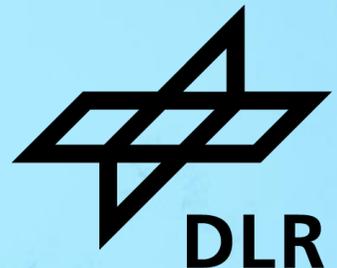


DLR INSTITUT FÜR MARITIME ENERGIESYSTEME

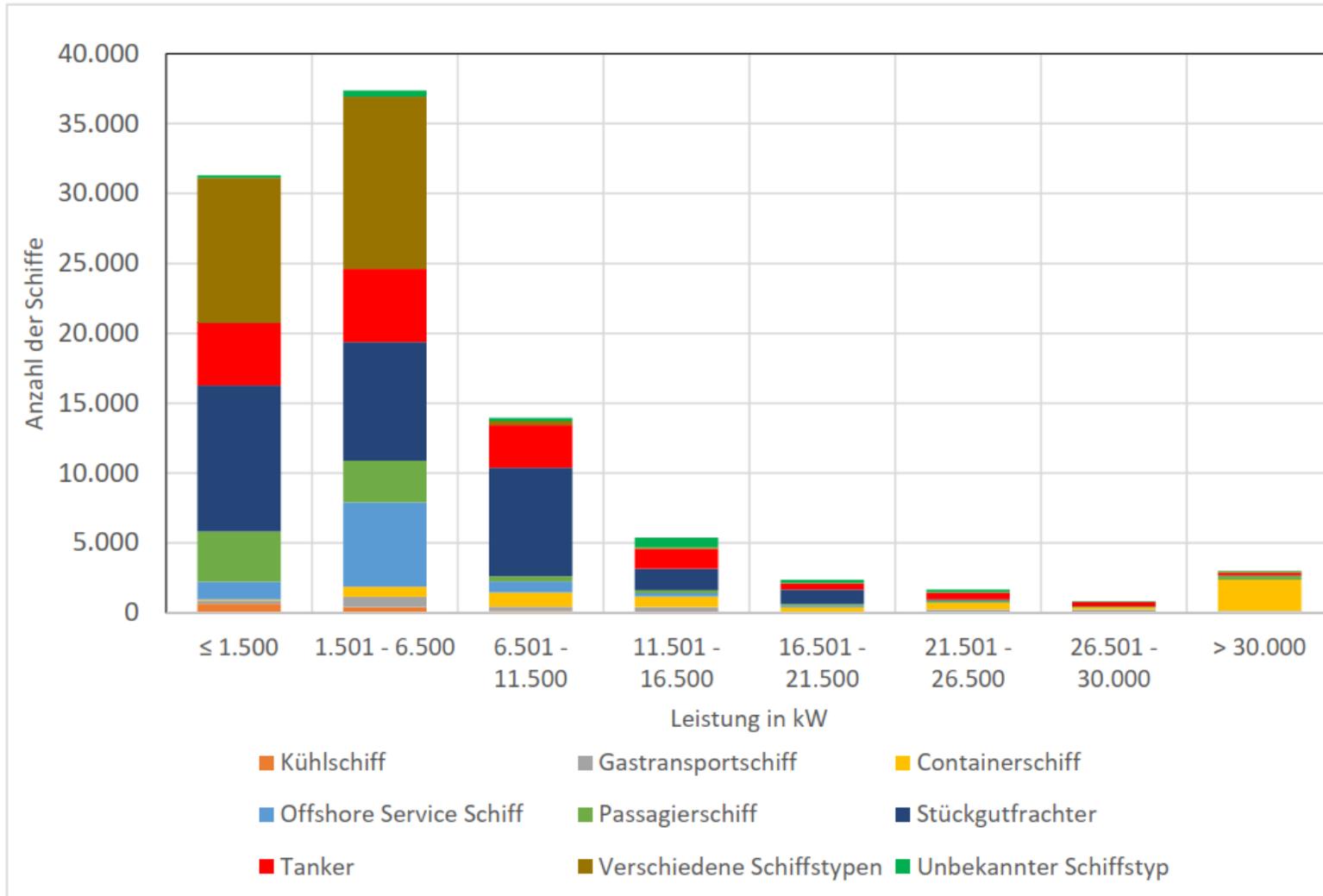
Markus Mühmer

12.06.2025 – Erneuerbare Energien Hamburg

Forum Wasserstoff: Brennstoffzellensysteme und Brennstoffzellenforschung



Leistungsgrößen in der Schifffahrt



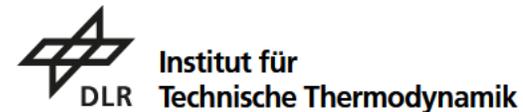
Quelle: Clarkson Schiffsdatenbank 02.11.2023

- 320 Kreuzfahrtschiffe weltweit
- Diesel-Elektrischer Antrieb ist Stand der Technik
- Möglichkeit zur Umrüstung der bestehenden Flotte

zero4cruise



Projektname	Erforschung und Entwicklung emissionsneutraler Brennstoffzellengroßsysteme mit Methanolreformierung im Multi-Megawatt Bereich
Projektlaufzeit	01.06.2024 – 31.07.2029
Fördersumme	18,7 M€

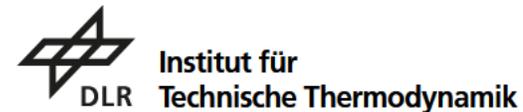


<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung der hybriden Multi-MW Methanol- und Brennstoffzelleninfrastruktur an Bord Erarbeitung eines Retrofit Konzeptes für die Umrüstung auf Methanol 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung eines 500 kW Methanol Brennstoffzellensystems mit integrierter Methanolreformierung Vorvalidierung des Brennstoffzellensystems 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Validierung von LT PEM Großstacks (250 kW) Entwicklung und Validierung HT PEM Großstacks (125 kW) 	<ul style="list-style-type: none"> Performancetests des 500 kW Brennstoffzellensystems Durchführung von Stacktests in maritimer Anwendungsumgebung
--	---	--	--

zero4cruise



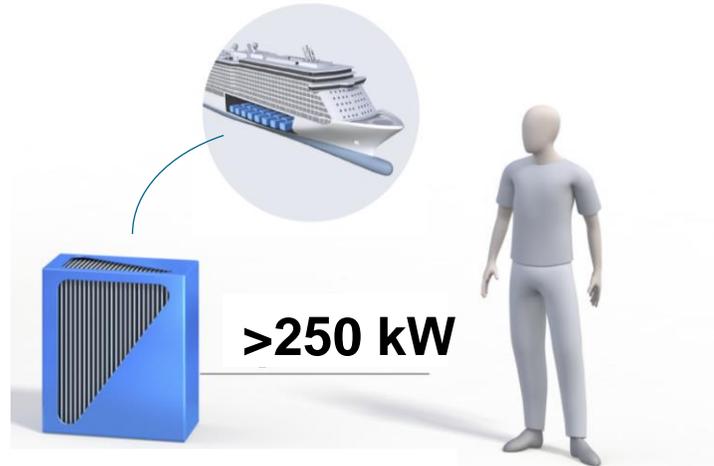
Projektname	Erforschung und Entwicklung emissionsneutraler Brennstoffzellengroßsysteme mit Methanolreformierung im Multi-Megawatt Bereich
Projektlaufzeit	01.06.2024 – 31.07.2029
Fördersumme	18,7 M€



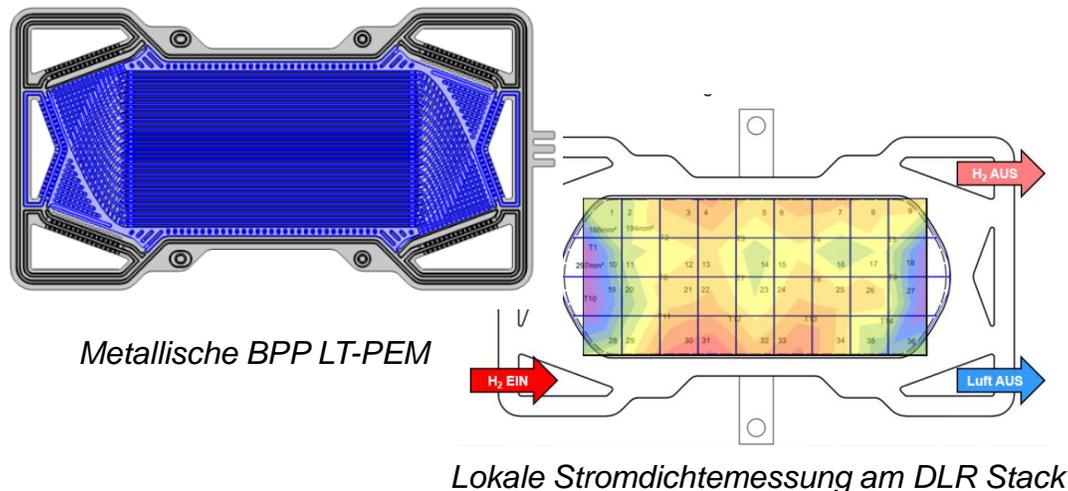
<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung der hybriden Multi-MW Methanol- und Brennstoffzelleninfrastruktur an Bord Erarbeitung eines Retrofit Konzeptes für die Umrüstung auf Methanol 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung eines 500 kW Methanol Brennstoffzellensystems mit integrierter Methanolreformierung Vorvalidierung des Brennstoffzellensystems 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Validierung von LT PEM Großstacks (250 kW) Entwicklung und Validierung HT PEM Großstacks (125 kW) 	<ul style="list-style-type: none"> Performancetests des 500 kW Brennstoffzellensystems Durchführung von Stacktests in maritimer Anwendungsumgebung
--	---	--	--

LT-PEM Stack

Herstellung und Demonstration des Betriebs eines einzelnen metallischen Stacks mit >250 kW

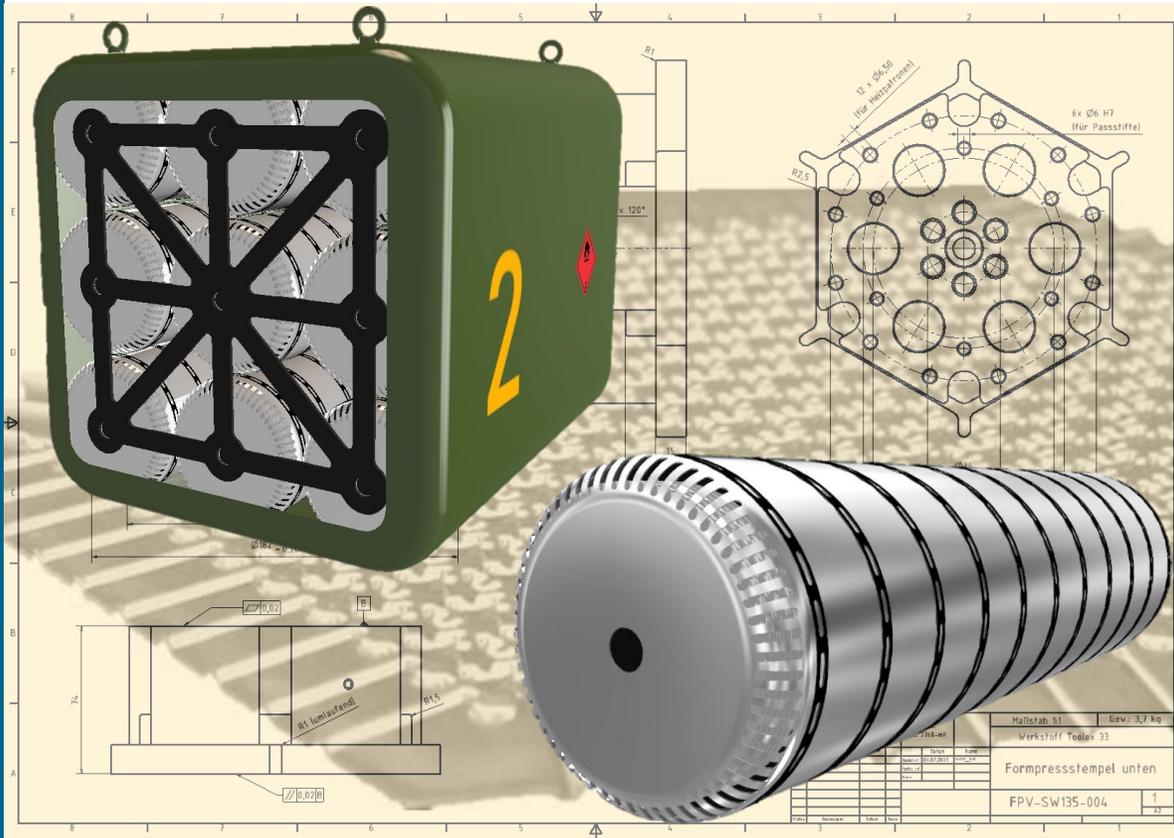


- **Hochskalierung** einer metallischen BPP (DLR Design) auf Zellflächen >1000 cm²
- **Modelling** der BPP und des Stack-Designs
- Auswahl von MEA und Dichtungsmaterialien
- Untersuchung des Betriebs einer Zelle mit >1000 cm² mittels **lokaler Stromdichtemessung**
- Aufbau eines Stacks mit ≈ 250 kW, der **auf 1 MW hochskalierbar** ist
- **Demonstration** des Stack-Betriebs mit 250 kW unter maritimen Betriebsbedingungen



HT-PEM Stack

Entwicklung eines HT-PEM Stacks mit einer Leistung von 125 kW als Basis für ein 1 MW Power-Pack



- **Hexagonales Stack Design** mit einer aktiven Fläche von 800 cm² basierend auf Pa-X-ell2 Phase 2
- **Integration Kühlung bzw. Luftvorwärmung** zur Steigerung der Leistungsdichte
- **Werkzeugentwicklung** zur Komponentenfertigung
- Aufbau eines Stacks mit ≈ 125 kW
- **Demonstration** des Stack-Betriebs unter Einsatz von Synthesegas
- **Konstruktion Power-Pack** mit 1 MW Dauerleistung mit $\approx 1,3 \times 1,3 \times 1,6$ m

zero4cruise

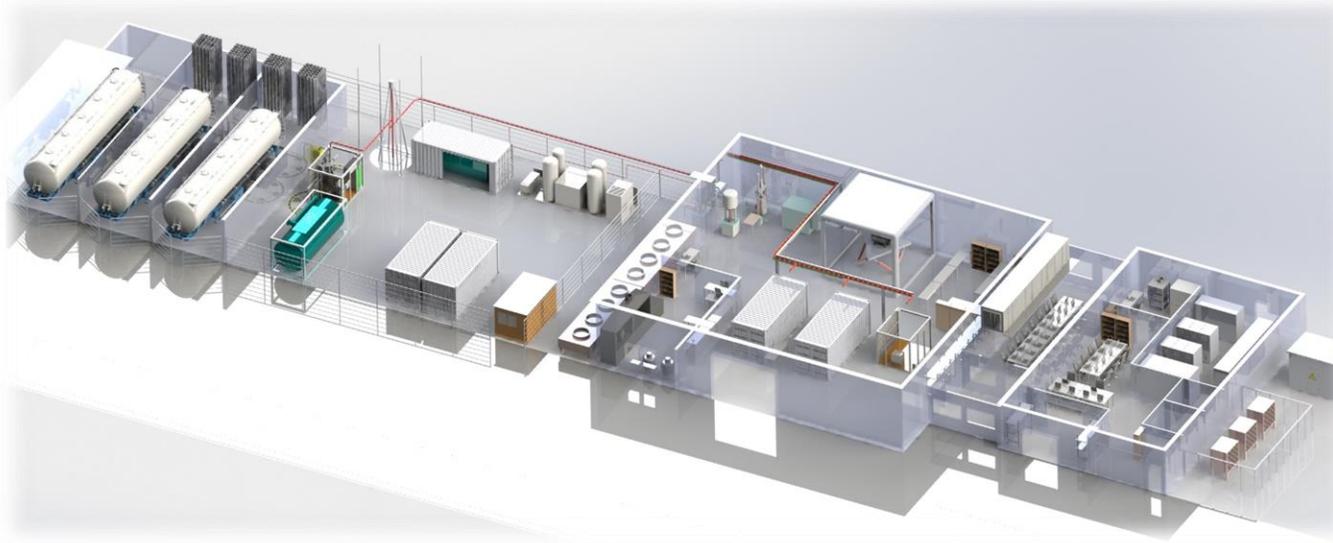


Projektname	Erforschung und Entwicklung emissionsneutraler Brennstoffzellengroßsysteme mit Methanolreformierung im Multi-Megawatt Bereich
Projektlaufzeit	01.06.2024 – 31.07.2029
Fördersumme	18,7 M€



<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung der hybriden Multi-MW Methanol- und Brennstoffzelleninfrastruktur an Bord Erarbeitung eines Retrofit Konzeptes für die Umrüstung auf Methanol 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung eines 500 kW Methanol Brennstoffzellensystems mit integrierter Methanolreformierung Vorvalidierung des Brennstoffzellensystems 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Validierung von LT PEM Großstacks (250 kW) Entwicklung und Validierung HT PEM Großstacks (125 kW) 	<ul style="list-style-type: none"> Performancetests des 500 kW Brennstoffzellensystems Durchführung von Stacktests in maritimer Anwendungsumgebung
--	---	--	--

Experimentelle Erprobung beim DLR MS



Aufbau einer **Maritimen Versuchsumgebung** bestehend aus

- Treibstofflager
- Versorgungssystemen (Kühlung, Luftversorgung, Inertisierung...)
- Testplätzen für Energiecontainer
- Elektrischer Anbindung zur Lastabfuhr und Leistungsvorgabe

Systemtests 500 kW Brennstoffzelle

- Durchführung von **Performance- und Langzeittests**
- Einbindung in eine emulierte **hybride maritime Energiesystemarchitektur** (Brennstoffzelle, Batterie und Verbrennungsmotor) über Power Hardware-in-the-loop Technologie
- Entwicklung von **Betriebsstrategien** zur optimalen Nutzung einer großen Parallelinstallation auf Kreuzfahrtschiffen

Experimentelle Erprobung beim DLR MS

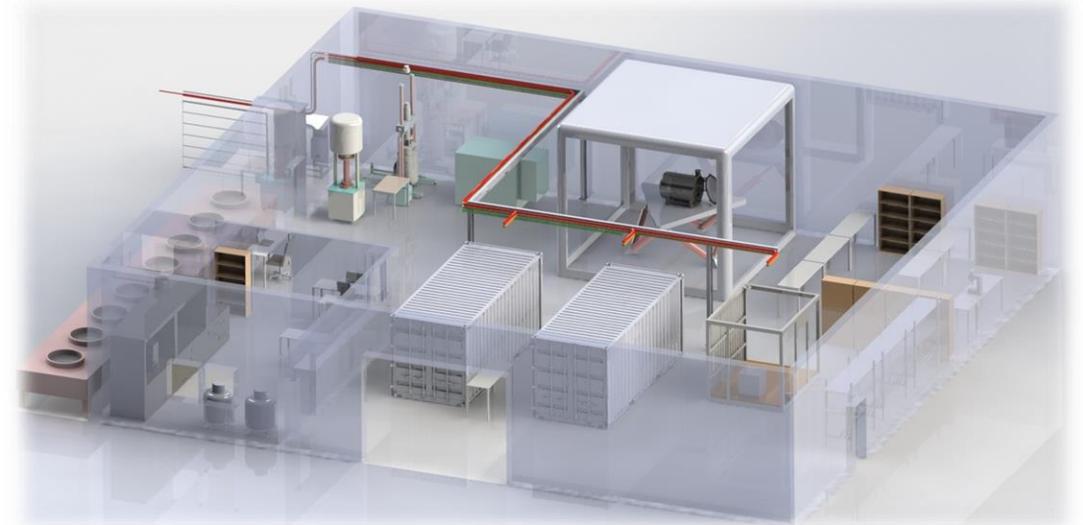


Stacktests LT / HT PEM

- **Entwicklung** eines Großstackteststandes für LT / HT PEM Stacks unter Berücksichtigung der Besonderheiten für maritime BoP Komponenten
- **Testkapazität** für die Erprobung von Stacks mit einer Leistungsfähigkeit von bis zu 250 kW im 20' Container

Besonderheiten Stackteststand

- Abfahren **synthetischer Lastprofile** möglich → virtuelle Einbindung eines Stacks in eine anwendungsnahe Einsatzumgebung
- **Gasmischstrecke** zur Simulation eines MeOH Reformers für die HT-PEM
- Verwendung maritimer BoP ermöglicht Rückschlüsse auf das **dynamische Betriebsverhalten**



Impressum



Thema: **Projektvorstellung Zero4Cruise**

Datum: 12.06.2025

Autor: Markus Mühmer

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut: DLR Institut für Maritime Energiesysteme