

Schiffseffizienz – Energieeinsparung durch Retrofit

Sascha Nitz - Danfoss Drives Marine

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss



Aurora Botnia -

The most environmentally friendly RoPax on Earth

Catarina Fant, Head of Marketing, Wasaline

Retrofits und Hybridisierung – unsere operativen Erfahrungen

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

- Danfoss
- Äpfel und Birnen
- MS Nadorias
- Belgische Fähren im Vergleich
- Fazit



Danfoss at a glance



Worldwide sales
in more than

100
countries

Three strong business segments
with leading positions

Power Solutions

Climate Solutions

Power Electronics and Drives

Leading technology
partner for our
customers who want to
decarbonize through
energy efficiency,
machine productivity,
low emissions, and
electrification

Group Sales 2023 > EUR 10 bn

+42,000

Employees worldwide.
People are the foundation
of our business



Well on the way towards
carbon-neutral global
operations by 2030

100

Factories in more than
20 countries

1933

Long track record within
innovation and engineering

Improving energy efficiency

The greenest
energy is the energy
we don't use

Danfoss Power Electronics and
Drives

Extending the Danfoss Drives offering



VLT[®]



VACON[®]



iC7



EC-C1200-450

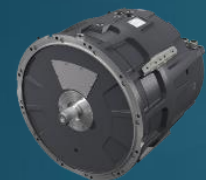
Editron Marine

Dezentrales
Antriebssystem inkl. PMS
für kleine bis mittlere
Leistung



DC-Verteilung

z.B. Rittal TS/VX



Energieerzeugung

EM-PMI Generatoren

- Leistung bis zu **6 MW** in maritimen Anwendungen

EC-C Umrichter

- Leistung bis zu **1,5 MW**



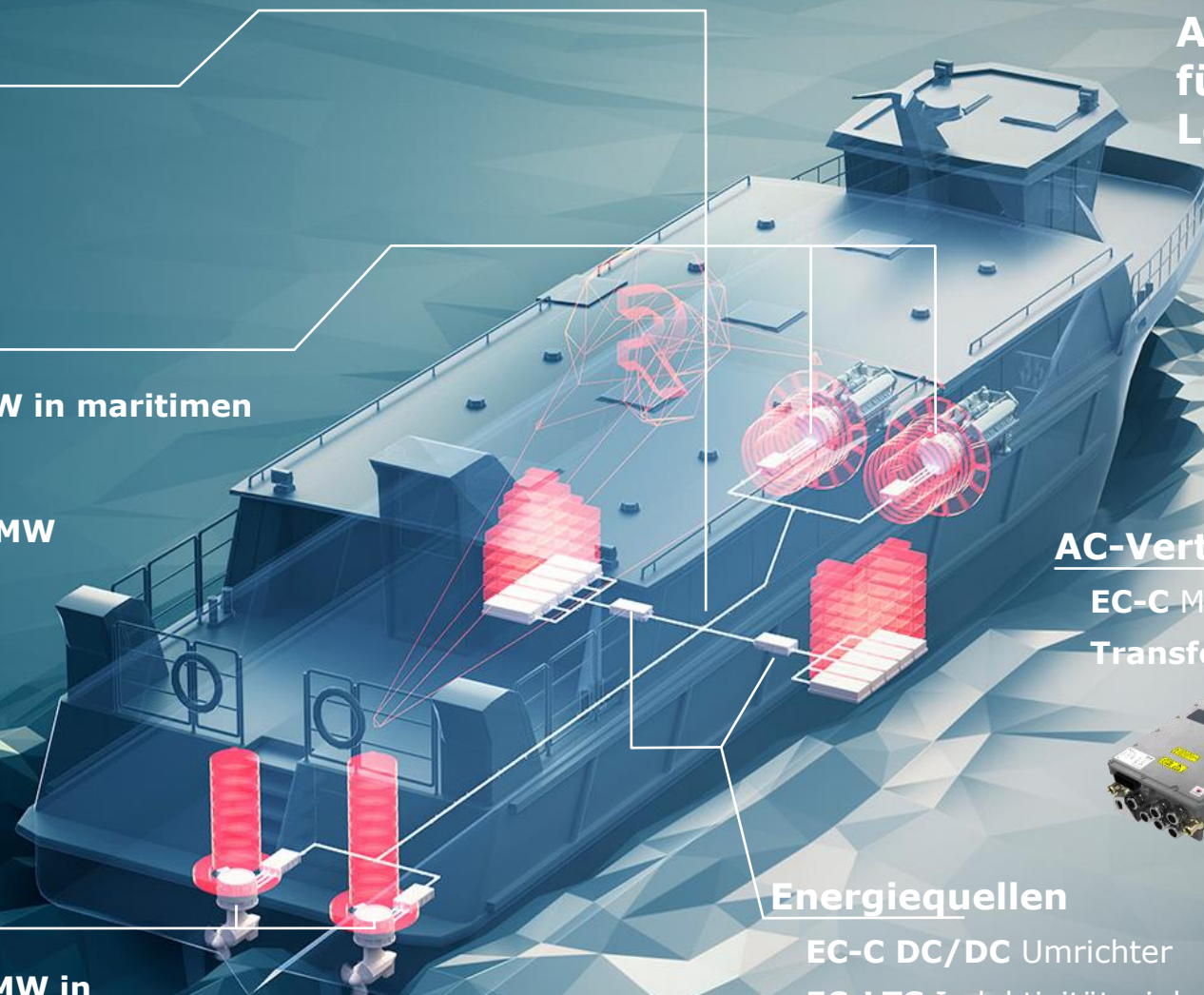
Antriebssystem

EM-PMI Motoren

- Leistung bis zu **6 MW** in maritimen Anwendungen

EC-C Umrichter

- Leistung bis zu **1,5 MW**



AC-Verteilung

EC-C Microgrid Umrichter

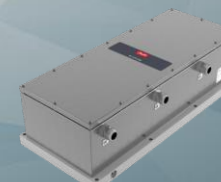
Transformator mit integriertem LC-Filter



Energiequellen

EC-C DC/DC Umrichter

EC-LTS Induktivitätseinheit vielseitige Speichermöglichkeiten



Marine and Off-shore iC7 series focus applications

Shore applications

Shore power supply

Fast battery charging



Deck machinery, utilities, auxiliaries and engine room

Winches

Cranes

Fans and HVAC systems

Process pumping

Cooling water systems

Separators

Refrigeration compressors

Propulsion and power generation

Hybrid propulsion

Battery energy storage

Fuel cell (new)

DC grids

AC grids

Main & Aux
Power Generation

Hybrid shaft generator

Diesel-electric propulsion

DC grid system selectivity

Thrusters

Steering gears

Wasaline / Aurora Botnia LNG-Battery Hybrid Ferry



35 MW

liquid cooled
iC7 Series drives
for the power and hybrid
propulsion system

Remote monitoring
of AC drive system to
Danfoss cloud

Compared to its
predecessor the
new ferry will

cut CO₂
emissions
by 50%

100 pcs
air cooled
Vacon 100 drives
auxiliary applications

100%
Battery powered
harbor maneuvering

LNG
Reduction in fuel
consumption &
emissions



Das mit den Äpfeln und Birnen



- Optimierung der Schiffseffizienz
– was wird überhaupt verglichen?
- ICE vs. Elektro? ICE vs. neuer ICE? ICE vs. Hybrid?
- Retrofit des Gesamtsystems vs. Retrofit Antrieb?
- well-to-wheel vs. tank-to-wheel!
- Fahrprofil
- Infrastruktur
- ...

Das mit den Äpfeln und Birnen

Ausgangssituation für Retrofit: Dieselmotor

MDO 10 kWh/kg

HVO, HFO, alle verflüssigten Gase weitere „neuen“ Kraftstoffe wie Methanol und Ammoniak weisen eine deutlich kleinere volumetrische Energiedichte zum klassischen Diesel auf

Bsp:

440kWm bei 3000RPM

$0,89\text{kg/l} * 120\text{l/h} = 106,8 \text{ kg/h}$

$106,8 \text{ kg/h} * 10 \text{ kWh/kg} = 1060 \text{ kW}$ Energiezufuhr für 440 kWm

→ Wirkungsgrad ICE = << 50%

→ Wirkungsgrad Elektromotor = >> 90%

→ Achtung: Hier wird noch kein System betrachtet!

Das mit den Äpfeln und Birnen

New hybrid vessels deliver impressive 20% emission savings

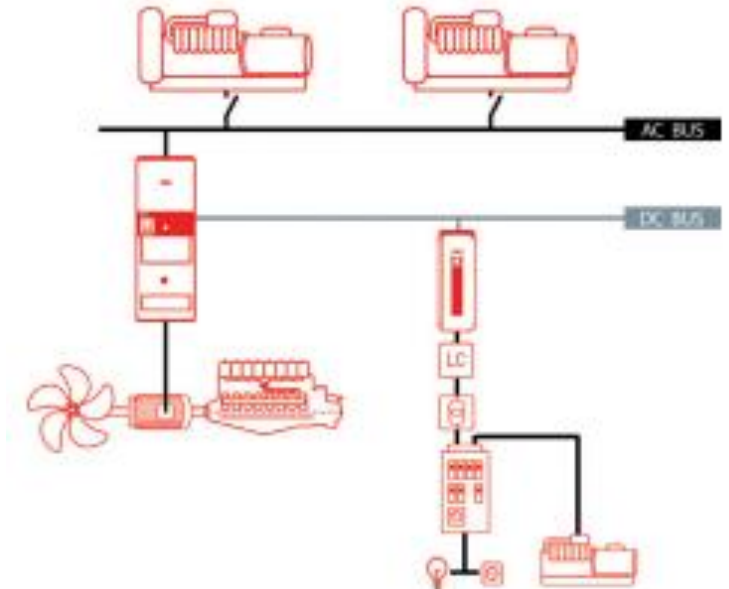
... have already had an impressive environmental impact, offering fuel savings of 20.89% and reducing CO2 emissions by 20.96% compared to non-hybrid vessels, without IPS, in MHO-Co's fleet.

- So sinkt der Verbrauch des fossilen Brennstoffs im Vergleich zum einem herkömmlichen direkten Dieselantrieb bei zusätzlich gesteigerter Leistung um rund 30 Prozent.
- So könnten Batterie-Hybridlösungen für Schiffe den Treibstoffverbrauch und die Emissionen um bis zu 90 Prozent senken, wie eine aktuelle Studie (...) zeigt

Binnenschiff MS Nadorias



- 15% CO2 savings
- 60% less PM10
- 97% NOX savings
- noise level in the wheelhouse from 60 dBA to just 42 dBA
- 60% less maintenance costs
- *The ship runs 98% of the time in electric mode*

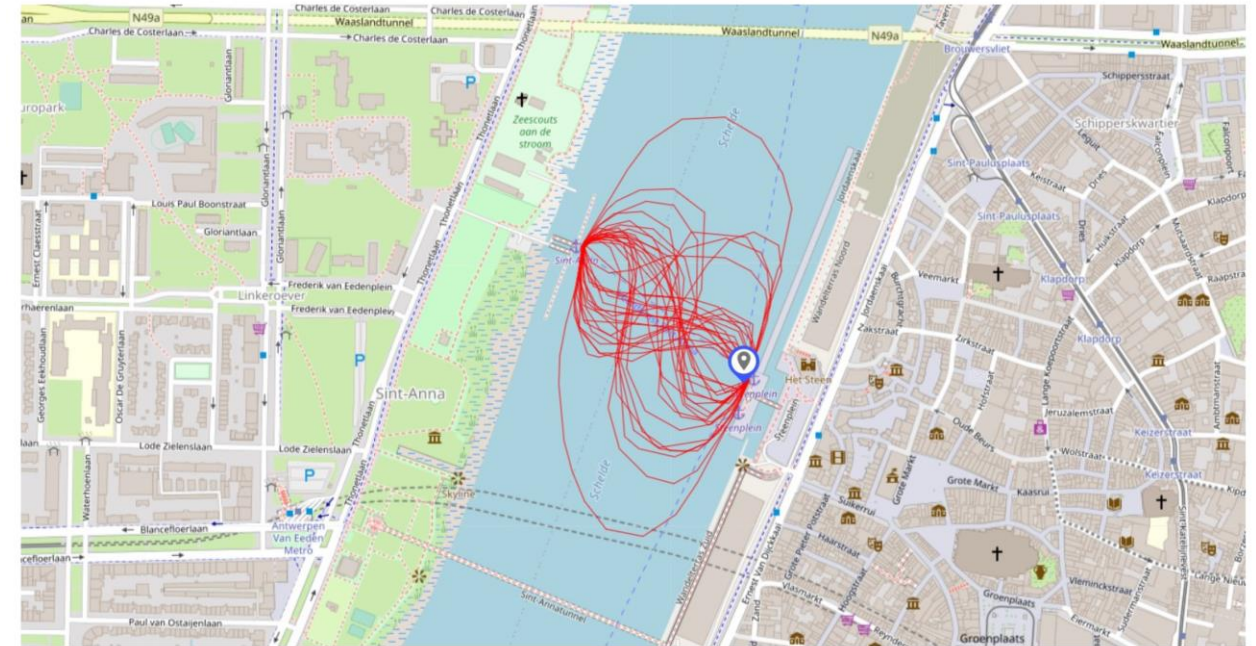


Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien



Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien

	Vessel 1	Vessel 2
Type of vessel	Commuter ferry	Commuter ferry
Hull material	Aluminium	Aluminium
Superstructure material	Aluminium	Aluminium
Type of propulsion fuel	Diesel	Electricity
Maximum speed	18 km/h	18 km/h
Length overall	30.0 m	30.0 m
Breath moulded	9.5 m	9.5 m
Scantling draught	1.85 m	1.6 m
Gross tonnage	240 t	240 t
Crew	3	3
Passengers	200	150



Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien

neu gebaute Schiffe Marnix and OP Stroom (Lieferung im Herbst 2021 und 2022)
Kaufpreis Elektrofähre 5.500.000 EUR Dieselfähre 4.300.000 EUR

Annahme: beide Schiffe 10 Stunden pro Tag in Betrieb

jährlichen Kraftstoff- und Stromkosten

Für Schiff 1: 22.100 EUR

Für Schiff 2: 15.200 EUR

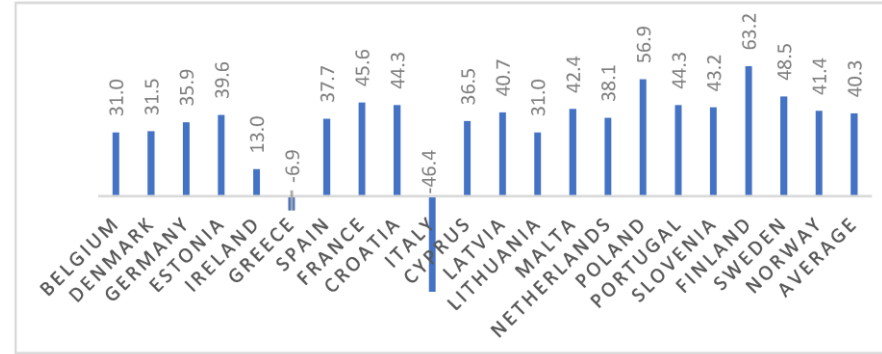
(durchschnittlichen Strom- und Heizölpreisen von Q4 2022 in Belgien
Keine Beachtung der Kosten für technisches Personal, Hafengebühren, Wartung, ...)

Theoretische Amortisationszeit für Ersatz einer Dieselfähre durch eine Elektrofähre: 17 Jahre und 6 Monate, ohne jegliche Fördermittel.

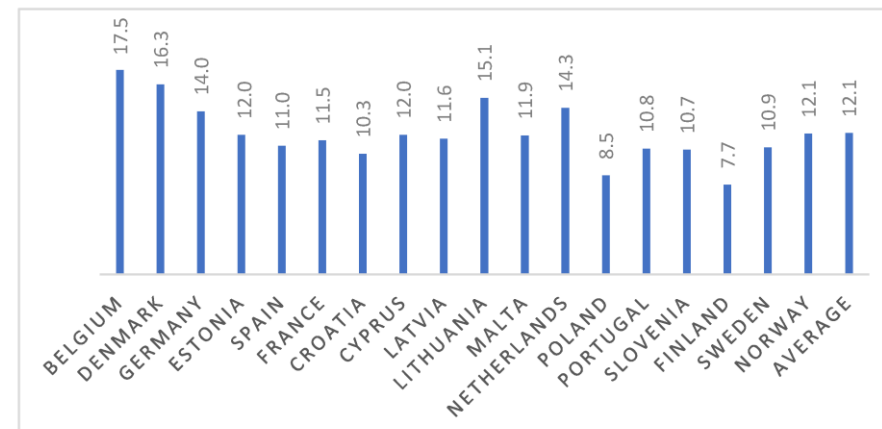
- Nach Berechnungen der Reederei hat das Unternehmen allein durch die neue Dieselfähre bereits das 2,7-fache an Verbrauchskosten gegenüber der alten Fähre eingespart

Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien

Vergleicht man die Unterschiede bei den Energiebetriebskosten in Europa, stellt man fest, dass die Betriebskosten für die Elektrofähre (Schiff 2) z.B. in Estland um 39,6 % niedriger wären.



Darauf kann die Amortisationszeit in verschiedenen europäischen Ländern analysiert werden. Der europäische Durchschnitt liegt bei 12 Jahren und 1 Monat.



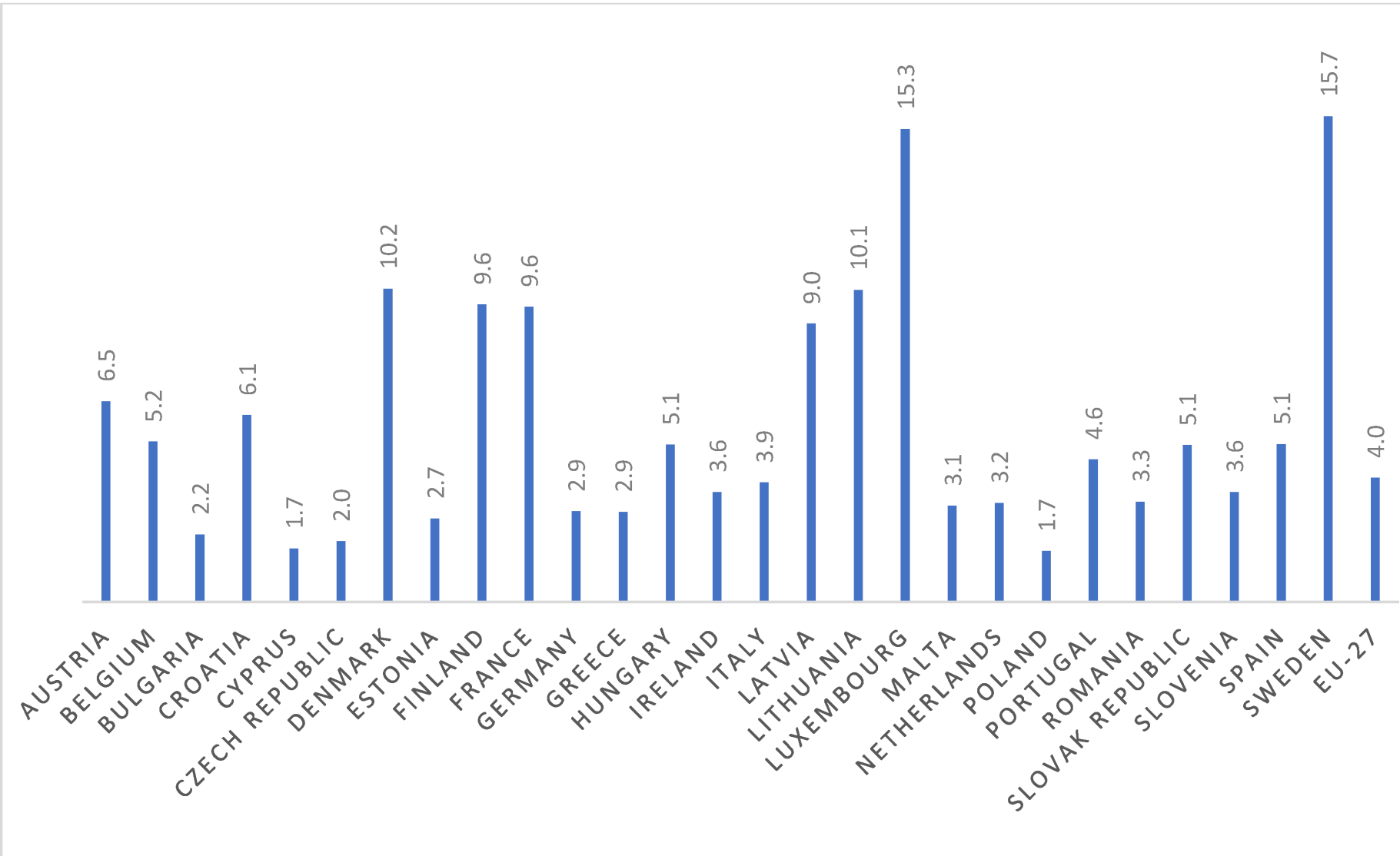
Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien

Die Elektrofähre verursachte nur 25 % der Emissionen ihres dieselbetriebenen Schwesterschiffs. Die monatlichen Gesamtemissionen waren etwa gleich, da das Elektroschiff deutlich mehr Stunden pro Tag in Betrieb war.

Table 2. Total emissions from one month's operations and emissions per hour.

	Vessel 1	Vessel 2
GHG total emissions	15,923.8 kgCO ₂	15,795.7 kgCO ₂
GHG total emissions per working hour	43.5 kgCO ₂ /h	10.8 kgCO ₂ /h

Vergleich am Beispiel einer Fährverbindung in Belgien



Aufgrund Betrachtung WTW: Internationaler Vergleich der Emissionsunterschiede als Faktor zwischen den beiden Fähren.

Bsp: Die Elektrofähre würde in Schweden knapp 16 Mal weniger GHD Ausstoß verursachen als die Dieselfähre.

Fazit zur Elektrifizierung und Hybridisierung im Retrofit

- Eine pauschale richtige Lösung gibt es nicht. Vieles hängt von der Wahl des primären Energieträgers/-speichers ab.
- Es müssen viele Faktoren wie Fahrprofil, Infrastruktur, bauliche Gegebenheiten, Verfügbarkeiten etc. beachtet werden
- Der Schiffsbetreiber muss von Beginn an eng in die Planung eingebunden und vor allem auch beraten werden, ggf. Schulung des Betriebspersonals erforderlich
- Einplanung der richtigen und notwendigen Betriebsmodi
- Eine rechtzeitige Projektplanung und Bestellung aller notwendigen Materialien und Systeme ist wichtig
- Je nach Schiffstyp kann auch an vielen weiteren Stellen Effizienzsteigerung erreicht werden, Rekuperation, Kräne und Winden, Landstrom, HVAC, ...

Sascha Nitz – Business Development Manager Marine
sascha.nitz@danfoss.com
+49 175 723 47 97

Danfoss

**ENGINEERING
TOMORROW**



Nützliche Links und Quellen

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/23/16170>

<https://tramproject.eu/wp-content/uploads/2020/06/2020-06-23-E-ferry-systems-and-safety-measures.pdf>

<https://www.danfoss.com/de-de/service-and-support/case-studies/dds/hybrid-retrofit-delivers-15-fuel-savings/>

<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/news/dps/new-hybrid-vessels-deliver-impressive-20-emission-savings-and-flexible-transport-to-the-wind-farm-industry/>

<https://www.zemenergy.com/post/zem-s-marine-battery-solutions-set-sail-for-switzerland>