanol, Ammoniak, H<sub>2</sub>, LOHC, LNG.
- Messung von Lastprofilen auf unterschiedlichen Schiffstypen & Bewertung von Optimierungsmöglichkeiten.
- Systemintegration bis Megawatt-Bereich, einschließlich der erforderlichen Steuerungs- und Regelungskonzepte.
- Untersuchung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung an Bord sowie von Versorgungs- und Speichersystemen, einschließlich Abwärmenutzung.
- Entwicklung und Optimierung von Systemkonfigurationen durch umfangreiche Tests an Land (Geesthacht) und Validierung im Forschungsschiff.



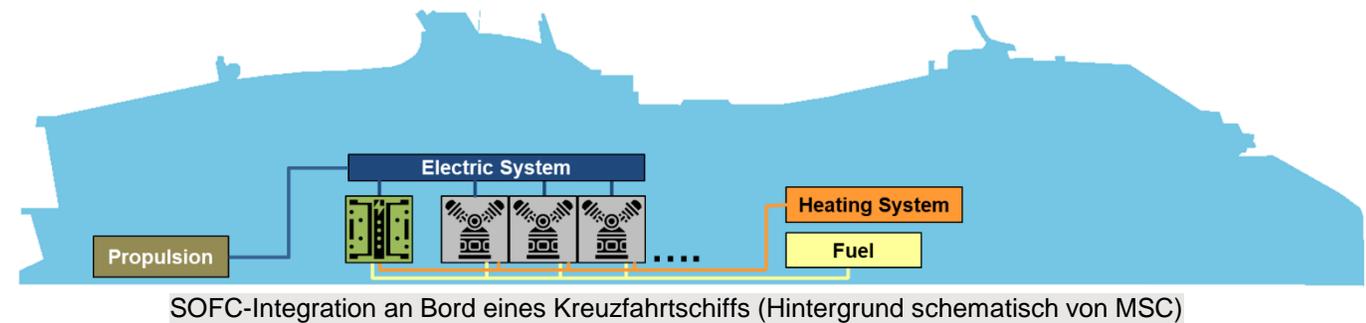
© Vattenfall



© Schmidt, C., Hereon

# Spezifische Forschungsthemen

- **Messung von Schiffsbetriebs-Lastprofilen**
- **Brennstoffzellenbetrieb unter maritimen Bedingungen**
  - Alle Arten von Brennstoffzellen – PEMFC, SOFC, ...
  - Startvorgänge und transiente Lastwechsel
  - Balance-of-plant Optimierung
  - Treibstoff-Flexibilität
- **Verbrennungsmotoren mit erneuerbaren Treibstoffen**
- **Optimierung von „Combined/Dual Cycle“- Betrieb**
  - Organic Rankine Cycle, Gasturbine, usw.
- **Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmenutzung an Bord**
- **Vorbehandlung von Treibstoff und Luft**
  - Management von salzhaltiger Seeluft und schädlichen Kraftstoffbestandteilen
- **Antriebe mit erneuerbarer Energie**
  - z.B. Windunterstützter Antrieb



# Überblick der Abteilung Energieinfrastruktur (EIN)

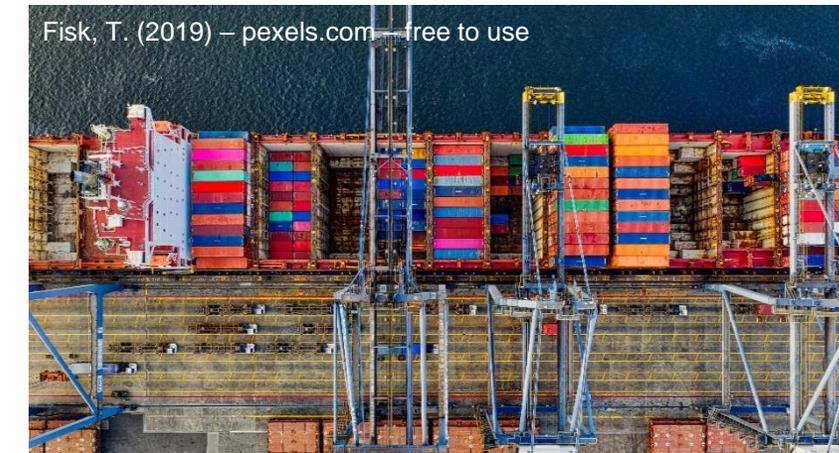
- Bereitstellung entsprechender Energiequellen für die Umsetzung und Nutzung in maritimen Systemen
- Ermittlung der geeigneten Hafeninfrastruktur für die Kraftstoffversorgung der Schiffe
- Design des Tanksystems mit Thermomanagement und Struktur für die Integration an Bord
- Berücksichtigung des Bedarfs an Energie-Import durch Transportschiffe



# Spezifische Forschungsthemen

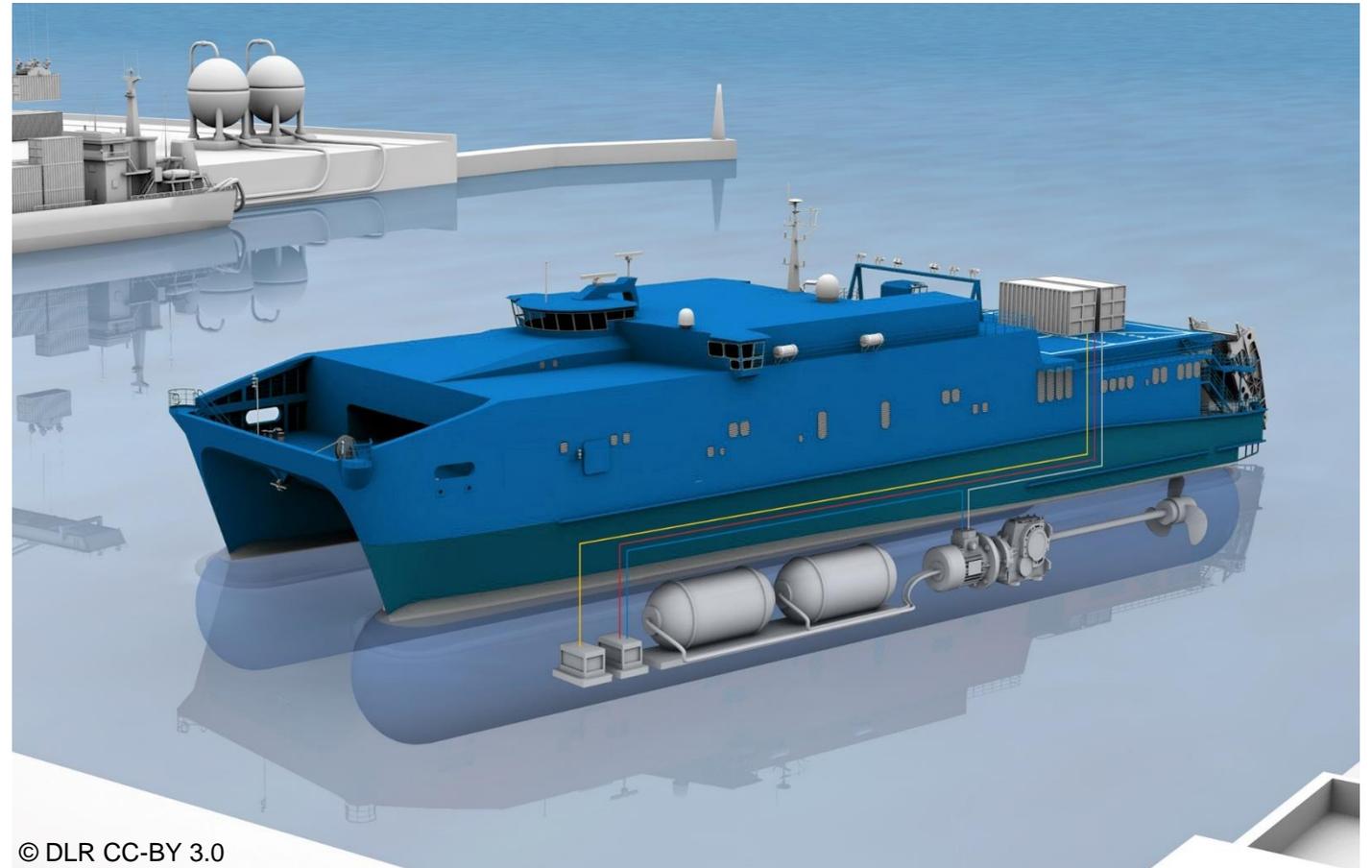
## Energieinfrastruktur (EIN)

- **Identifizierung** und Charakterisierung von 3 geeignete **Kraftstofflösungen** bis 2023, die für die Dekarbonisierung und Emissionsreduzierung der Schifffahrtsindustrie geeignet sind
- **Bewertung der Kraftstoffe**, z.B. im Hinblick auf:
  - Kosten
  - Energiedichte
  - Verlust an Laderaum
  - Lagerstabilität
- Identifizierung der notwendigen landseitigen **Infrastruktur** für die Versorgung von Schiffen mit Kraftstoffen in Bezug auf:
  - Treibstoffherzeugung
  - Import und ggf. Transport bis an das Schiff
  - Vergleiche Projekt „HySTRA“



# Überblick der Abteilung Systemdemonstration (SYD)

- Demonstration von Energiesystemen (entwickelt von EWA und EIN) auf einem Teststand an Land und einem seetüchtigen Demonstrator
- Erprobung & Validierung der Systemkomponenten eines holistischen Antriebsstrangs & Energiesystems
- Forschung zu Regelungsstrategien für das Schiffsenergiesystem
- MVDC-Forschung und Komponentenentwicklung



# Spezifische Forschungsthemen

## Systemdemonstration (SYD)

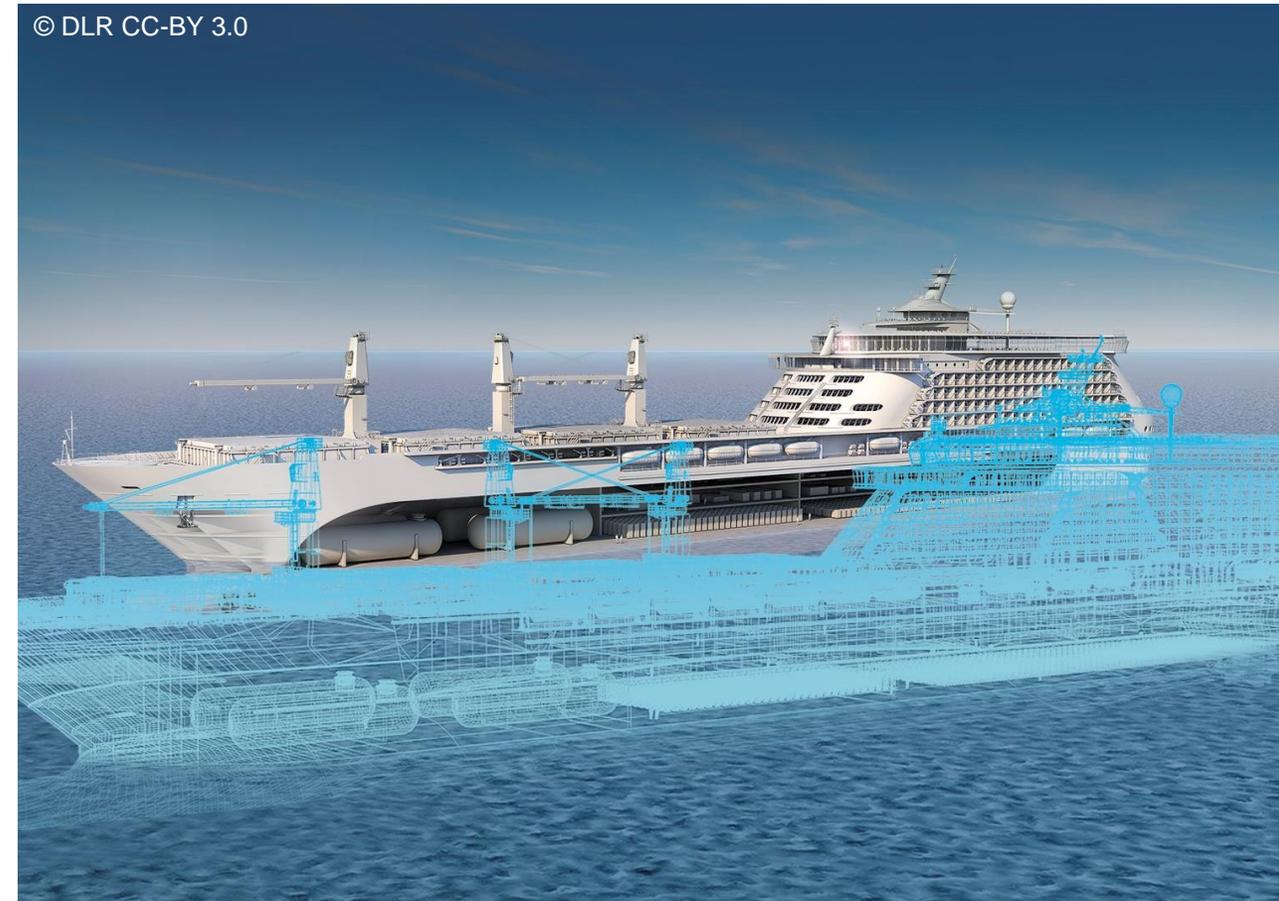
- Entwurf von Energienetzen mit einem starken Fokus auf die Themen **Sicherheit und Zuverlässigkeit**
- Entwicklung von **Optimierungsstrategien für Bordnetze** unter verschiedenen Aspekten, z.B. Spannungsebenen (AC/DC), Umwandlungsverluste oder die Menge des Kabelmaterials
- **Integration von HESS**, welches viele Möglichkeiten für maritime Anwendungen bietet :
  - Abtrennung von Leistungsspitzen
  - Leistungsglättung
  - Begrenzung der Leistungsrampe
  - Nivellierung der Belastung
- Untersuchung der möglichen Vorteile von Gleichstromnetzstrukturen für maritime Anwendungen im Hinblick auf regulatorische und betriebliche Aspekte
- Untersuchung der Verfügbarkeit von Gleichstromkomponenten wie z. B. Leistungsschalter für den Bereich von 1-15kV
- Entwicklung von Gleichstrom-Mittelspannungskomponenten
- Ermittlung des Einsparpotenzials durch den Einsatz von Gleichstrom-Netzstrukturen



# Überblick der Abteilung

## Virtuelles Schiff (VIS)

- Entwurf eines ganzheitlichen digitalen Zwillings durch die Integration von simulierten Subsystem-Modellen, die von EWA, EIN und SYD erzeugt wurden, in eine vollständige Gesamtumgebung
- Integration & Validierung von Ergebnissen
- Bewertung & Entwurf von Systemkomponenten
- Entwicklung neuer Ansätze für Steuerung und Regelung
- Schnelle Umsetzung verschiedener Szenarien für Energiedesign & Komponentenintegration
- Sichere Simulation unter Extrembedingungen für die Systemstabilitätsforschung (reduzierte Anzahl von notwendigen Feldtests)



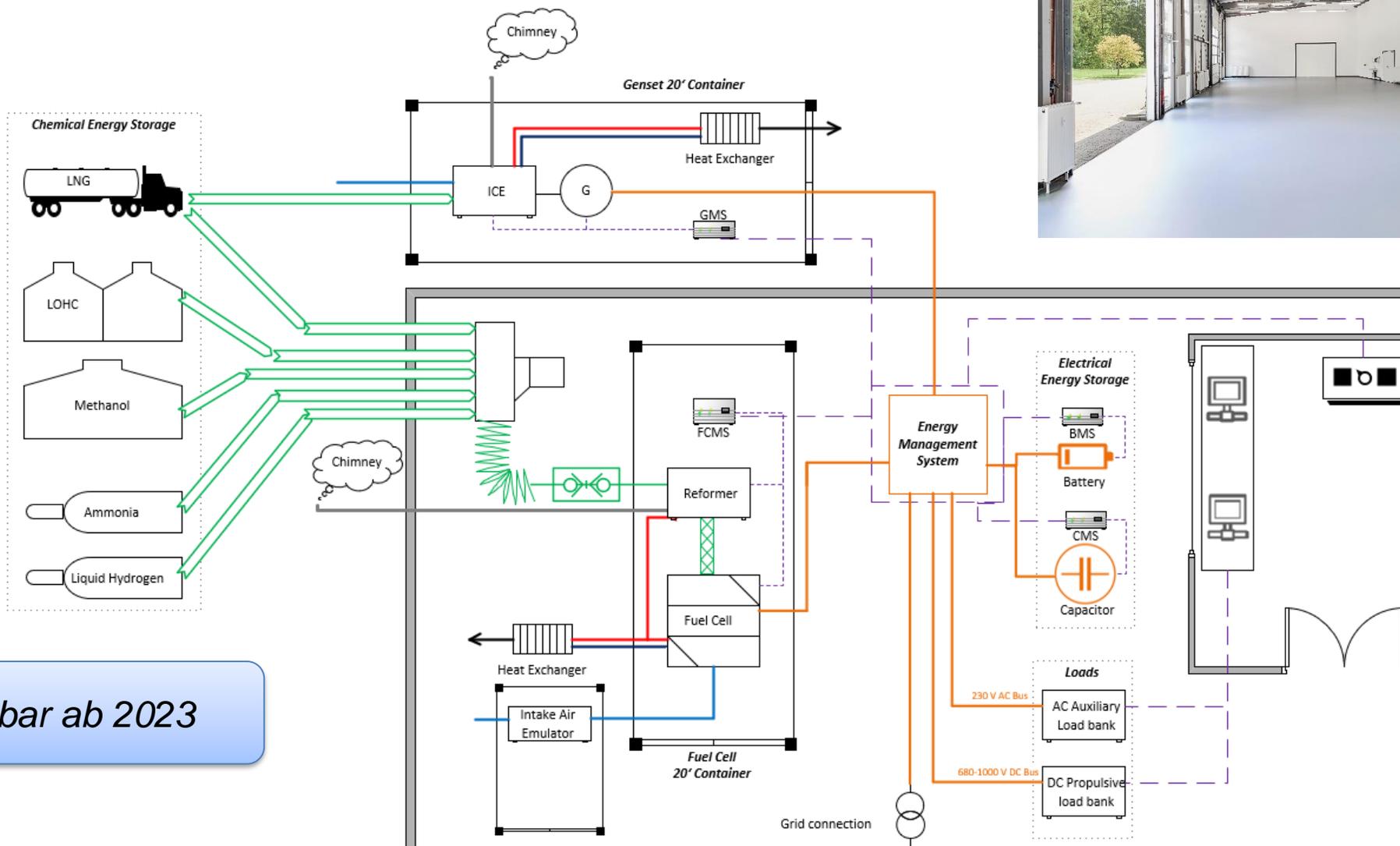
# Spezifische Forschungsthemen

## Virtuelles Schiff (VIS)

- **Reduktion** von Kraftstoffverbrauch & Schadstoffausstoß durch Simulation & Optimierung von Energienetzen
- Entwicklung von Methoden & Tools auf Basis von **Digitalen Zwillingen** für eine Unterstützung des gesamten Produkt-Lebenszyklus
- Stärkung der industriellen Akzeptanz von Digitalen Methoden mithilfe von **intuitiven User Interfaces**
- Reduzierung der Menge an industriellen Insellösungen mithilfe eines holistischen & interoperablen Digital Twin Frameworks



# DLR-MS Versuchshalle - vorläufiges Design



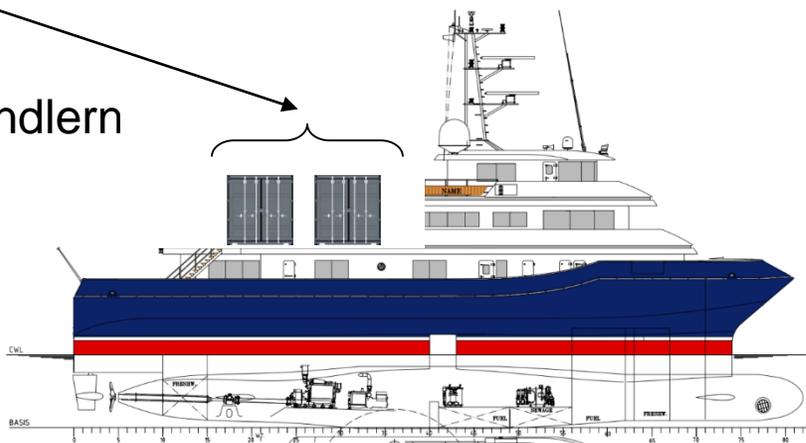
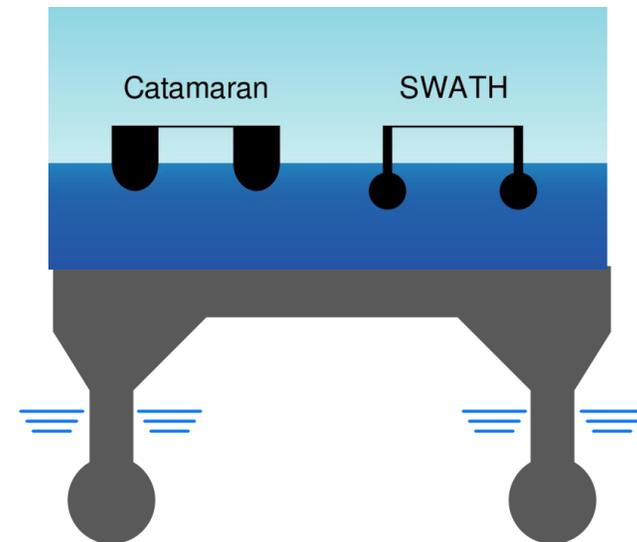
Verfügbar ab 2023



# Demonstratorschiff

Verfügbar ab 2024

- Diesel-elektrisches Energiesystem
- Digitale zweite Brücke (autonomer Betrieb)
- Stimulation von Betriebsbedingungen bei schwerer See (Rollen, Stampfen)
- Deck Installation von 2 x 20“ ISO Containern
  - 1 x Brennstoffzelle
  - 1 x Treibstoff Container
- Temporäre Seeerprobung von Energiewandlern
  - Batterien fest installiert
  - Einbindung von Brennstoffzellen im Bereich von: 200 kW - 1500 kW
- **Motorenprüfraum**



# Kontaktinformation

## Administrative Leitung

Dr. Jürgen Ortner  
[Juergen.Ortner@dlr.de](mailto:Juergen.Ortner@dlr.de)  
+49 2203 – 601 34 31



## (komm.) Institutsdirektor

Dr. Alexander Dyck  
[alexander.dyck@dlr.de](mailto:alexander.dyck@dlr.de)  
+49 411 – 990 06 310





## Konstruktion und Bau ein wasserstoffbetriebenen Fähre - Abschätzung der Kostenentwicklung

Erstellt durch: Maritime Beratung Björn Pape

Stand: 2021-10-20

### Erwartete Gesamtkosten für Konstruktion und Bau der Fähre

**6 011 100 €**

Entnommen aus "UNTERSUCHUNG TECHNISCHER OPTIONEN ALS VORLAGE  
ZUR ENTSCHEIDUNG ÜBER DIE ZUKUNFT DES  
FÄHRDIENSTES BLECKEDE – NEU BLECKEDE" ohne Berücksichtigung der Förderung

### Schätzung Konstruktionskosten Basic Design

**500 000 €**

FÄHRDIENSTES BLECKEDE – NEU BLECKEDE" ohne Berücksichtigung der Förderung

|                |       |           |  |
|----------------|-------|-----------|--|
| 1. Teilzahlung | 33,3% | 166 667 € | Nach Abschluss der Konzeptentwicklung  |
| 2. Teilzahlung | 33,3% | 166 667 € | Nach Fertigstellung von 90% des Basic Design Unterlagen                                      |
| 3. Teilzahlung | 33,3% | 166 667 € | Nach Fertigstellung des Basic Designs und nach erfolgter Genehmigung durch Flagge und Klasse |
|                | 100%  |           |  |

### Schätzung Baukosten inklusive Detail Design

**5 511 100 €**

|                |      |             |   |
|----------------|------|-------------|---|
| 1. Teilzahlung | 25%  | 1 377 775 € | nach Auftragsvergabe gegen Anzahlungsbürgschaft   |
| 2. Teilzahlung | 25%  | 1 377 775 € | nach Kiellegung gegen Übereignung des Schiffbauwerks sowie der gesamten zugehörigen Dokumentation   |
| 3. Teilzahlung |      |             | nach abgeschlossener mechanischer Installation der Brennstoffzellen, der Batterien und der Antriebsorgane im fertiggestellten Schiffskörper (sollten die genannten Komponenten bereits während der Sektionsfertigung installiert werden, so können die 2. und die |
|                | 20%  | 1 102 220 € | 3. Teilzahlung gleichzeitig fällig werden)  |
| 4. Teilzahlung | 25%  | 1 377 775 € | nach erfolgreicher Abnahme und Übergabe   |
| 5. Teilzahlung | 5%   | 275 555 €   | nach Beseitigung festgestellter Mängel  |
|                | 100% |             |   |

### Förderung

**792 040 €**

Annahme: Auszahlung der Förderung in einer Tranche ca. 2 Monate nach Vergabe des Bauvertrags

Zuschlagserteilung Basic Design  
 Zuschlagserteilung Detail Design, Bau, Inbetriebnahme

01.02.2022  
 01.06.2023

|                                       | SUMME   | Feb.22 | Mär.22 | Apr.22 | Mai.22 | Jun.22 | Jul.22 | Aug.22 | Sep.22 | Okt.22 | Nov.22 | Dez.22 | Jän.23 | Feb.23 | Mär.23 | Apr.23 | Mai.23 | Jun.23  | Jul.23  | Aug.23  | Sep.23  | Okt.23  | Nov.23  | Dez.23  | Jän.24  | Feb.24  | Mär.24  | Apr.24  | Mai.24  | Jun.24  | Jul.24  | Aug.24  |
|---------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Basic Design inklusive Klasseprüfung  | 500 €   | T€     | T€     | T€     | 167 T€ | T€     | T€     | T€     | 167 T€ | T€     | T€     | 167 T€ | T€     | T€     | T€     | T€     | T€     | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      |
| Detail Design, Bau und Inbetriebnahme | 5 511 € | T€     | 1378 T€ | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | 1378 T€ | T€      | 1102 T€ | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      |
| Förderung                             | 792 €   | T€      | T€      | 792 T€  | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      | T€      |
| kumulierte Kosten                     | 5 219 € | T€     | T€     | T€     | 167 T€ | 167 T€ | 167 T€ | 167 T€ | 333 T€ | 333 T€ | 333 T€ | 500 T€ | 1878 T€ | 1878 T€ | 1086 T€ | 1086 T€ | 1086 T€ | 1086 T€ | 2464 T€ | 2464 T€ | 3566 T€ | 3566 T€ | 3566 T€ | 3566 T€ | 4944 T€ | 4944 T€ | 5219 T€ |

