

# Moderne, effiziente und umweltfreundliche intermodale Systeme für den Transport von Gütern auf Binnengewässern

Vorstellung entwickelter Lösungen für innovative  
Binnenschiffkonzepte im Rahmen des AEGIS-Vorhabens

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Krause

ISE (Institut für Strukturleichtbau und Energieeffizienz gGmbH)

# Vorstellung - ISE

- 2015 gegründet
- bisher über 30 regionale, nationale und internationale Projekte
- Forschungsschwerpunkte
  - Leichtbau
  - Energieeffizienz
    - Reduzierung Energieverbrauch
    - Nutzung erneuerbarer Energien
- Vernetzung
  - KMU
  - Forschungseinrichtungen
    - Universitäten, FH
    - Fraunhofer

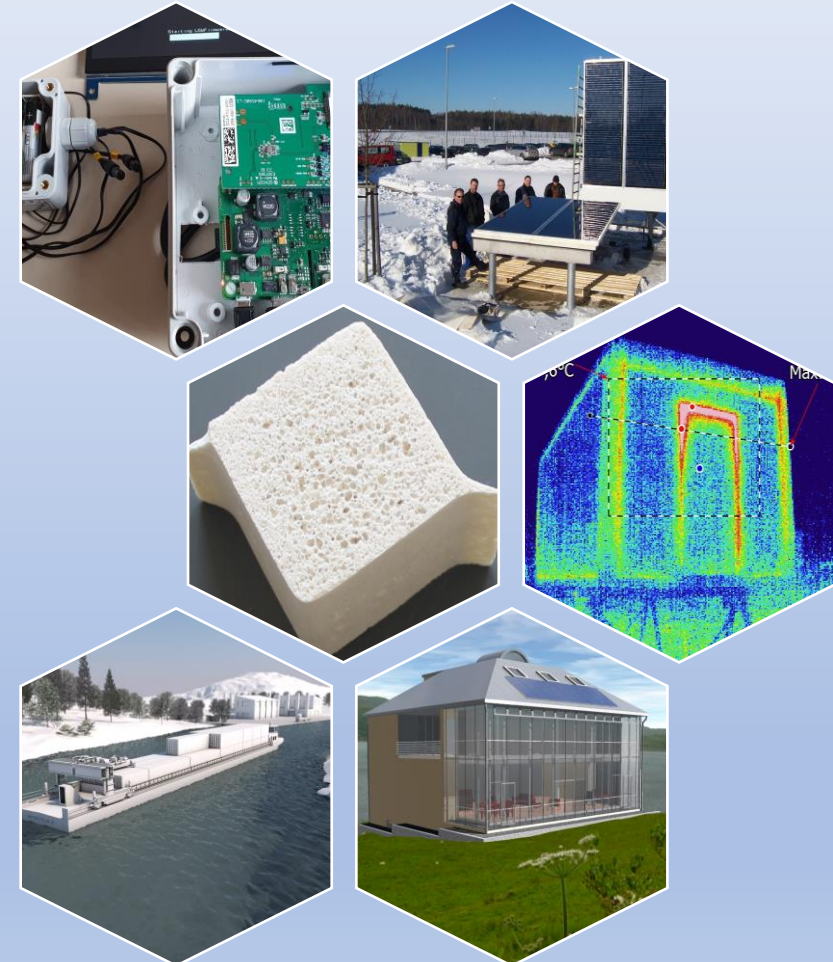


# Vorstellung - ISE

**Wir verfügen** über Spektrum an Kernkompetenzen für innovative und maßgeschneiderte Lösungen für unsere Kunden zu entwickeln

Dazu gehören:

- Entwicklung energieeffizienter und passiver Bauelemente für verschiedene Industriezweige
- Hochdämmende Werkstoffe und deren Anwendung in unterschiedlichen Anwendungsgebieten
- Energieeffiziente und smarte Containerbauwerke, zellulare Werkstoffe und ihre Anwendung
- Strukturleichtbau sowie die Entwicklung von leichten, energieeffizienten und autonomen Schiffen



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt WATERTRUCK

„Leichtbau-Binnenschiff für den Contianertransport mit schiffseigenem Handlingsystem zur Be- und Entladung ohne Hafeninfrastruktur

Förderprogramm:  
Maritime Technologien der nächsten Generation

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**PTJ**  
Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich

Projektkonsortium:



**KRAFOTEC**  
KRANBAU WITTENBERG

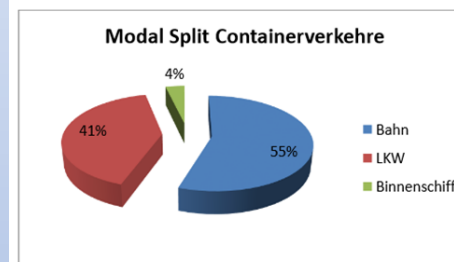
# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt WATERTRUCK

- Umsetzung der White-Book-Zielstellung bis zum Jahr 2050:  
**„50 % Transportverlagerung des Personen- und Güterverkehrs von der Straße auf Schiene und Schiffsverkehr“ [1]**



Abbildung 90: Deutsche Seehäfen: Modal Split Containerverkehre 2010



- „... Güterverkehrsaufkommen in Deutschland von 4,1 Mrd. Tonnen (2010) auf nahezu 5,5 Mrd. Tonnen im Jahr 2050 wachsen.“ [2]
  - **Bessere Einbindung der Binnenschifffahrt** in die Transportkette zur Entlastung des Straßenverkehrs als dringende Notwendigkeit
  - **Steigerung des Anteil der Binnenschifffahrt am Modal-Split** durch eine Effizienzerhöhung der intermodalen Verkehrseinbringung des Binnenschifffahrt als Teil der Transportkette

[1] European strategies White paper 2011

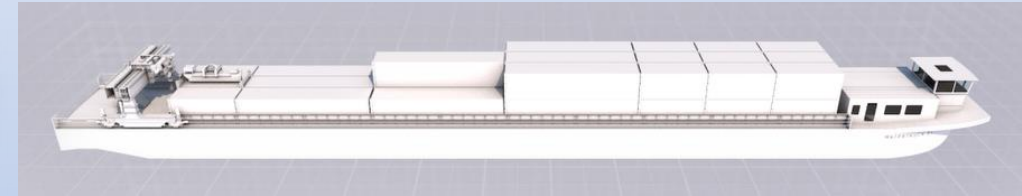
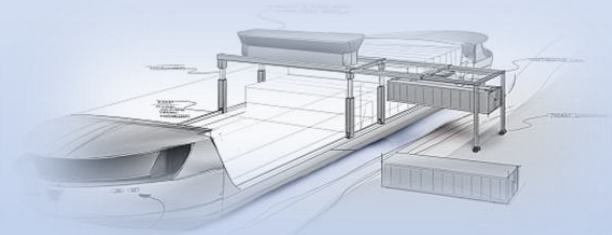
[2] Maritime Technologien der nächsten Generation, Das Forschungsprogramm für Schiffbau, Schifffahrt und Meerestechnik 2011 - 2015



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt WATERTRUCK

- Entwicklung eines innovativen **Leichtbau-Binnenschiffes** für den Containertransport mittels **schiffseigenem Handlings- und Stabilisierungssystem** zur selbstständigen Be- und Entladung ohne aufwendige Hafeninfrastruktur



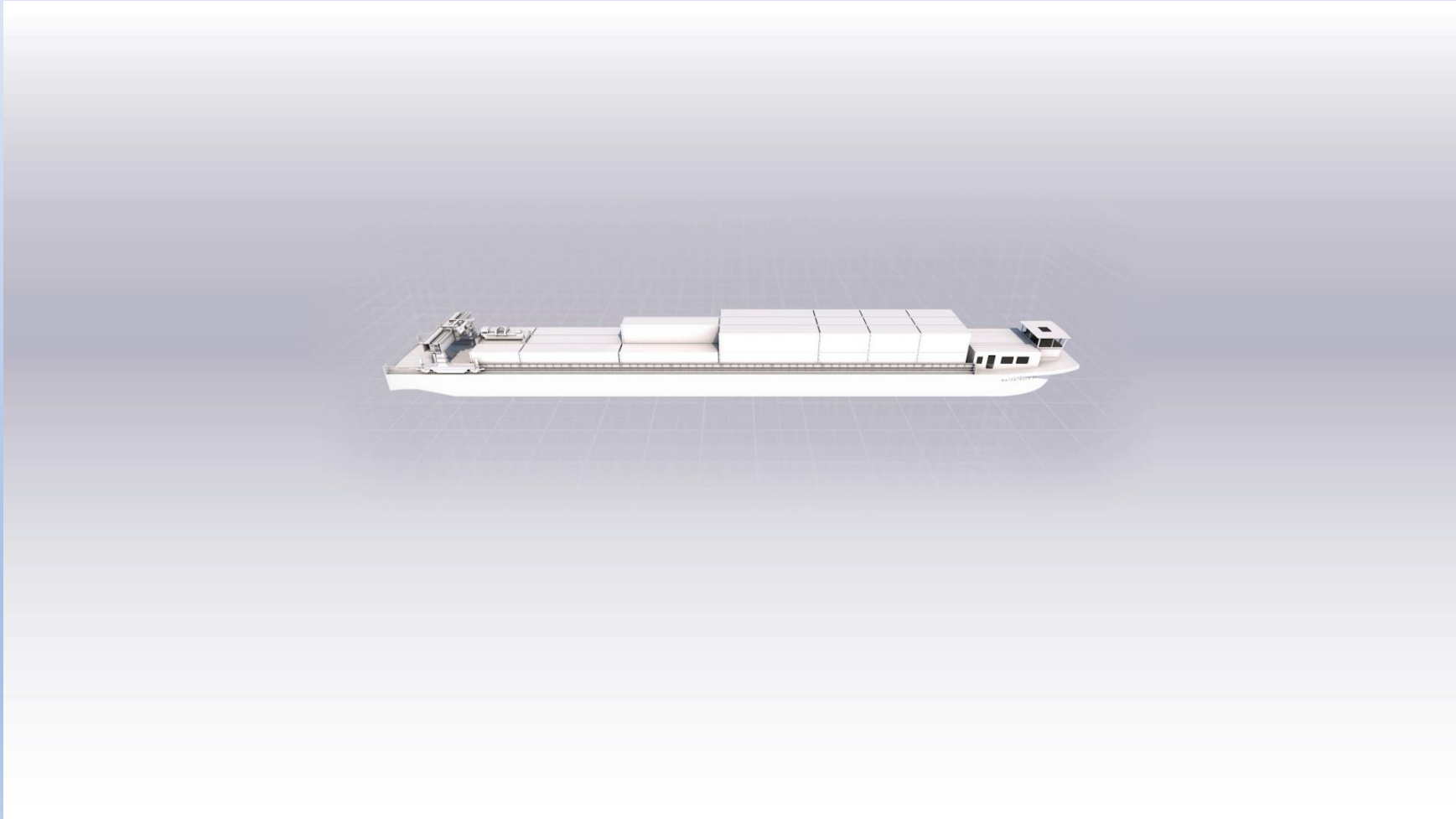
- Lösungsansatz:
  - Entwicklung eines **gewichtsreduzierten Container-Binnenschiffs** zur Aufnahme zusätzlicher Lasten (bordeigenes Handlingssystem)
  - Entwicklung eines **leichten Handlingssystem** und dessen Anbindung an das Container-Binnenschiff für den bordeigenen Containerumschlag
  - Entwicklung eines **Stabilisierungssystems** für die Gewährleistung eines positionsgenauen Containerumschlags in wirtschaftlichen Zeitintervallen

[1] European strategies White paper 2011

[2] Maritime Technologien der nächsten Generation, Das Forschungsprogramm für Schiffbau, Schifffahrt und Meerestechnik 2011 - 2015

# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt WATERTRUCK

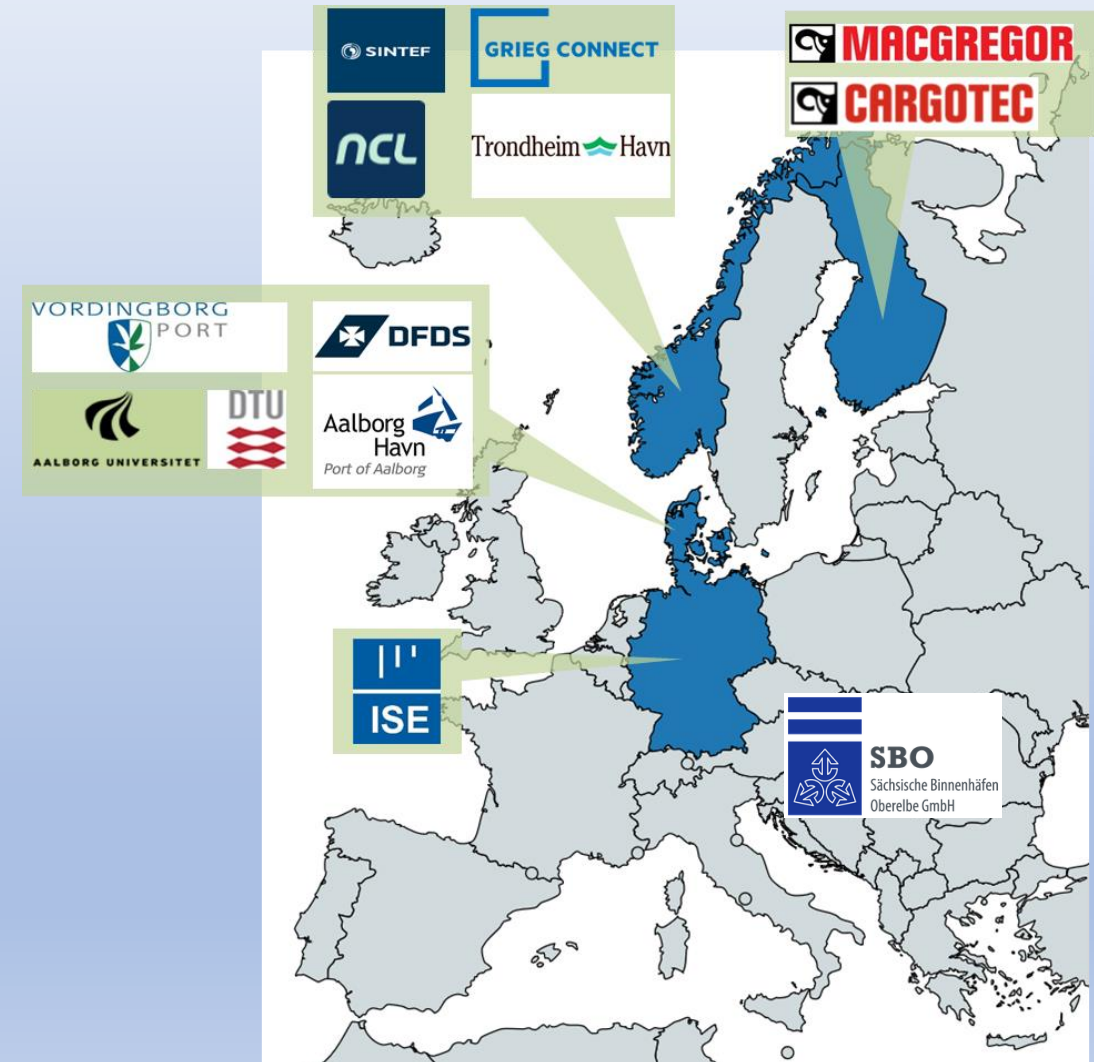


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Projektdaten:

- EU-Aufruf Horizon 2020:  
*MG-2-6-2019: Moving freight by Water:  
Sustainable Infrastructure and Innovative  
Vessels*
- *AEGIS: Advanced, efficient and green  
intermodal systems*
- Budget: EUR 7.5 Million
- Start: 1. Juni 2020
- Ende: 30. November 2023 (42 Monate)
- <http://aegis.autonomous-ship.org/>



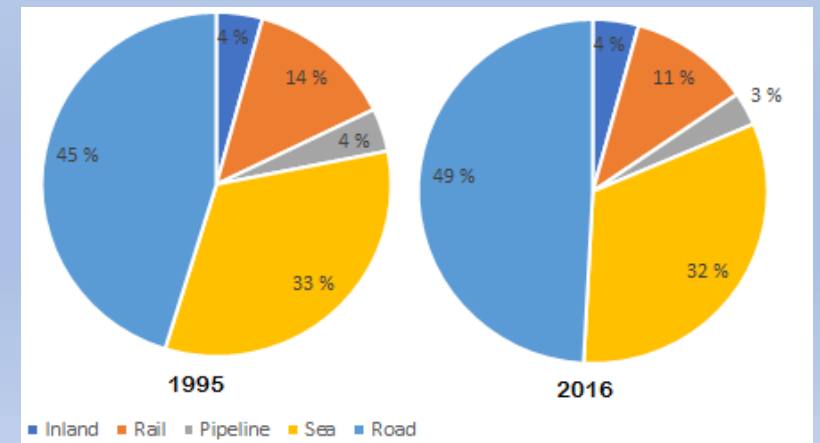
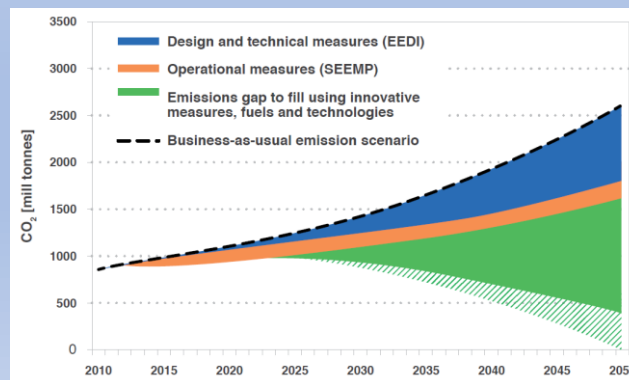


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Motivation

- Bedeutung der Schifffahrt für ein nachhaltiges Wachstum in Europa
- White-Paper der EU: 30 % des Straßengüterverkehrs über 300 km sollten bis 2030 auf die Schiene oder das Wasser verlagert werden, und mehr als 50 % bis 2050
- Strategie der IMO zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG): 50%ige Verringerung der gesamten jährlichen Treibhausgasemissionen bis 2050, Null Treibhausgasemissionen vor 2100

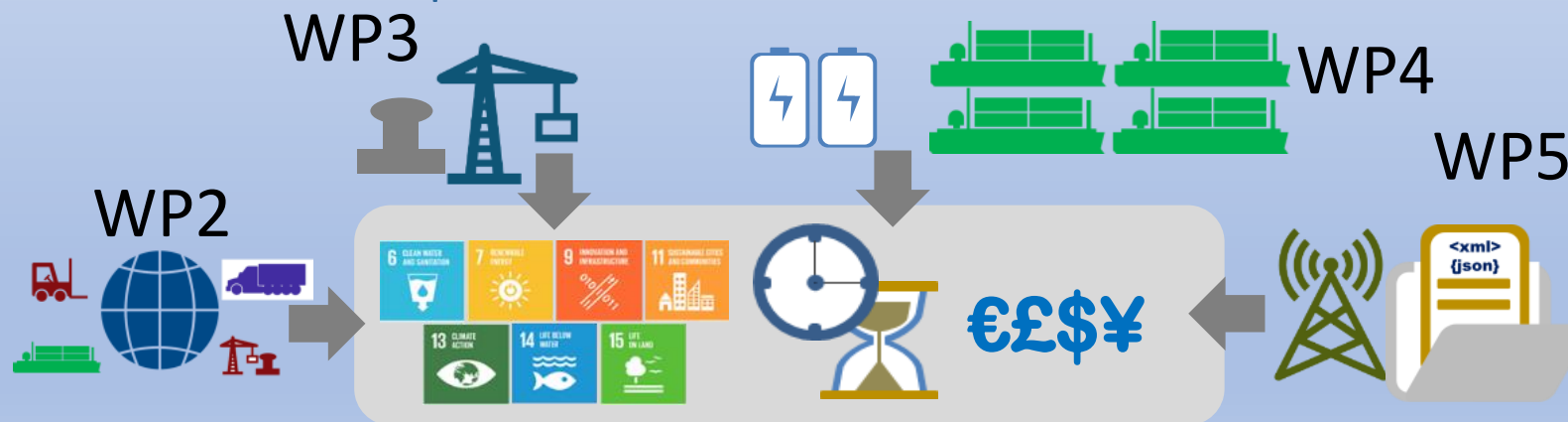


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### FuE-Ansatz

- Bildung eines multidisziplinären Konsortiums, um neue Innovationen aus dem Bereich des **vernetzten und automatisierten Verkehrs (CAT)** zu integrieren. Dazu gehören **diversere Schiffsgößen** und **flexiblere Schiffssysteme**, **automatisierter Frachtumschlag**, **Häfen** und **Kurzstreckenseeverkehrsschiffe**, standardisierte **Frachteinheiten** und neue **digitale Technologien**, um das nachhaltige und äußerst wettbewerbsfähige Wassertransportsystem der nächsten Generation in Europa zu entwickeln.



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

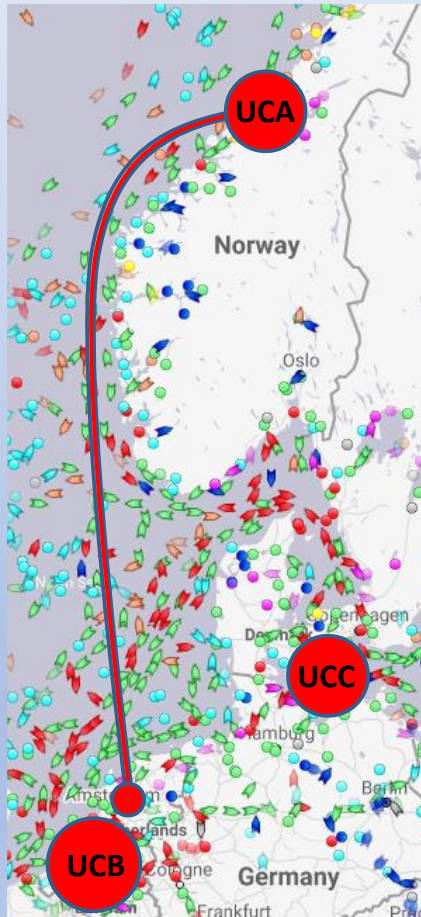
## Projekt AEGIS

### Spezifische Zielstellungen

- SO1 Minimale THG-Emissionen, Umweltverschmutzung und Lärmbelästigung durch Schiffstransport und Terminals: **Grüner Verkehr.**
- SO2 Resilienz, Sicherheit und Cybersicherheit in hochgradig physisch und digital integrierten Verkehrssystemen: **Robuste Transportsysteme.**
- SO3 Flexiblerer Schiffstransport durch die Kombination von kleineren und automatischen leichten Shuttle-Schiffen mit schnelleren Mittel- und Langstreckenschiffen: **Höhere Geschwindigkeit, Pünktlichkeit und Frequenz.**
- SO4 Transport zu kleineren Kais und Häfen, auch außerhalb der ISPS-Gebiete: **Anbindung an den ländlichen Raum.**
- SO5 Automatisierter Kurzstreckentransport von den Terminals zu den Endverbrauchern, soweit möglich: **Automatisierung der letzten Meile.**
- SO6 Ermöglichung des Schiffstransports in Stadtzentren, die über keine Lagerflächen verfügen, durch den Einsatz kleiner, leichter, automatisierter Shuttle-Schiffe und Just-in-Time-Ankünfte: **Städtische Konnektivität.**
- SO7 Verbesselter Zugang zum Schiffsverkehr für alle Verkehrsteilnehmer, minimaler Verwaltungsaufwand: **Nutzerzentrierte Dienste.**

# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS



- **Use-Case A:** Effiziente Verbindung/Interaktion zwischen dem *Kurzstreckenseeverkehr* und der *lokalen* ländlichen und städtischen *Güterverteilung*.
- **Use-Case B:** Schaffung einer Schnittstelle zwischen dem *RoRo-Verkehr* aus mehreren *westeuropäischen Häfen* und der *Binnenschifffahrt*. Einrichtung von Wasserstraßenverbindungen zwischen Häfen und kleineren Zielen im Binnenland. *Automatisiertes IWW-Transportsystem* mit *emissionsfreien Schiffen*.
- **Use-case C:** *Revitalisierung regionaler Häfen* und *innerstädtischer Terminals*. Schlüsselemente sind *niedrigere Gesamtkosten*, *höhere Zubringerfrequenz* und ein *wettbewerbsfähigeres RoRo-Segment*. *Multimodale grüne Logistiklösungen* sind mit einem kombinierten Kurzstreckenseeverkehr und Schienenverkehr möglich.

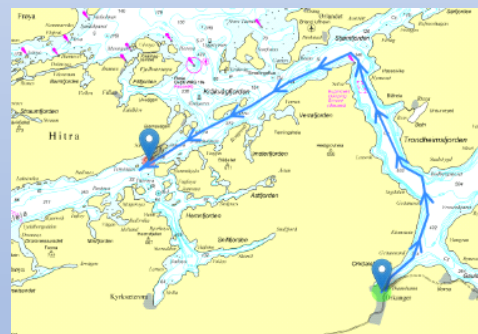


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

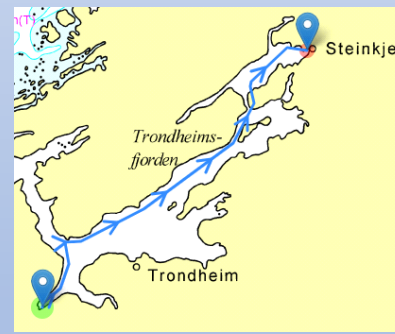
### Use Case A: Kurzstreckenseeverkehr- und Hinterlandtransport in Norwegen

- Kurzstreckenseeverkehr von Rotterdam entlang der norwegischen Westküste
  - Distanz ca. 850 nm, offener Seetransport, 6000-7000 TEU wöchentlich
- Hinterland transport within Trondheimsfjorden
  - 4 verschiedene Szenarios mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen und potentiellen Kunden (Cargo),



#### Sandstad – Orkanger

- Verteilung für die Hauptstrecke von/ nach Rotterdam
- Ca. 45 nm, TA2-3



#### Orkanger – Steinkjer

- Verteilung innerhalb des Trondheimsfjorden
- Ca. 75 nm, TA1-2



#### Frøya – Sandstad

- Gefrorener Fisch nach Rotterdam
- Ca. 40 nm, TA1-3



#### Sandstad – Rørvik

- Gefrorener Fisch und weitere Güter
- Ca. 110 nm, TA3 up to SC

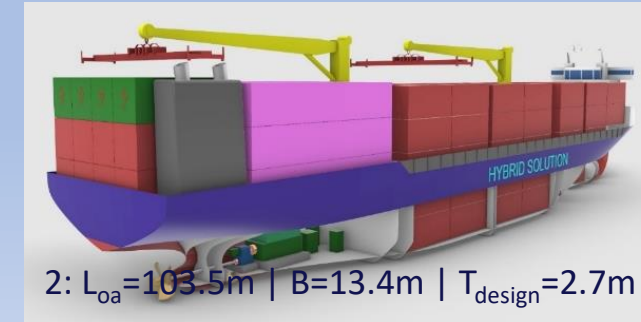
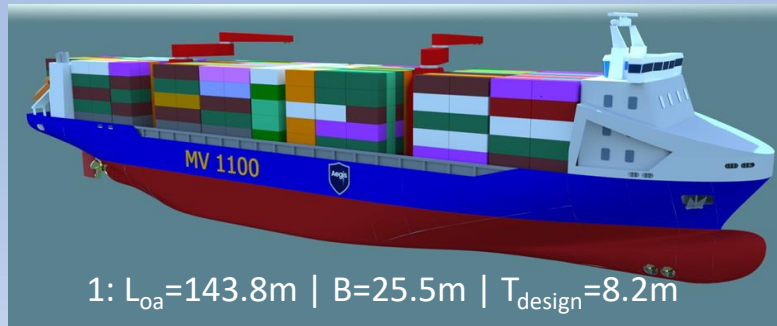


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case A: Kurzstreckenseeverkehr- und Hinterlandtransport in Norwegen

|   | Cargotyp  | Kapazität [TEU] | Antriebssystem                                                          | Cargo Handling                                                                               | Autonomiegrad (IMO)                                                |
|---|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | Container | 900-1000        | Hybrides Antriebssystem (elektrisch + methanol, Ammoniak, Bio-/E-fuels) | Triple-Joint-Kran (SWL 45t)<br>Hohe Stabilität, raumsparendes Design, Anti-Sway-System       | Ivl 1-2: automatisierte Steuerungs- und Entscheidungsunterstützung |
| 2 | Container | 200             | Hybrides Antriebssystem (elektrisch + methanol, Ammoniak, Bio-/E-fuels) | Bordeigene Kräne (SWL 35t)<br>backbord ohne Wechselwirkung mit landseitigen Handlingsystemen | Ivl 2-3: Remote- Controll-Betrieb Besatzung an Bord/ an Land       |



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case A: Kurzstreckenseeverkehr- und Hinterlandtransport in Norwegen

#### Motorisiertes Shuttle (100 TEU)

##### Kapazität

- 106 TEU (25 t/TEU), inkl. Platz für 20, 40 Fuß Container
- Abmessungen
  - L: 80.0m | B: 12.5m | T: 3.9m | D: 6.5m
- Handlingssystem
  - Teleskopierbarer Portalkran für beidseitige Be-/Entladung
- Antrieb
  - Voll elektrisch
- Autonomie
  - Hoher Autonomiegrad (3-4)
  - intelligente Systeme: route optimization (consumption, weather conditions), automated mooring, digital twin



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case A: Kurzstreckenseeverkehr- und Hinterlandtransport in Norwegen

#### Motorisiertes Shuttle (60 TEU)

##### Kapazität

- 60 TEU (25 t/TEU), incl. Platz für 20, 40 Fuß Container
- Abmessungen
  - L: 65.0m | B: 11.5m | T: 3.3m | D: 5.2m
- Handlingssystem
  - Autonomer reach stacker (ARS)
- Antrieb
  - Voll elektrisch (bzw. H2-Brennstoffzelle, LBG)
- Autonomy
  - Hoher Autoinomiegrad (3-4)
  - intelligente Systeme: route optimization (consumption, weather conditions), automated mooring, digital twin

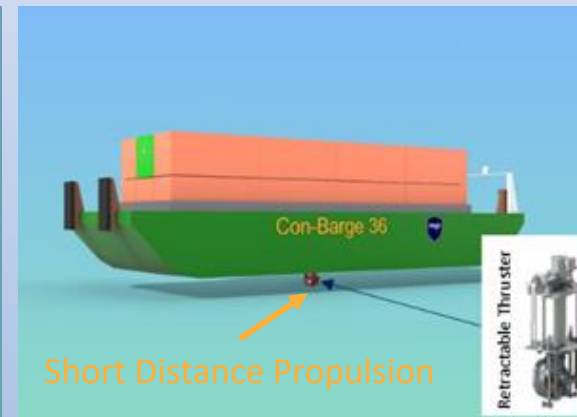


# Innovative wassergebundene Transport Systeme

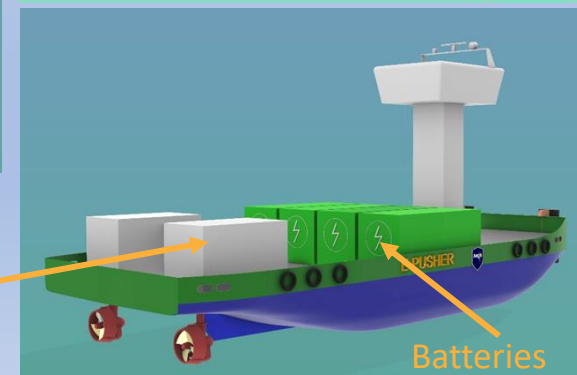
## Projekt AEGIS

### Use Case A: Kurzstreckenseeverkehr- und Hinterlandtransport in Norwegen

### Schubverband, Leichter mit 36 TEU (Container, Schüttgut)



Deck mounted azimuth thruster



#### Schubverband - Leichter

- Kapazität: **36 TEU** or 875 m<sup>3</sup> bulk
- Loa: 32.0 m
- Boa: 10.5 m
- Tiefgang: 3.1 m
- Antrieb: voll elektrisch (Batterien); einklappbare Thruster (nutzbar als Generator)
- Autonomiegrad: hoch (3–4)

#### Schubverband– Puschboot

- Kapazität: 4 TEU (ZES-Container)
- Loa: 26.5 m
- Boa: 11.0 m
- Tiefgang: 2.17 m
- Verfahrbares Steuerzentrale für gute Sicht
- Antrieb: vollelektrisch  
2 x Azimutthrust auf dem Deck montiert 350 kW
- Autonomiegrad: medium/high (2–3)

# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case B: RORO- Kurzstreckenseeverkehr- und Binnenschifffahrt in Belgien und den Niederlanden

- Verbindung zwischen RoRo-Kurzstreckenseeverkehr und RoRo Binnenschifffahrt
- Güterstrom:
  - Rotterdam (1) nach Antwerpen (3) → schnell, direkt, hohe Gütervolumen
  - Albert-Kanal → langansamer, mehrere Zwischenstopps
- Vorteile
  - Transport zu Kunden nah an Wasserstraßen
  - Weniger Stau auf den Straßen rund um die Hafengebiete
  - CO<sub>2</sub> emissions werden minimiert und bieten den Kunden umweltfreundliche Transportketten





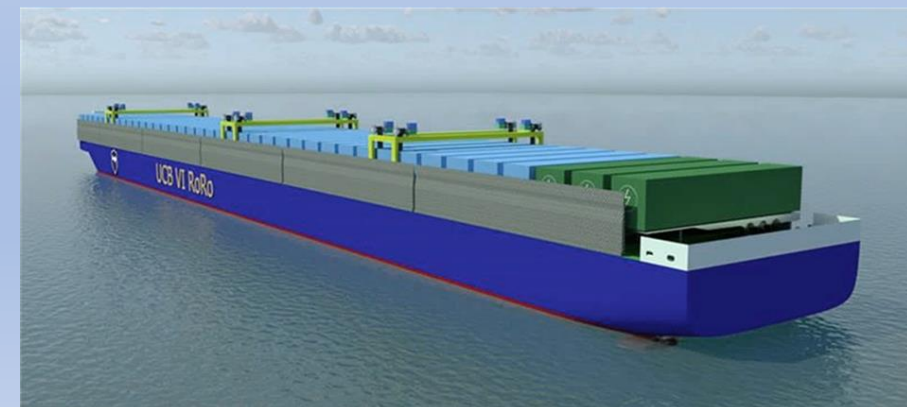
# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case B: RORO- Kurzstreckenseeverkehr- und Binnenschifffahrt in Belgien und den Niederlanden

#### CEMT Klasse VI Konzept seitöicher Be-/Entladung (Doppeldeckaufbau)

- Kapazität
  - 69 Trailers (inkl. 2-3 Batterie Trailer/Container); 40 über und 29 unter Deck)
- Abmessungen
  - L: 139.2m | B: 15.0m | T: 4.5m | D: 9.3m
- Handlingsystem
  - 3 Portalkräne
  - 5 seitliche Rampen pro Seite
- Antrieb
  - voll elektrisch, tauschbare Batterien (Trailers oder Kassetten)
  - 2 Stern-Azimut-Thruster (à 350 kW) + Bugstrahldüsenpropeller (250 kW)
- Autonomie
  - Hoher Autonomiegrad (3-4)



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

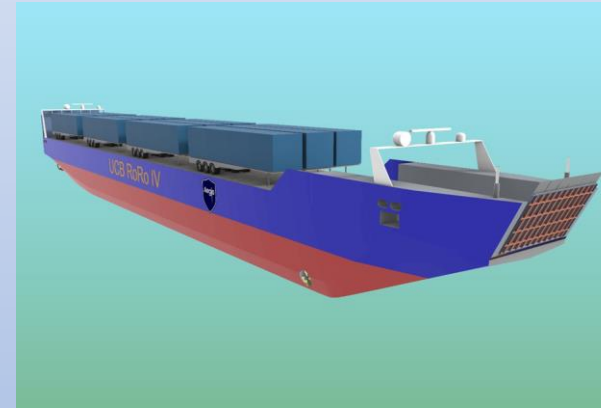
Use Case B: RORO- Kurzstreckenseeverkehr- und Binnenschifffahrt in Belgien und den Niederlanden

### CEMT Klasse II und IV Konzepte mit bugseitiger Be-/Entladung (Doppeldeckaufbau)



#### RoRo vessel CEMT II

- Capacity: **10 trailers** (6 weather deck, 4 lower deck)
- Loa: 55.0 m
- Boa: 6.6 m
- Draught: 2.5 m
- Cargo handling: foldable bow ramp; stern ramp (optional)
- Propulsion: fully electric, 2-ZES on cassettes on lower deck
- 2 x 250 kW azimuth thruster + 1 x bow thruster
- Autonomy level: high (3–4)



#### RoRo vessel CEMT IV

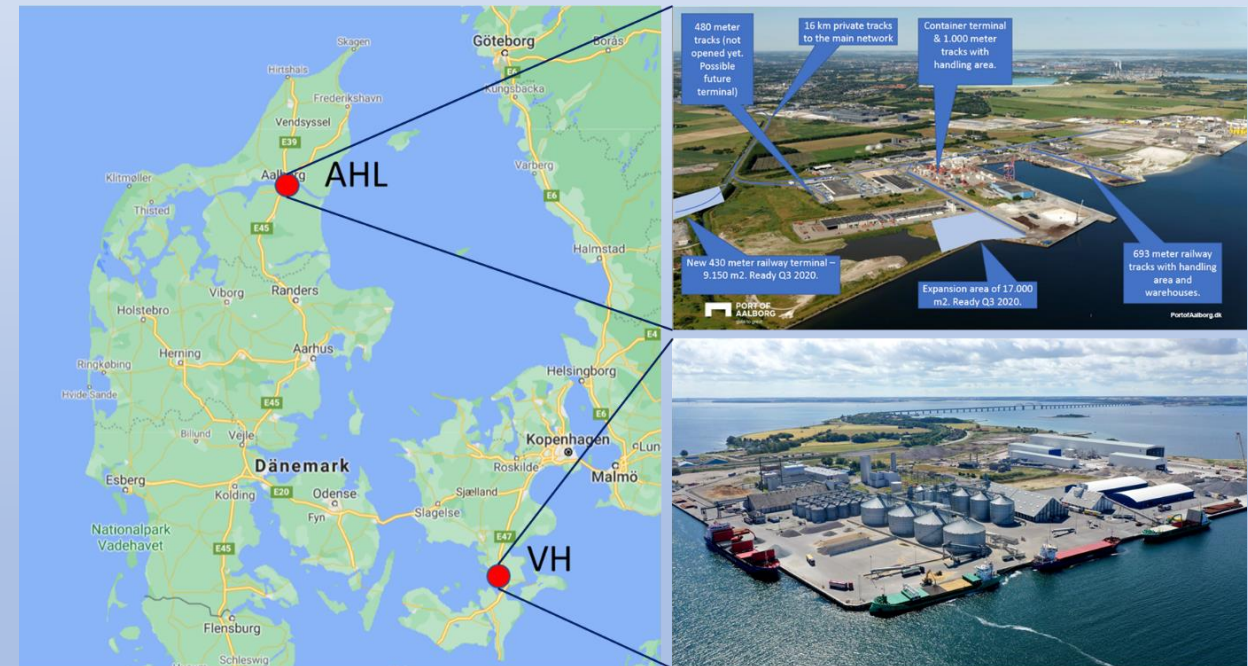
- Capacity: **21 trucks/trailers** (12 weather deck, 9 lower deck)
- Loa: 84.5 m
- Boa: 9.5 m
- Draught: 2.5 m
- Cargo handling: foldable bow ramp; stern ramp (optional)
- Propulsion: fully electric, 3-ZES on cassettes on lower deck; 2 x 250 kW azimuth thruster + 1 bow thruster
- Autonomy level: high (3–4)

# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case C: RORO- Kurzstreckenseeverkehr

- **UC-C:** Revitalisierung von Regionalhäfen und innerstädtischen Terminals
- 2 dänische Häfen (Aalborg, Vordingborg)

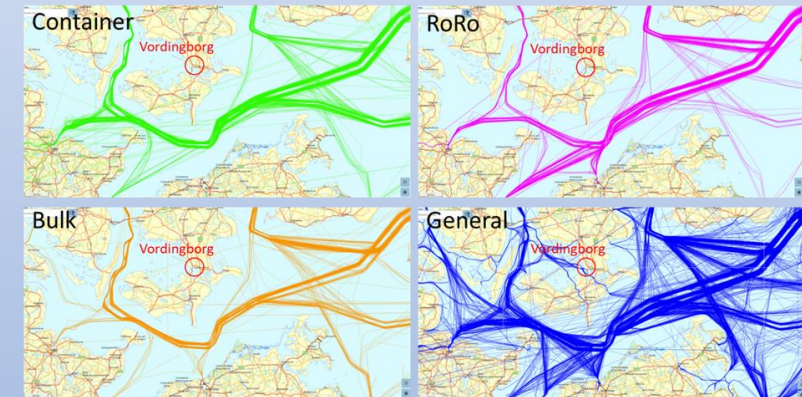
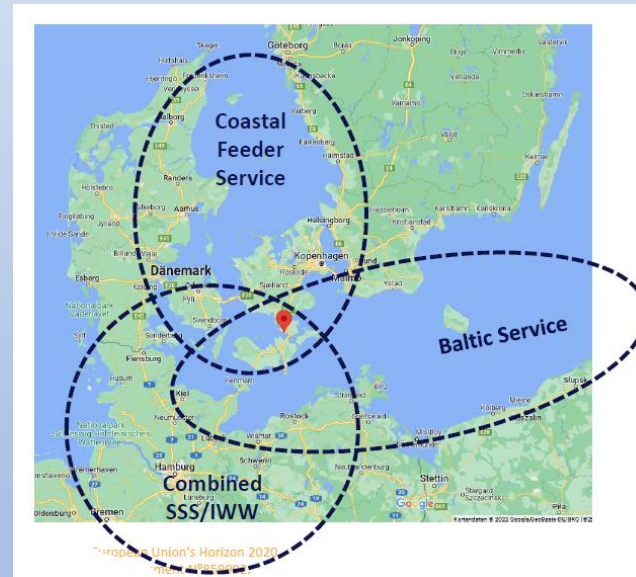
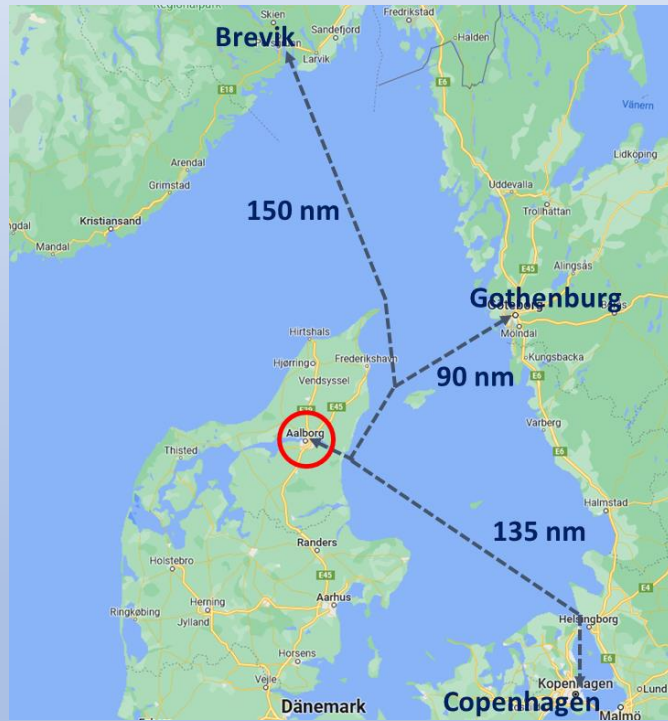




# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case C: RORO- Kurzstreckenseeverkehr



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case C: RORO- Kurzstreckenseeverkehr

Kurstreckenseeverkehrsschiff with modernen X-Bugdesign (batterie-elektrisch)

**Capacity** 55 trailers: 37 main deck (incl. 5 Bat. Trailers) + 18 tank top; 730 lane meters

**Main dimensions** L: 127.5 m | B: 16.9 m | T: 4.7 m

**Deadweight, max** 7835 DWT

**Gross Tonnage** 5700 GT

**Propulsion** **Battery electric**

5 x 5350 kWh FEU-sized batterie-modules on trailer/cassettes

2 x 1200 kW stern azimuth thruster; 1 x 650 kW bow thruster

**Design speed** 12 kn

**Range** 120 nm

**Operation** Baltic areal

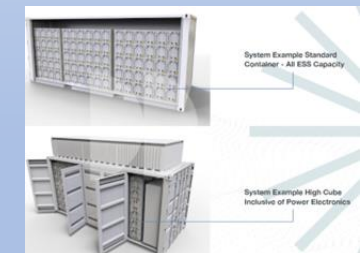
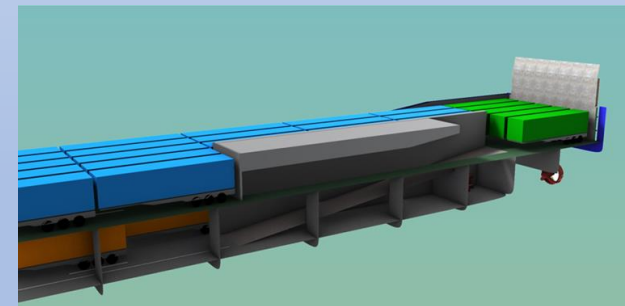
**Autonomy** medium autonomy level (2-3)

**Intelligent Systems** route optimization (consumption, weather conditions), automated mooring, digital twin

**Cargo handling**

Access aft ramp : 15.0 m wide, 8.3 m long + 1.8 m flaps

Internal fixed ramp (main deck -> tank top): 36.7 m long, 4.0 m wide, angle 7°



<https://shift-cleanenergy.com/pwr-swap/>



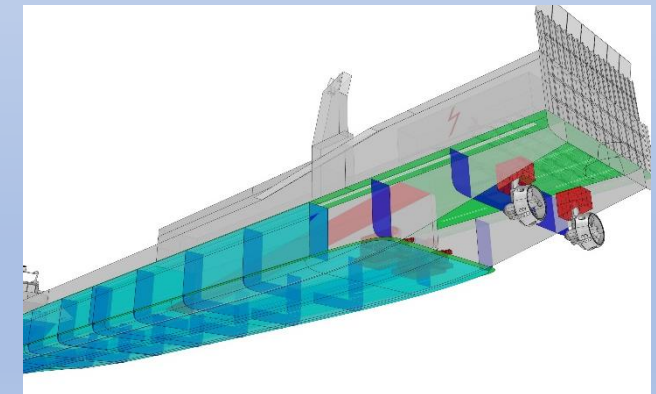
# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case C: RORO- Kurzstreckenseeverkehr

#### SSS Ro-Ro-Schiff mit modernen X-Bug-Design (Methanolantrieb)

|                            |                                                                                                                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Capacity</b>            | 52 trailers: 37 main deck + 15 tank top; 730 lane meters                                                                                  |
| <b>Main dimensions</b>     | L: 127.5 m   B: 16.9 m   T: 4.7 m                                                                                                         |
| <b>Deadweight, max</b>     | 7835 DWT                                                                                                                                  |
| <b>Gross Tonnage</b>       | 5700 GT                                                                                                                                   |
| <b>Propulsion</b>          | 2 x 5000 kW methanol combustion engines (redundancy)<br>2 x 3500 kW stern azimuth thruster; 1 x 650 kW bow thruster                       |
| <b>Service speed</b>       | 16 kn                                                                                                                                     |
| <b>Range</b>               | Methanol → ca. 2600 nm                                                                                                                    |
| <b>Bunkering</b>           | 480 m³ in DB tanks                                                                                                                        |
| <b>Operation</b>           | Baltic areal                                                                                                                              |
| <b>Autonomy</b>            | medium autonomy level (2-3)                                                                                                               |
| <b>Intelligent Systems</b> | route optimization (consumption, weather conditions), automated mooring, digital twin                                                     |
| <b>Cargo handling</b>      | Access aft ramp : 15.0 m wide, 8.3 m long + 1.8 m flaps<br>Internal fixed ramp (main deck -> tank top): 36.7 m long, 4.0 m wide, angle 7° |



480 m³ fuel tanks in double bottom

# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Projekt AEGIS

### Use Case C: RORO- Kurzstreckenseeverkehr

Kombiniertes See-/Binnenschiffskonzept

#### Kapazität

- 106 Container im Laderaum, 50 Containers an Deck (auf Lukenabdeckung)
- Gesamtkapazität: 156 TEU
- Schüttgut: ca. 3500 t

#### Abmessungen

- L: 99,0 m | B: 15,0 m | T: 3,90 m | D: 7,1 m | Airdraft : 8,60 m

#### Handlingsystem

- Bord-Portalkran zum Bewegen und Stapeln von Lukendeckeln und zum Bewegen des Steuerhauses in zwei Positionen (Segel/Hafen)
- Verstellbare Schottwände

#### Antrieb

- Methanol / voll elektrisch | zwei Azimut-Thruster | Bugstrahler

**Geschwindigkeit:** 12 kn

**Reichweite:** ca. 1500 nm



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Wasserstoff gebundene Propulsionssysteme



# Innovative wassergebundene Transport Systeme

## Wasserstoff gebundene Propulsionssysteme



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Krause

Institut für Strukturleichtbau und Energieeffizienz gGmbH

[s.krause@institut-se.de](mailto:s.krause@institut-se.de)