

News +++ News +++ News +++ News

Segeln 4.0

Hybrid-Schiffe im Aufwind:

Drehende Zylinder revolutionieren den Schiffsantrieb?!

NABU Fachgespräch “Klimaschutz in der Schifffahrt”

Prof. Michael Vahs

Fachbereich Seefahrt und Maritime Wissenschaften

Hochschule Emden/Leer

Maritimer Experte werden...



an der Hochschule Emden/Leer in Leer!

- Nautik (B Sc.)
- Ship Technology and Shipping Management (B Sc.)
- Maritime Operations (M Sc.) in cooperation with HVL-Norway

Wissenschaftlicher Exkurs

Wie funktioniert eine „Bananenflanke“?

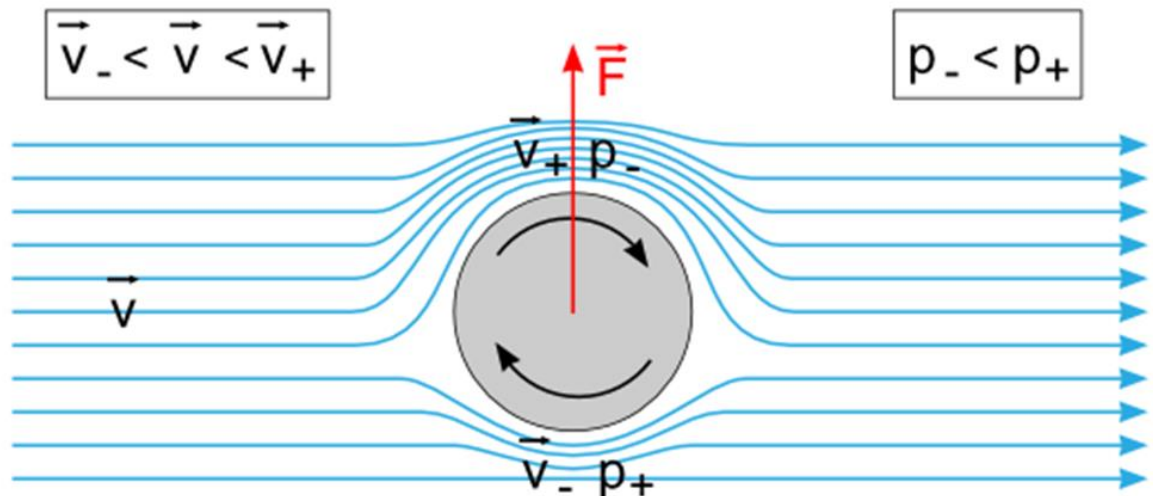


Wissenschaftlicher Exkurs

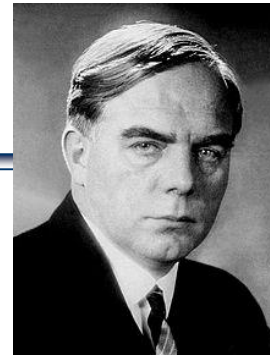
Wie funktioniert eine „Bananenflanke“?



➤ Magnus Effekt



Verlorenes Wissen...



- Der Erfinder **Anton Flettner** nutzte den Magnus-Effekt für einen innovativen Segelantrieb in den 1920ern.
 - Erprobungsschiff “Buckau”
 - rechts: vor und nach dem Umbau

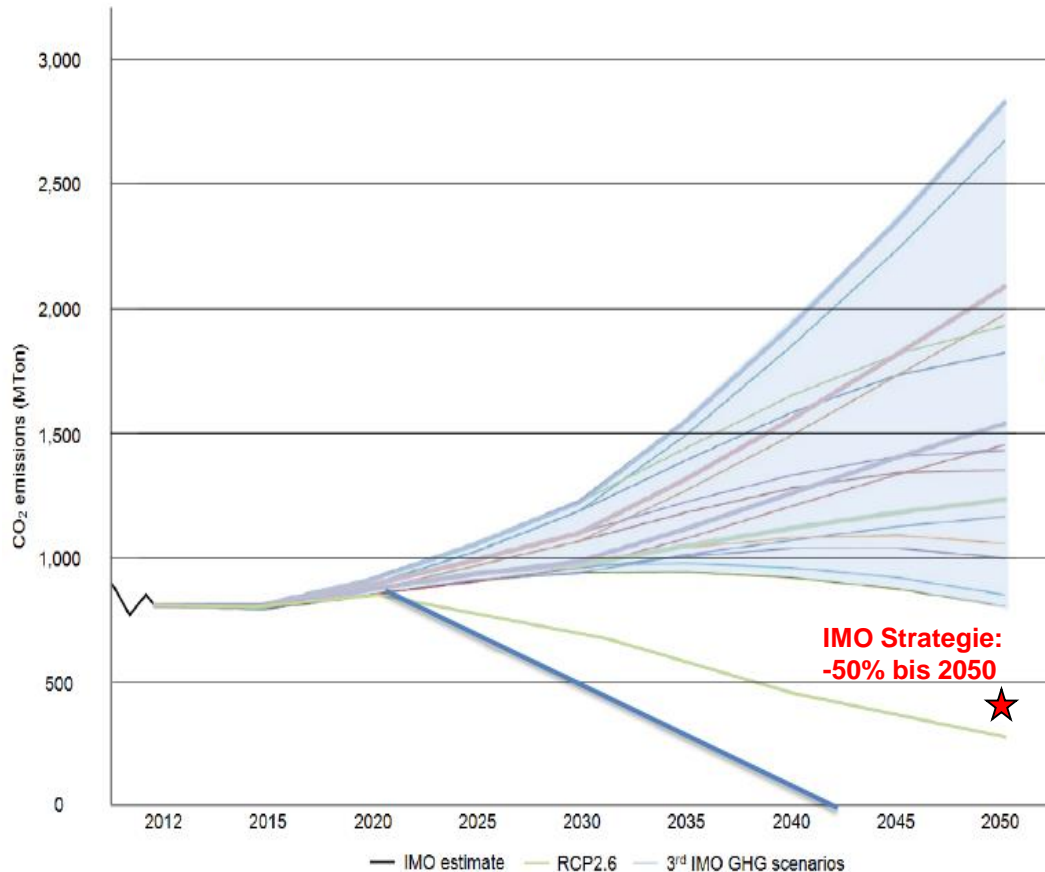
 - Albert Einstein kommentiert:
 - “Das Eis des Kolumbus”

 - Flettner hatte keinen Erfolg, der Dieselmotor war erfolgreicher.



Problemstellung

Das Klimaziel und der „Fair Share“ der Schifffahrt



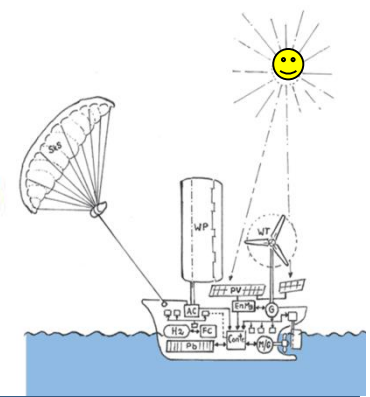
Source: UCL Energy Institute (2016);
based on „Third IMO GHG Study 2014”

“...simply
unacceptable...”



2°C pathway
(upper bound)

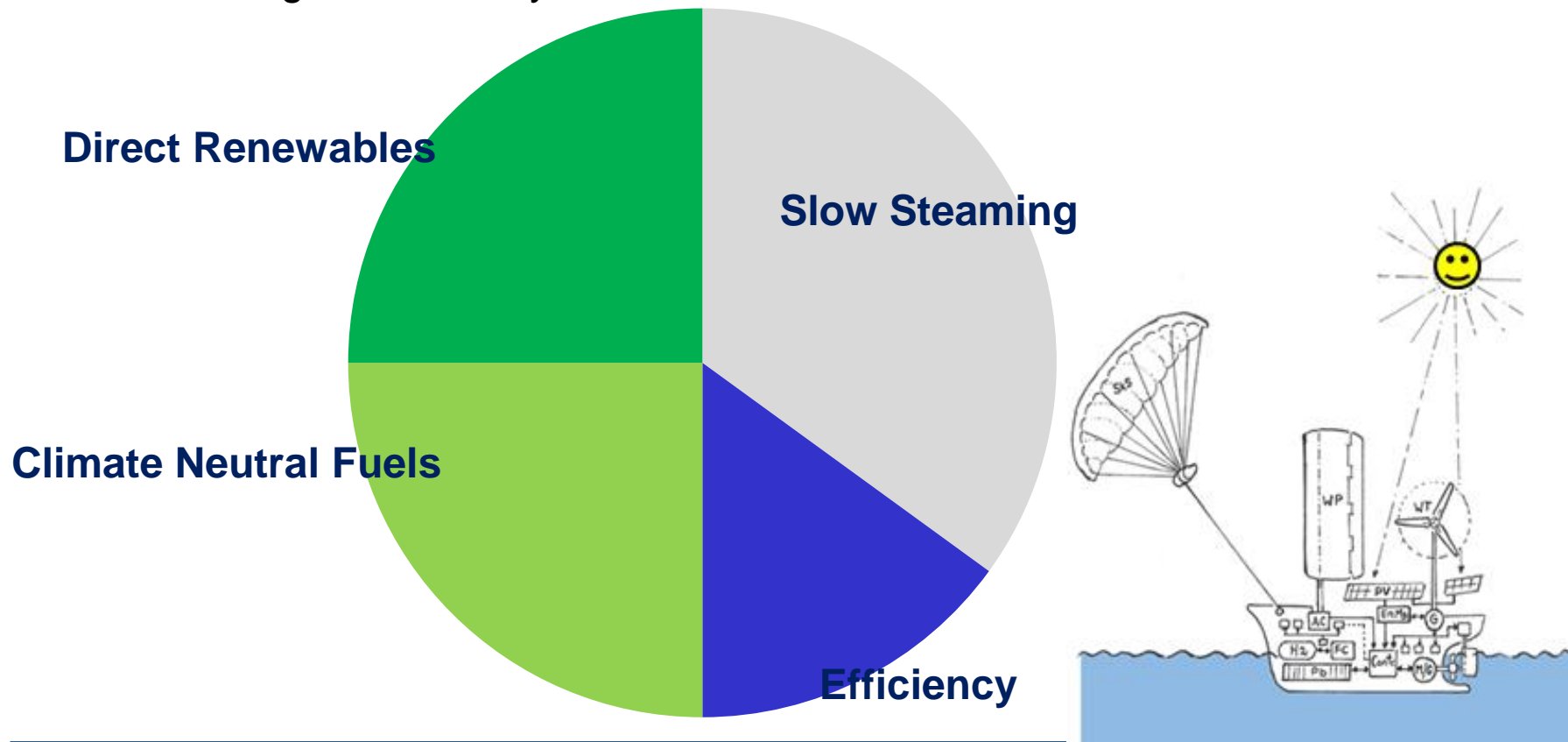
1.5°C pathway
(lower bound)



Lösungsansätze

Optionen für klimafreundliche Schifffahrt

■ Slow Steaming ■ Efficiency ■ Climate Neutral Fuels ■ Direct Renewables

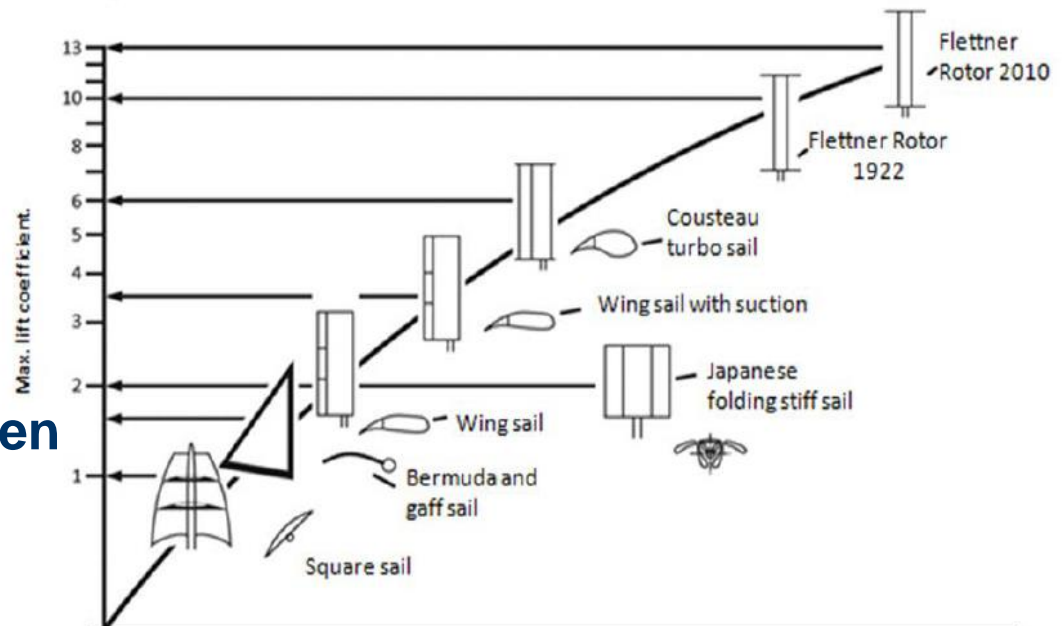


Technische Analyse von Segelsystemen

■ Bewertung relevanter Kriterien:

- Vortriebsleistung
- Sicherheit
- Zuverlässigkeit
- Automatisierung
- Kosten/Einsparungen
- ...

Comparison of different Sail technologies



Source: Jarkko Väinämö, Norsepower, 2015

Projekt MariGREEN (2015-2019)

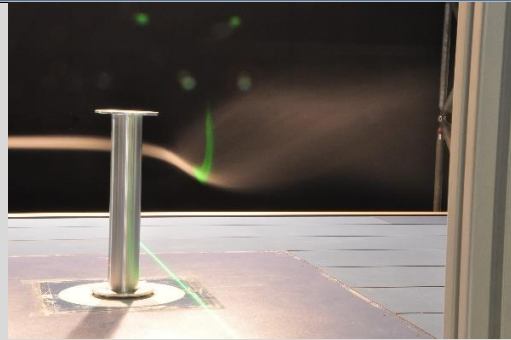
- **Projektkonsortium:**
 - **Kleine Unternehmen und Wissensseinrichtungen unter der wissenschaftlichen Leitung der Hochschule Emden/Leer**

- **Flettner-Rotor 4.0**
 - **Leichtbau**
 - **Smarte Steuerung, Vernetzung (Daten online)**
 - **Verbesserte Aerodynamik**
 - **Kosteneffiziente Bauweise**
 - **Einfache Installation**
 - **Breite Anwendbarkeit**

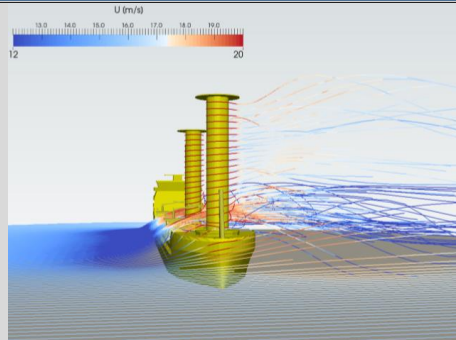
- **Rechts: Erprobungsschiff “Fehn Pollux”**



Entwicklungsarbeiten



Windkanal-Untersuchungen



CFD-Studien



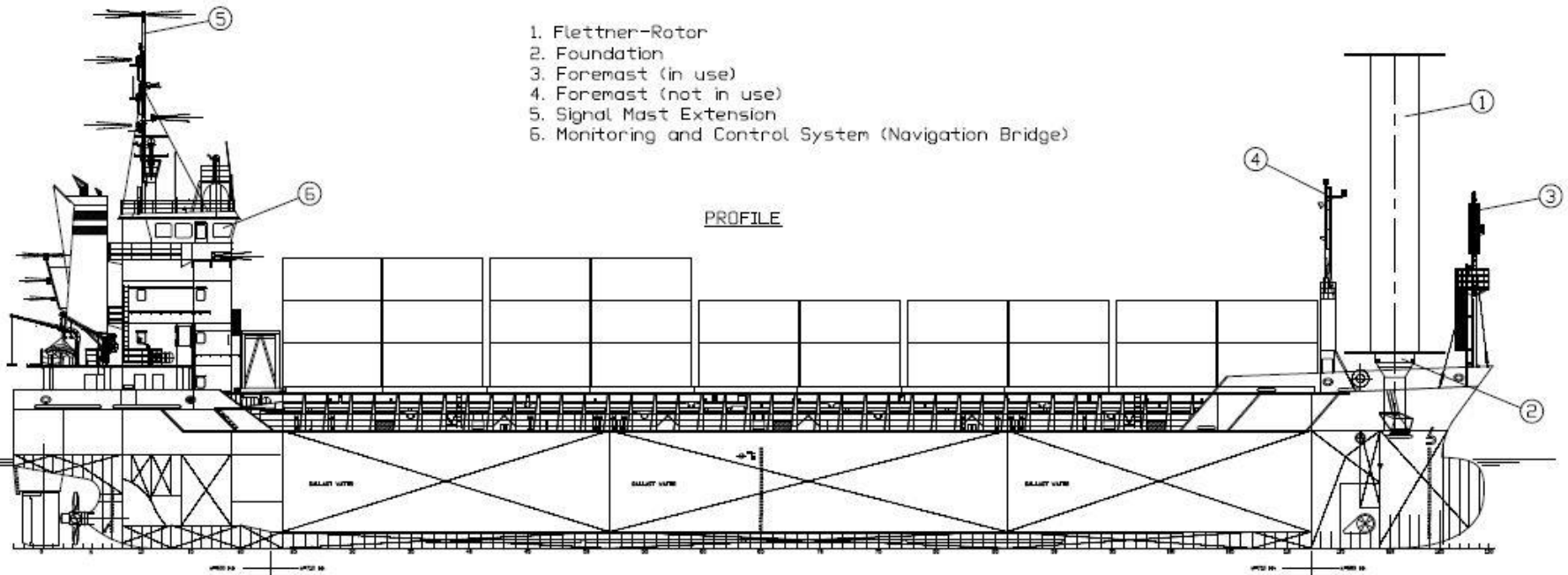
Schiffsführungssimulation



Bau und Betrieb von Prototypen

Abbildung: Entwicklungsschritte eines Windantriebssystems im Forschungsfeld
Wind Propulsion der HSEL

Technisches Konzept und Installation



Technisches Konzept und Installation

- Smartes Steuerungssystem einschließlich Wetter-Routing (Patent der Hochschule Emden/Leer)

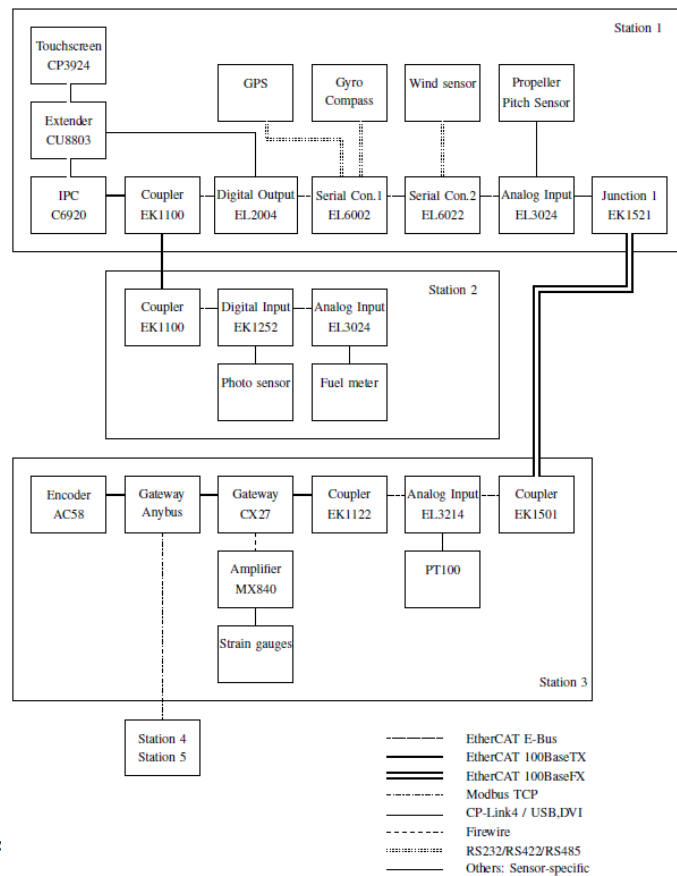


Fig. 6. System architecture with interconnection of the hardware components

Technisches Konzept und Installation



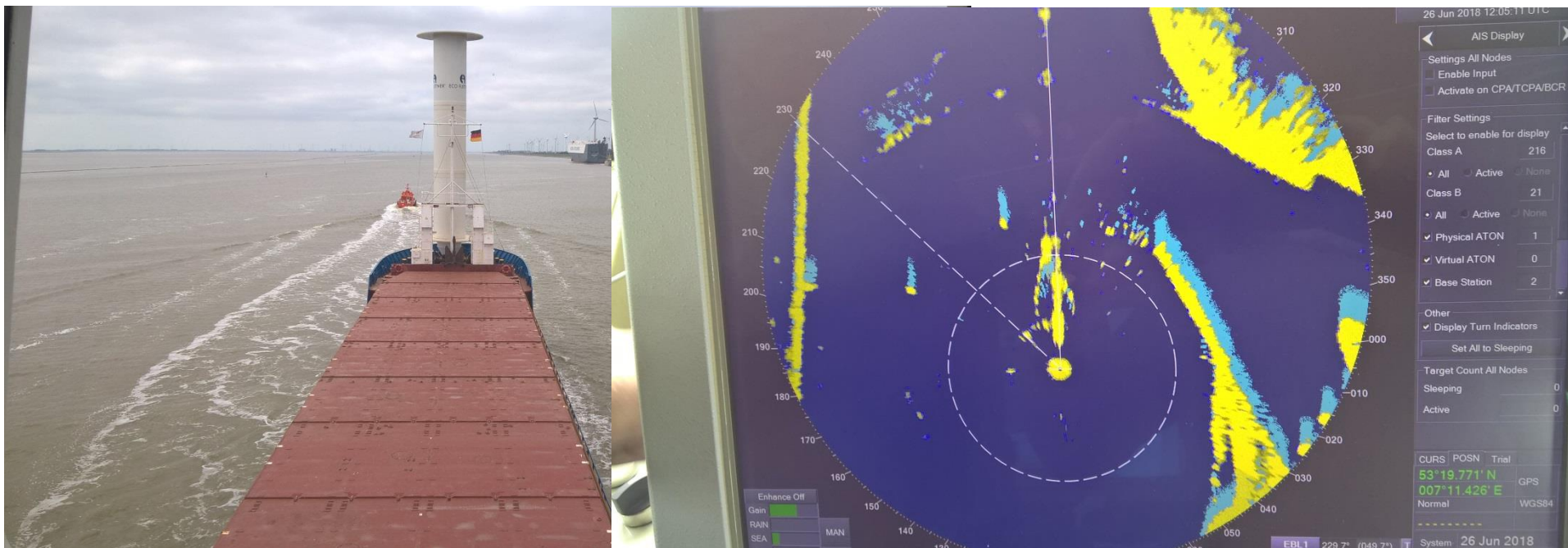
See-Erprobung „Fehn Pollux“

- Validierung aller Entwicklungsergebnisse
- Nachweis eines sicheren und effizienten Betriebs



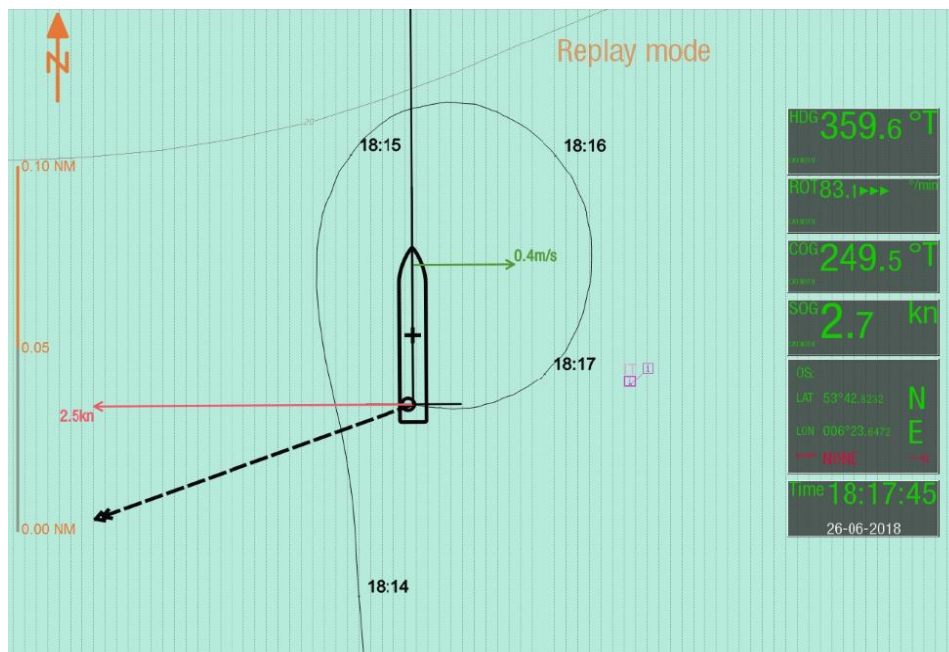
See-Erprobung „Fehn Pollux“

- Validierung aller Entwicklungsergebnisse
- Nachweis eines sicheren Betriebs, z.B.
 - Optische Sicht von der Brücke und Radarsicht



See-Erprobung „Fehn Pollux“

- Validierung aller Entwicklungsergebnisse
- Nachweis eines sicheren Betriebs, z.B.
 - Einhaltung von Drehkreiskriterien



Turning Circle	Advance	Tact. Diameter	Result
Hardover to port Rotor stopped	216 m	151 m	Fully complying with MSC.137;
Hardover to port Rotor at 263 RPM	240 m	140 m	Fully complying with MSC.137; Advance 24 m larger, Tact. Diameter 11 m smaller than without rotor
Hardover to starboard Rotor at 263 RPM	250 m	195 m	Fully complying with MSC.137; Advance 10 m larger, Tact. Diameter 55 m larger than to port with rotor

Turning Circle	Advance	Tact. Diameter	Result
Sea Trial: Rudder hardover to port Rotor stopped	216 m	151 m	Reference values
Sea Trial: Rudder hardover to port Rotor max. RPM	240 m	140 m	Difference Advance: +24 m Difference Tact. Diam.: -11 m
Simulator ref. 5.3.2.9 : Rudder hardover to port Rotor stopped	341 m	346 m	Reference values
Simulator ref. 5.3.2.9 : Rudder hardover to port Rotor max. RPM	346 m	328 m	Difference Advance: +25 m Difference Tact. Diam.: -18 m

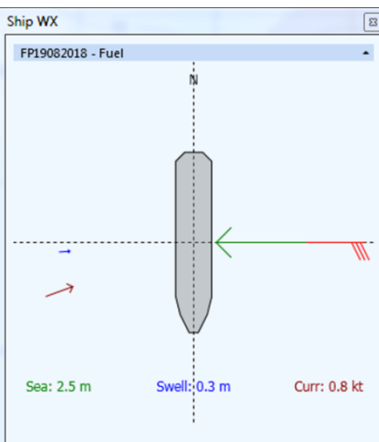
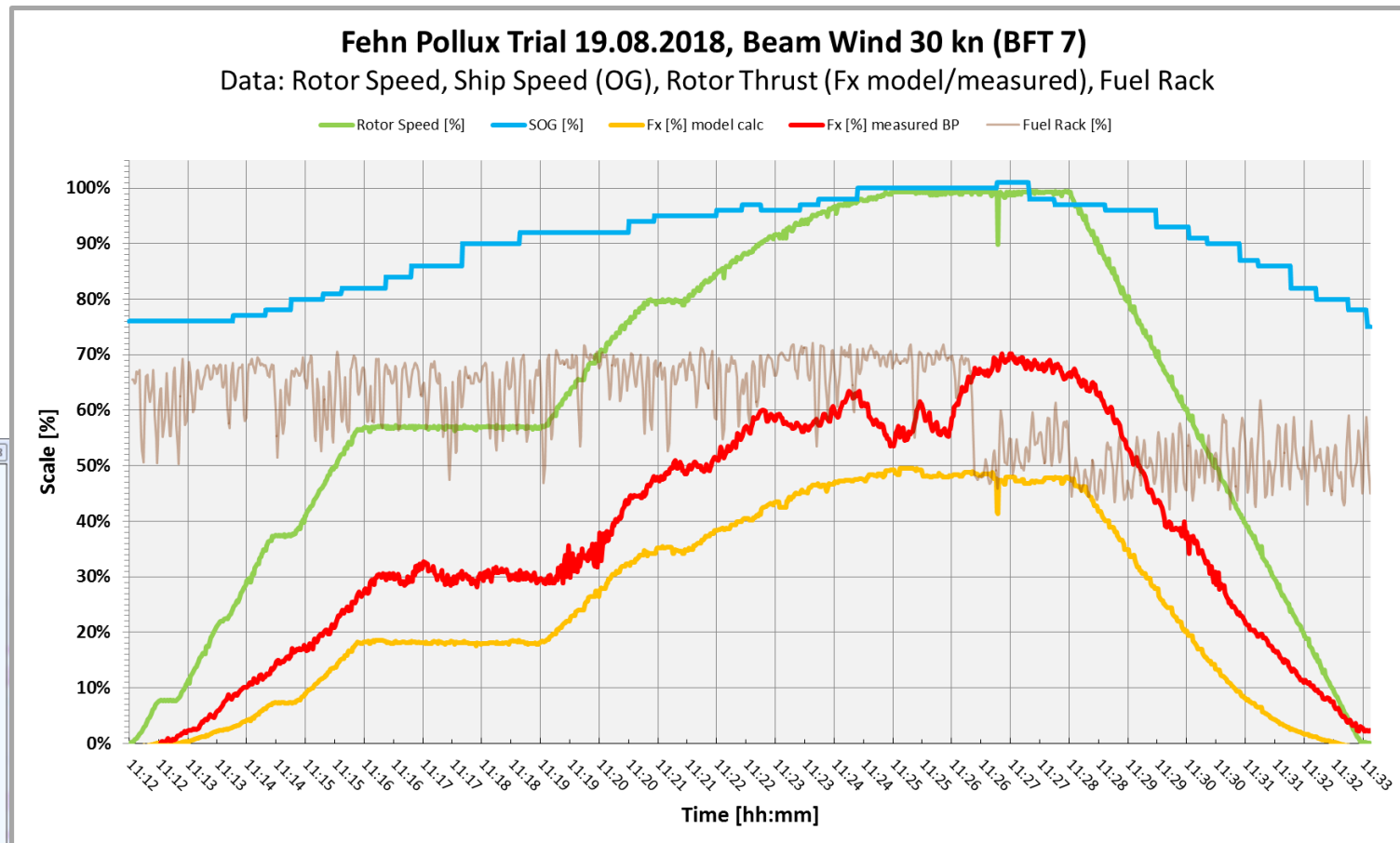
See-Erprobung „Fehn Pollux“

- Messung von Leistungskennwerten
 - Prinzip



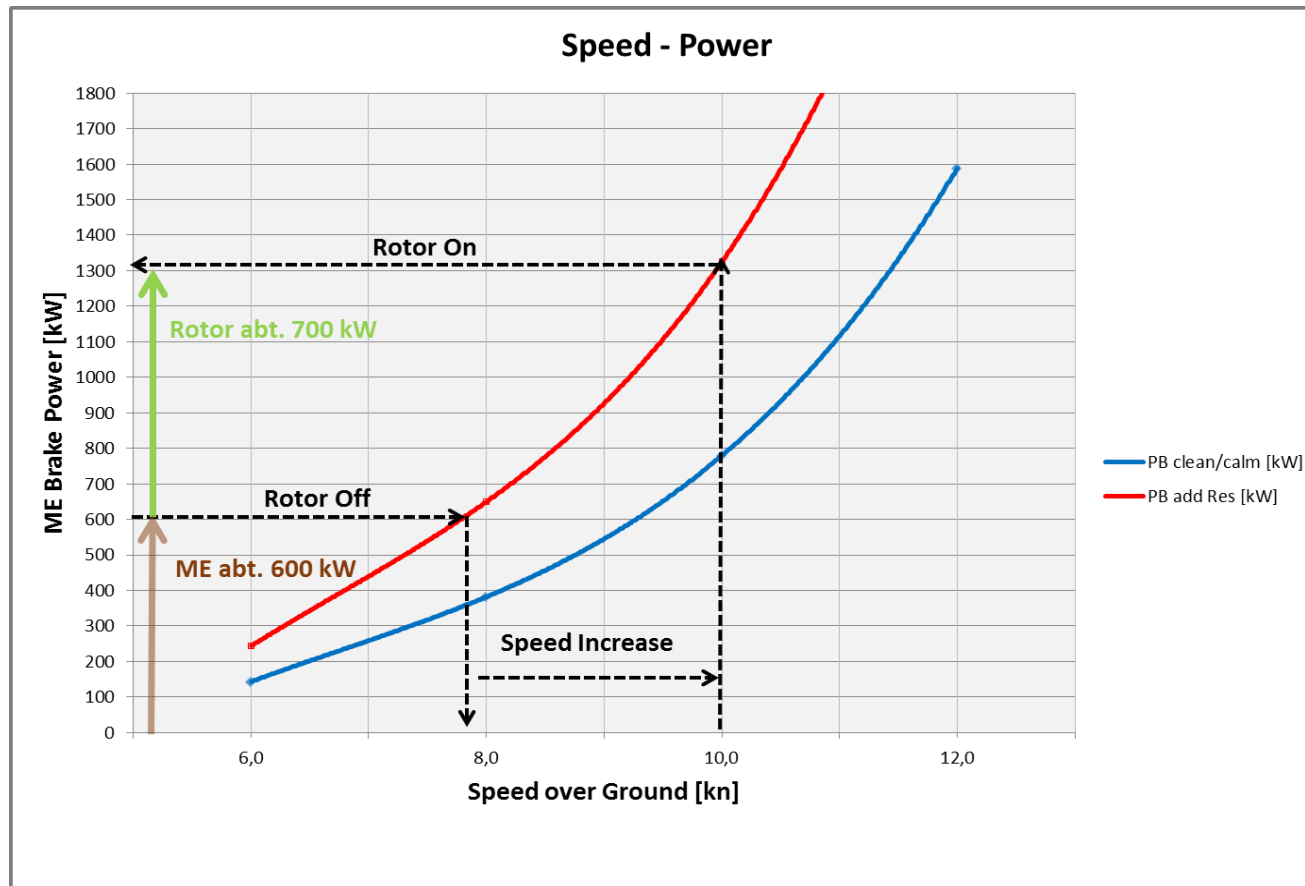
See-Erprobung "Fehn Pollux"

- Signifikant höherer Rotorschub als berechnet



See-Erprobung "Fehn Pollux"

- Test am 19.08.2018: Wind 30 kn (BFT 7) von quer
 - Abschätzung der Rotorleistung @ Rotor Speed 100%

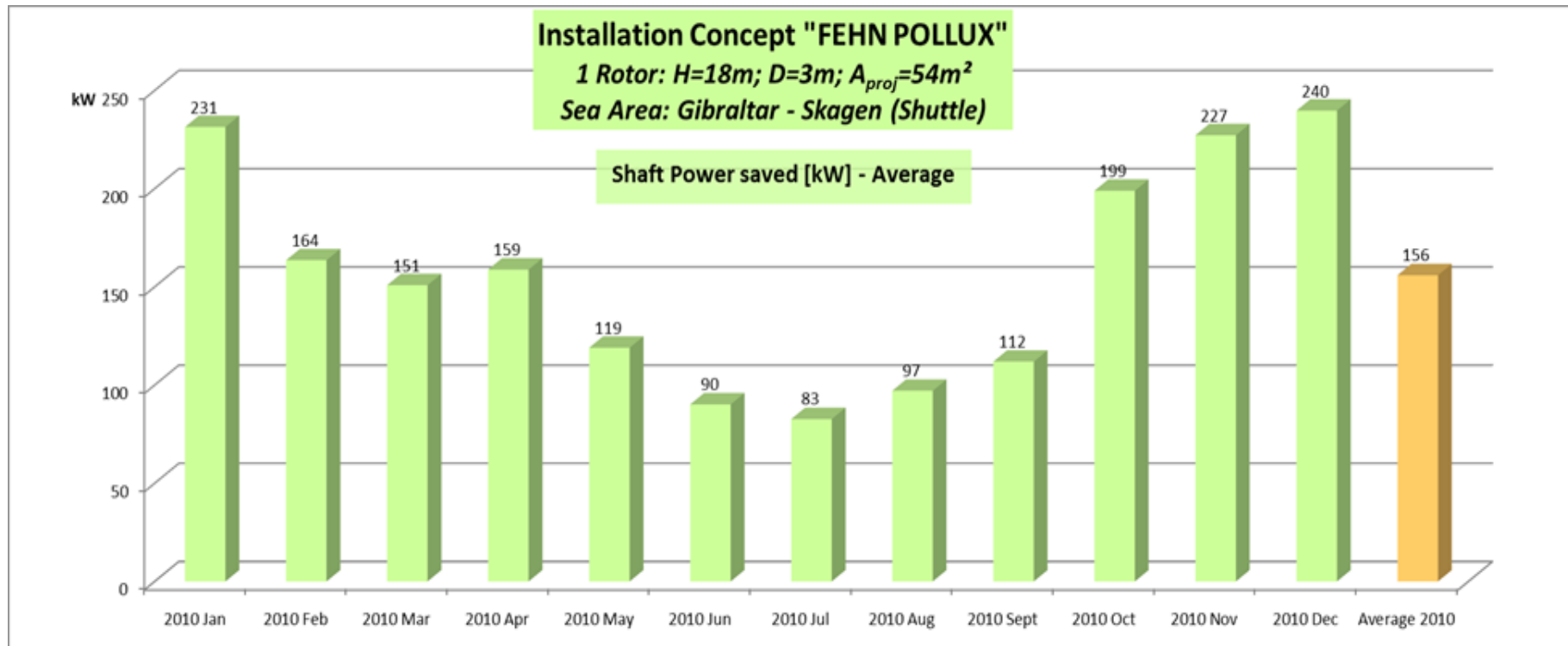


See-Erprobung “Fehn Pollux”

- **Zusammenfassung der Rotorleistung (Trend)**
 - **Signifikant höherer Rotorschub als modelliert**
 - **Peak Thrust: abt. 70 kN @ BFT 7 abeam (so far)**
 - **Peak Power: abt. 700 kW (ME Equivalent) @ BFT 7 abeam**

Leistungsprognose - Durchschnitt

- Prädiktion der jährlichen Durchschnittsleistung
 - Voyage Simulation



Leistungsprognose - Durchschnitt

- **Durchschnittsleistung (Trend)**
 - **Für “Fehn Pollux” Konzept (Eco-Flettner)!**
 - **Basiert auf Messungen der Erprobung (Trend)**
 - **Abhängig von Windbedingungen (Wind + Kurs + Fahrt)**
 - **Rotor im Auto-Mode (Optimum)**

Medium / Good Conditions	Good / Very Good Conditions
<p data-bbox="278 789 915 915">2 kW ME-Equivalent Power per 1 m² of projected Rotor Area (H x D)</p> <p data-bbox="452 968 741 1046">e.g. Fehn Pollux 108 kW</p> <p data-bbox="330 1058 857 1090">About 16.6 % @ 650 kW MCR</p>	<p data-bbox="1031 789 1785 915">2.5 – 3+ kW ME-Equivalent Power per 1 m² of projected Rotor Area (H x D)</p> <p data-bbox="1263 968 1553 1046">e.g. Fehn Pollux 135 – 162+ kW</p> <p data-bbox="1078 1058 1736 1090">About 20.8 % - 24.9+ @ 650 kW MCR</p>

Andere Flettner-Projekte

- **E-Ship 1 (2010)**
 - **4 rotor sails 25m x 4.30 m (Enercon, D)**
 - **15% fuel savings per annum (report)**



Andere Flettner-Projekte

- **Viking Grace (2018)**
 - 1 rotor sails 24m x 4 m (Norsepower, Finland)
 - 300 t of fuel savings per annum (claimed)



Andere Flettner-Projekte

- **Maersk Pelican, Tanker (2018)**
 - **2 rotor sails 30x5m (Norsepower, Finland)**



News +++ News +++ News

- **Afros, Bulk Carrier (2018)**
 - **4 rotor sails, installed on rails! (Anemoi, UK)**



Kaohsiung, Taiwan
Unloading coal
Ship cranes, port side

Fazit

- **Das hohe Leistungspotenzial von Flettnerrotoren wurde nachgewiesen.**
- **Alle Anforderungen des modernen Schiffsbetriebs werden erfüllt.**
- **Die breite Einführung in der Schifffahrt benötigt Starthilfe.**
 - **CO2 Bonus/Malus etc.**
- **Deutschland hat (noch) eine weltweite Spitzenposition im Know-How, verliert jedoch zunehmend Boden bei der Markterschließung.**

Zum Schluss: Optionen

- **1. Vielen Dank!**

- **2. Fragen und Diskussion**

- **3. Video-Clip “Sailing 4.0” (2.5 Min)**

Sailing 4.0



ECO FLETTNER™