

# **Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie als hybrid-elektrischer Antrieb im Demonstrator Antares E2 - H2GA**

BMDV Fachkonferenz  
Wasserstoff in der Mobilität

Dipl.-Ing. Axel Lange

2024

2023

2020

2017

2012

2009

2006

2003

1999

1996

## Erste Erprobungs- und Demonstrationflüge

20 h Flugdauer mittels 700 bar Druckwasserstoff



## Antares E2

Fertigstellung Zelle. Einrüstung Systeme und

Gen. 3 Batteriesystem

5600 m Steighöhe mit 21700-Zellen

Gen. 2 onboard  
Ladegerät (DAL C)

Gen. 4  
Hauptrechner



## Erste bemannte Flug auf Brennstoffzelle alleine

Fliegende Erprobungsträger und demonstrator für hybride electrsche Brennstoffzellentechnologie

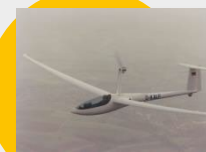


## Erstes zugelassenes elektrisches Flugzeug & erste zugelassene elektrische Antrieb

TCDS EASA.A.092, TCDS EASA.E.015



Einführung Serienflugzeug  
3000 m Steighöhe  
mit SAFT VL42M Li-Ion



## Fliegende Erprobungsträger und Demonstrator

1900 m Steighöhe mit NiMh Batterie

> 200.000 Flugstunden

> 780.000 operationelle Stunden

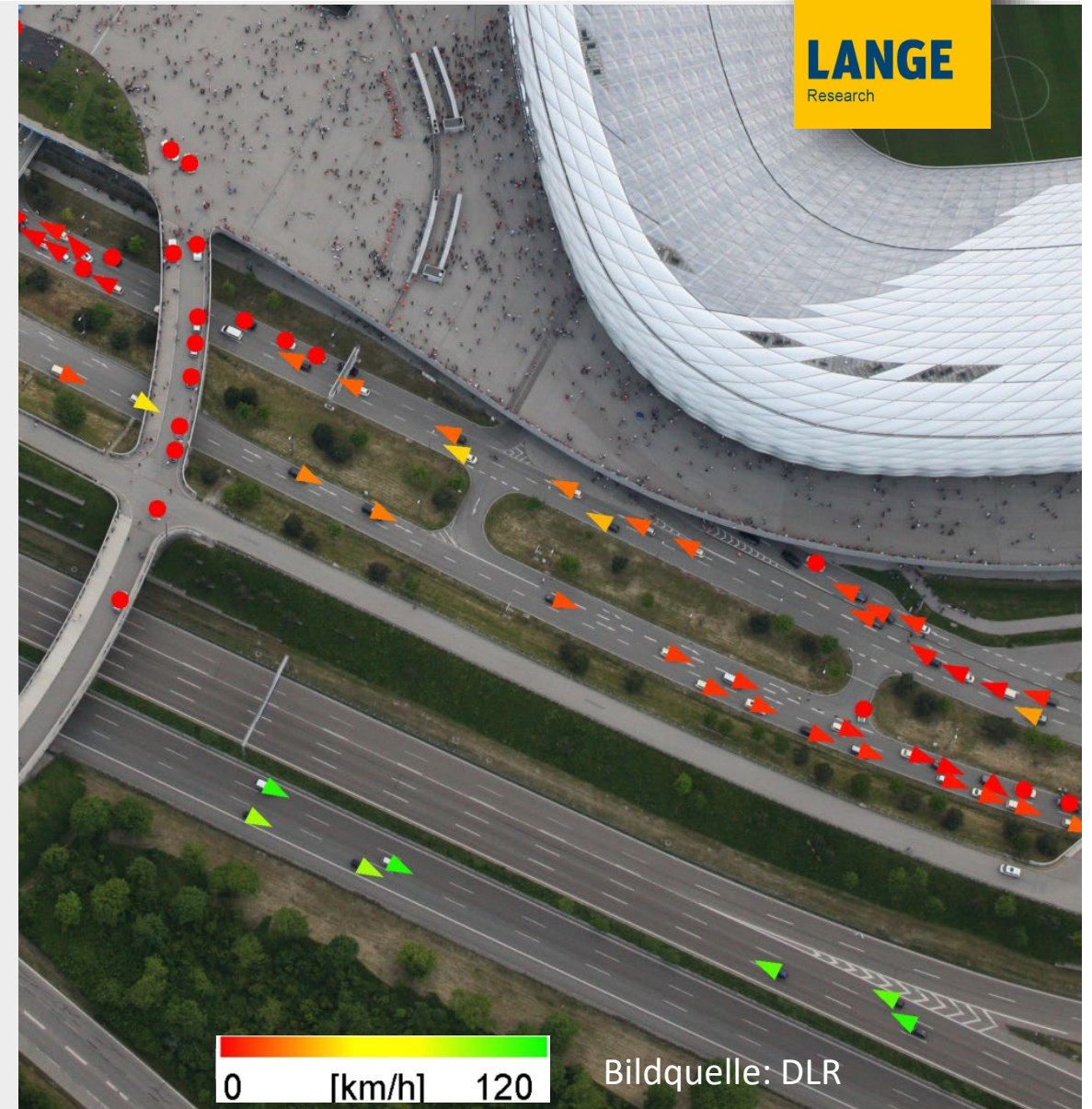
# Antares H2

**LANGE**  
Research



- Erstflug 2009
- Erprobungsträger für Brennstoffzellentechnologie in der Luftfahrt
- Integration von Druckspeichern und verschiedenen Brennstoffzellensystemen
- 500 km Reichweite / 5 Std. Flugzeit
- Förderung im NIP 1 durch BMVI / NOW / PtJ

- Beobachtung des Champions-League Finale in München für das während 2011 Champions League für das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
- Projektpartner: DLR.



# Fördervorhaben Antares E2



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Projektträger:



Laufzeit:

1.12.2022 bis 30.11.2024

Fördersumme:

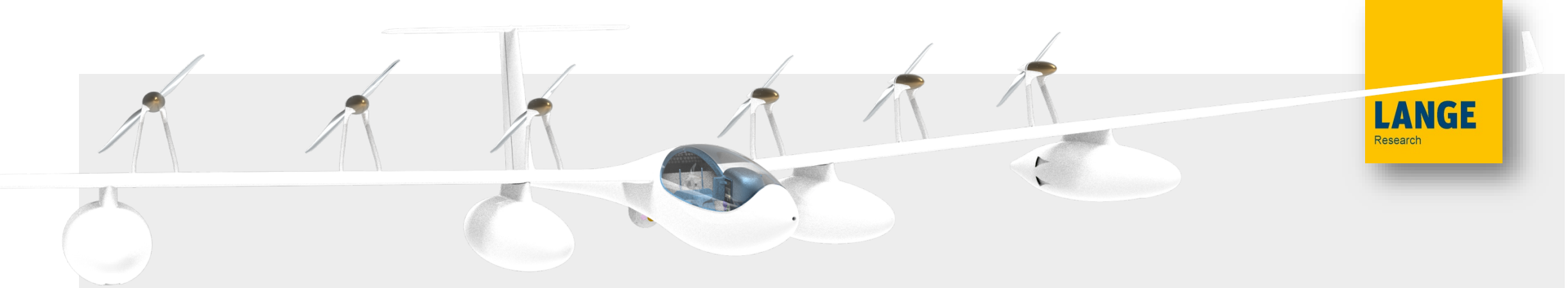
4,186 Mio. Euro

# Fördervorhaben Antares E2

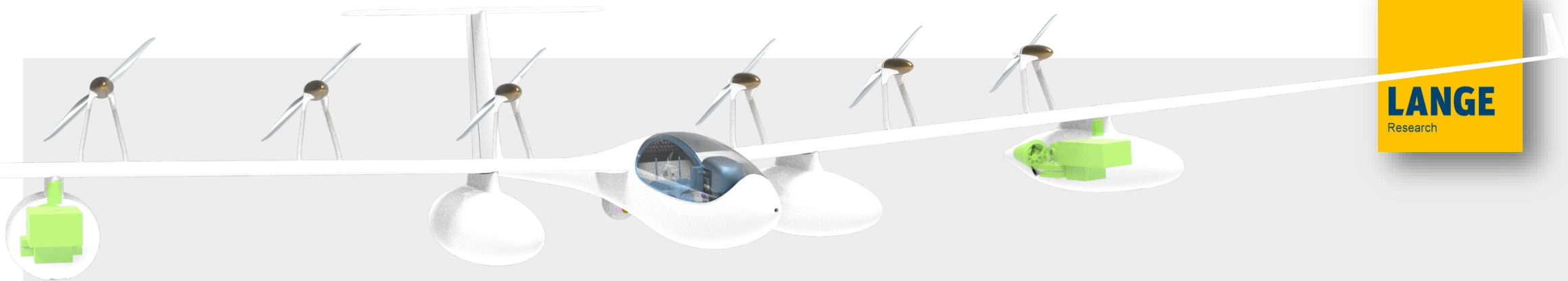
Ziel:

Demonstration der Wasserstofftechnologie bestehend aus Brennstoffzelle und Druckspeicher als Antriebstechnologie in der Allgemeinen Luftfahrt





- Bereitstellen des Flugzeugs
- Integration der Brennstoffzellen und Druckspeicher
- Entwicklung hybridelektrischer Antriebskomponenten
- Auswahl der Peripherie für die Druckspeicher
- Entwicklung der Brennstoffzellensteuerung nach Luftfahrtstandards
- Sicherheitsbetrachtungen für alle Komponenten nach Luftfahrtstandards
- Zulassungen für Erprobung erwirken
- Boden und Flugerprobung durchführen



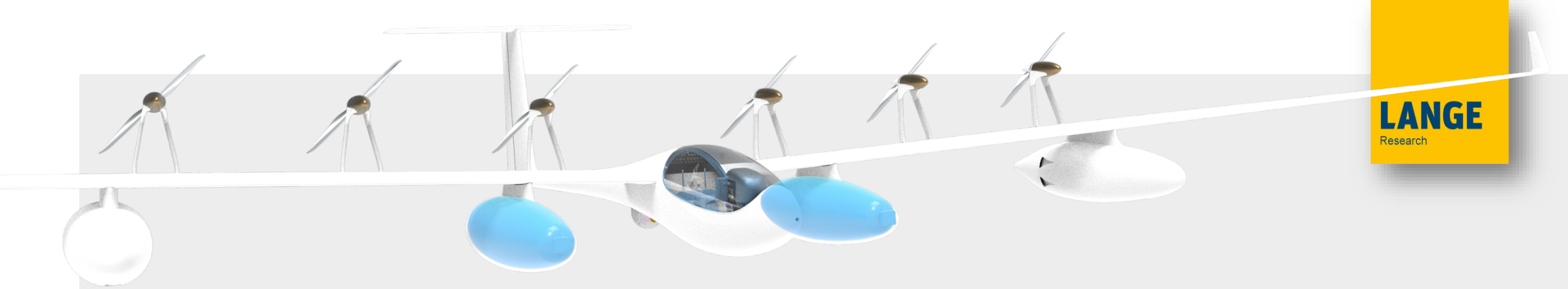
**Fraunhofer**

ICT

Brennstoffzellenentwicklung



- Optimierung eines BZ-Systems auf Masse, Wirkungsgrad, Höhentauglichkeit, Zuverlässigkeit
- Auswahl eines geeigneten automobilen BZ-Stacks
- Auswahl, Aufbau und Test der Peripherie
- Vermessung der Systeme



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Entwicklung angepasster Wasserstofftanks auf Basis der 700 bar Technik für Luftfahrt-Anwendungen

Besondere Kriterien –Masse:

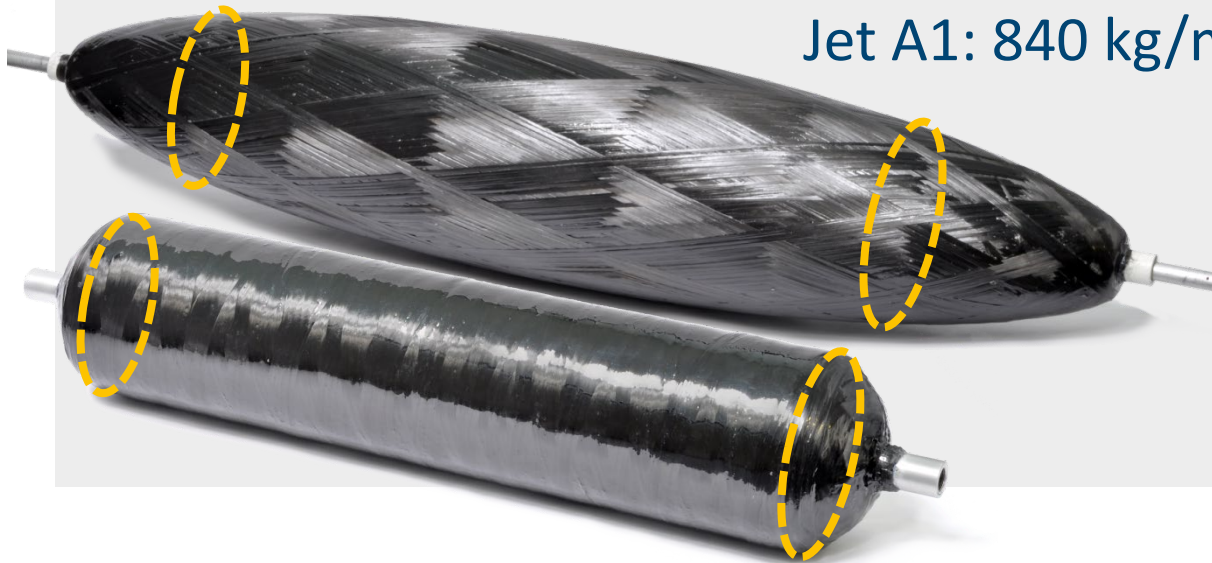
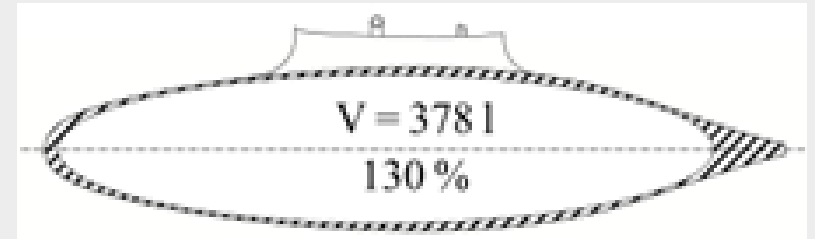
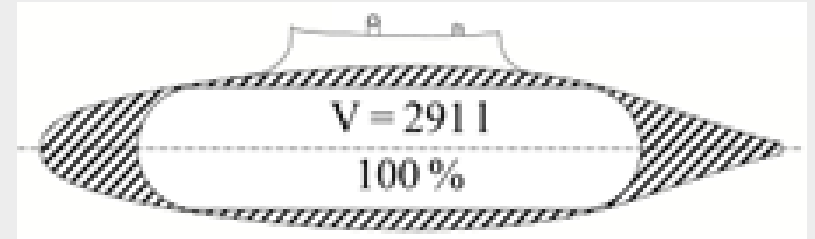
- Gravimetrische Speicherdichte 6,5% Fernziel (2030)
- Bisher bereits erreicht: 6,8 %
- An weiteren Optimierungen wird gearbeitet

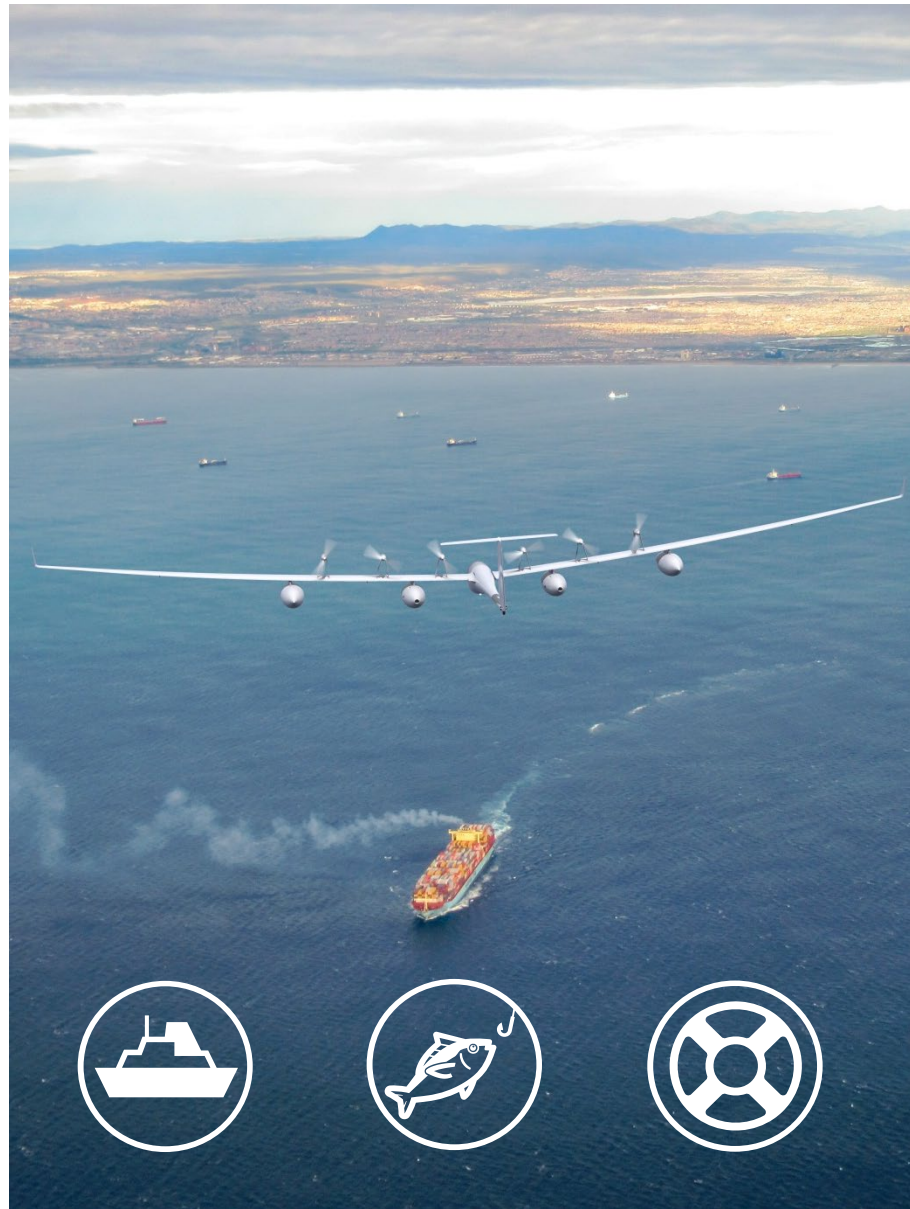


**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Besondere Kriterien –Formgebung:

- Dichte von Wasserstoff  
bei 700 bar :  $40 \text{ kg/m}^3$
- Dichte Kerosin  
Jet A1:  $840 \text{ kg/m}^3$



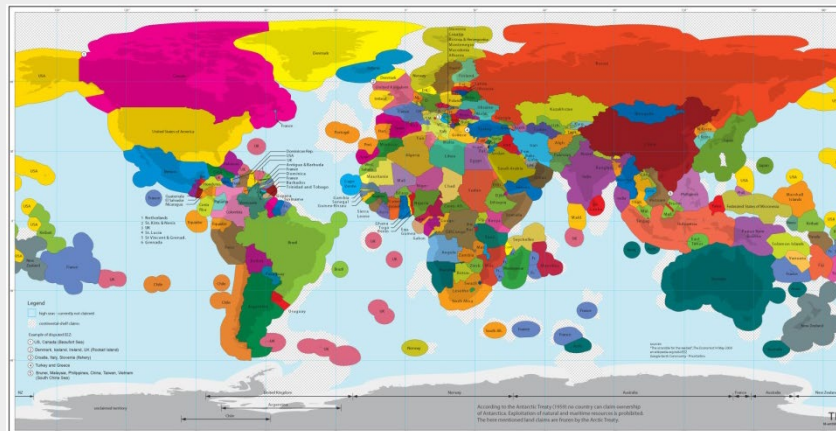


# Einsatz: Maritim

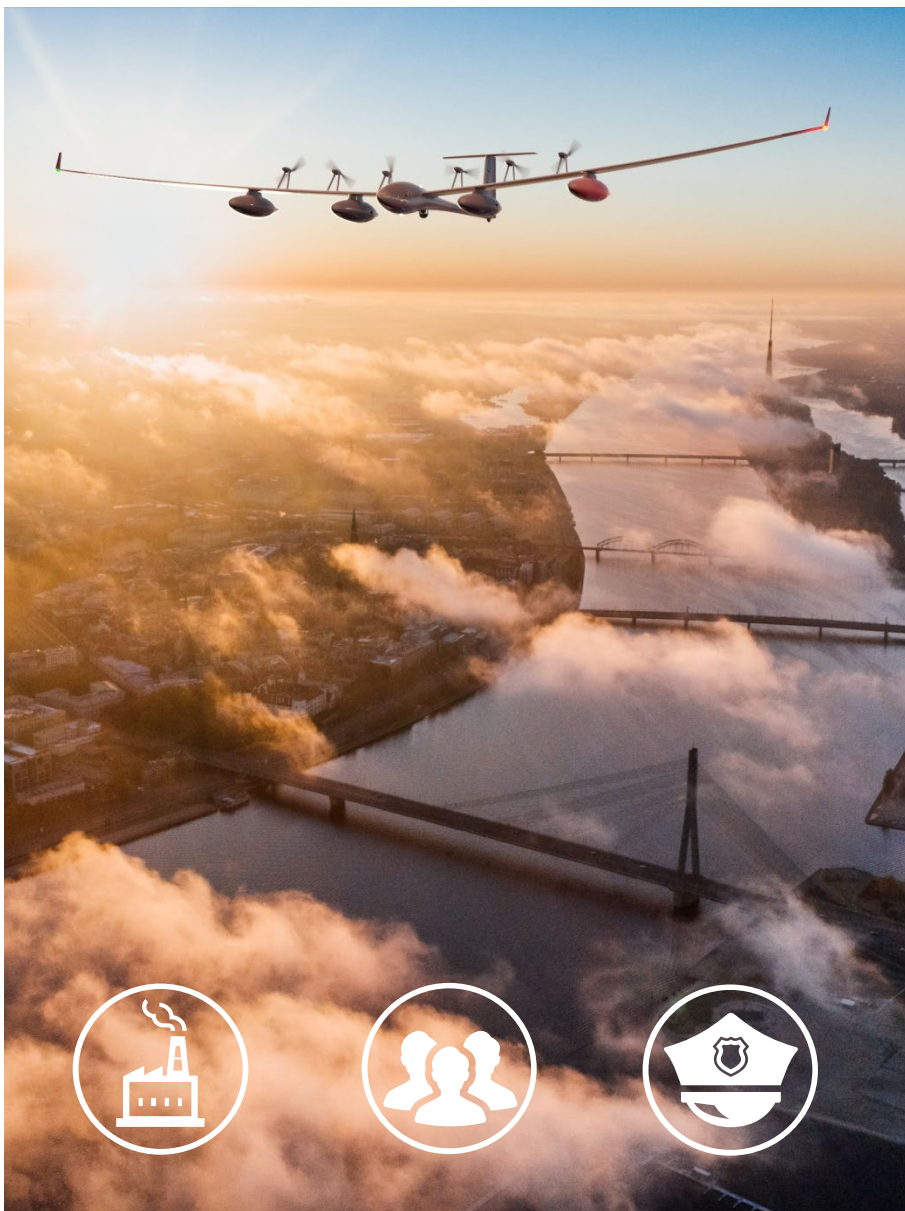
**LANGE**  
Research

## Example Norway:

Region	Land area [km <sup>2</sup> ]	EEZ & TW Area [km <sup>2</sup> ]
Mainland	323 802	1 273 482
Svalbard	61 002	402 574
Jan Mayen	373	273 118
Bouvet Isl,	49	436 004
<b>Total</b>	<b>385 226</b>	<b>2 385 178</b>



Sources: [td-architects.eu](http://td-architects.eu) wikipedia & [government.no](http://government.no)



## Einsatz: Großlagen fliegen

**LANGE**  
Research

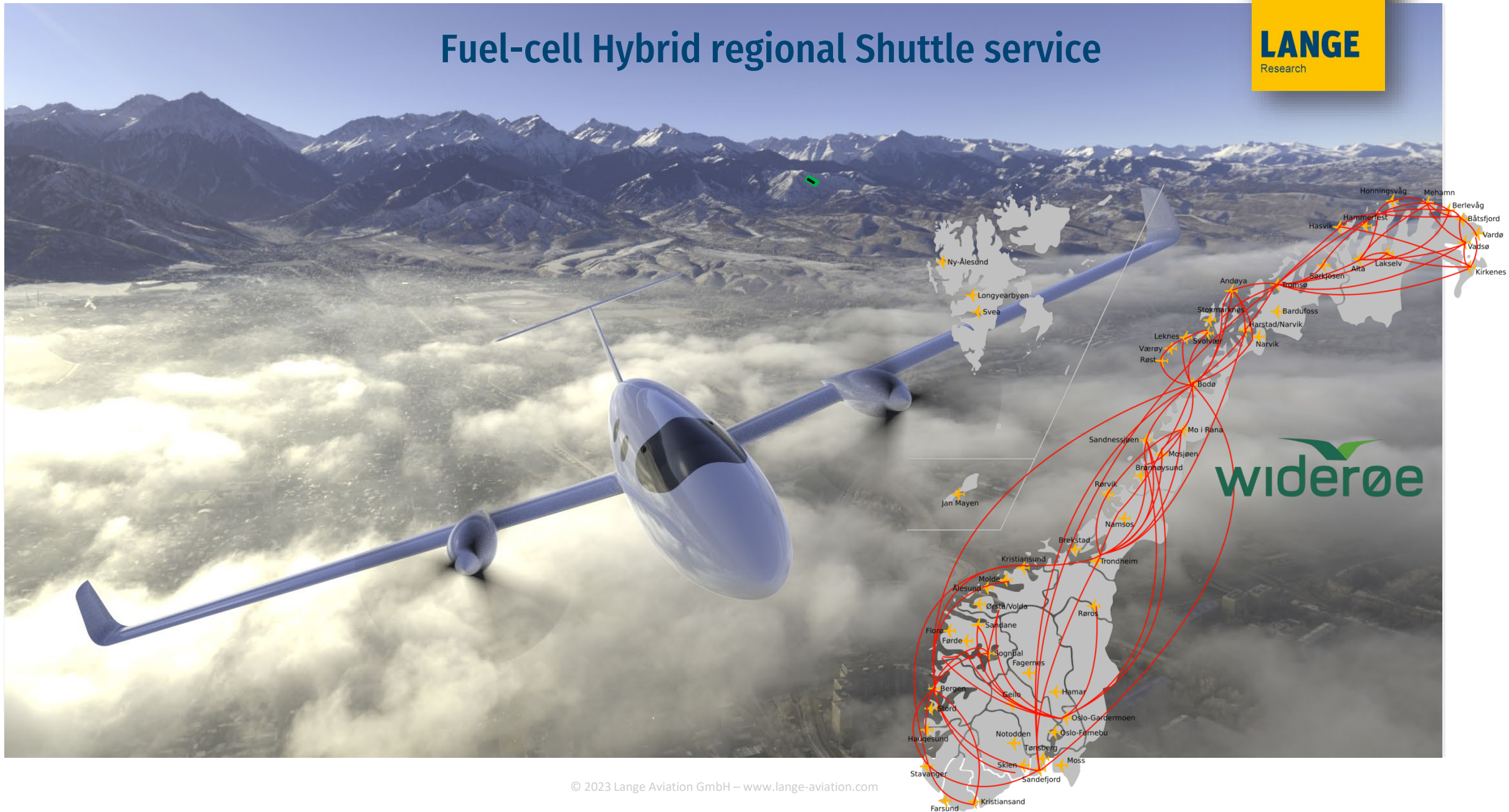
- Kurzer Weg zur Markt, da bemannt geflogen werden kann
- Das Flugzeug wirkt nicht störend, da es nur eine äußerst niedrige Lärmemission aufweist
- Hohe gesellschaftliche Akzeptanz durch CO2 neutralen Antrieb
- Ersterfahrungen schon mit Antares H2

# Stand und Ausblick

- Die maßgeblichen Probleme bei der Etablierung der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie werden im Forschungsvorhaben bearbeitet
- Im Bereich Wasserstoffspeicherung mit Drucktank wurden bereits jetzt die gesteckten Ziele übertroffen
- Das Brennstoffzellensystem ist im Aufbau und muss seine Reife in diversen Tests beweisen
- Das Flugzeug ist gefertigt. Die Hybridisierung steht kurz vorm Abschluss
- Erstflug Juni 2024

# Fuel-cell Hybrid regional Shuttle service

**LANGE**  
Research





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Dipl.-Ing. Axel Lange  
[axel.lange@lange-research-aircraft.com](mailto:axel.lange@lange-research-aircraft.com)

