

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

Fallstudie | VACON® NXC Air Cooled Drive

Nachrüstung von Batterien **spart**  
nicht nur **Treibstoff**, sondern  
**verbessert** auch **die Luftqualität**



Verringerung des  
Treibstoffverbrauchs um

**20.000**  
Liter

nach Umstellung  
der Fähren auf Elektro-  
Hybrid-Antrieb

[drives.danfoss.de](http://drives.danfoss.de)

**VAGON®**

# Dänemarks kürzeste Fährverbindung leistet **Pionierarbeit** in Sachen **Batterieantrieb**

Seit 1958 verbindet die kürzeste Fährverbindung Dänemarks die Insel Venø in Nordjütland mit dem dänischen Festland. Bei der heute nur zwei Minuten dauernden Überquerung der schmalen, jedoch ganze 17 Meter tiefen Meerenge bietet sich eine malerische Aussicht.

Seit 2010 bringt die Venø-Fähre alle 30 Minuten rund 36.000 mal pro Jahr Fahrgäste von einem Ufer zum anderen. Sechs Jahre lang erfolgten Stromerzeugung und Antrieb mit Dieselkraftstoff, bei einem Verbrauch von 90.000 Litern pro Jahr. In dem Bestreben, Kosten einzusparen und einen nachhal-

tigeren Betrieb umzusetzen, suchte der Fährbetrieb nach Lösungen, um den Treibstoffverbrauch für die Hilfsstromgeneratoren zu senken. Dieser Prozess war ein gemeinsames Entwicklungsprojekt von Danfoss Drives, EPTechnologies, Super B, Hvide Sande Shipyard und dem Vertragspartner Vest-El, im Rahmen dessen die Fähre einer entsprechenden Prüfung unterzogen, Batteriestromversorgung und Leistungsumwandlung umfassend getestet und die Fähre schließlich mit einem maßgeschneiderten Hybrid-Stromerzeugungssystem ausgestattet wurde.

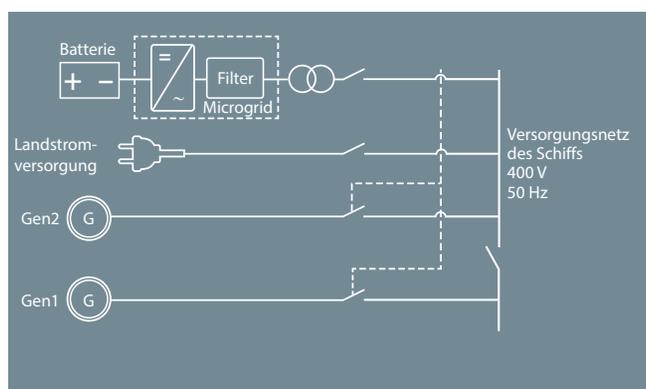
## Von 19 Stunden Diesel-Antrieb ...

Vor der Umrüstung deckten die beiden Diesel-Hilfsgeneratoren den Energiebedarf für Hotellast, Brückenausrüstung, Maschinenraumpumpen, Feuerlöschanlage und andere Systeme. Mit einer für Worst-Case-Szenarien wie Feuer an Bord ausgelegten Kapazität von  $2 \times 86$  kW lag die typische Last bei 12 kW, mit einem recht hohen Kraftstoffverbrauch von 300 g/kWh. Zur Deckung des Bedarfs liefen die Generatoren täglich 19 Stunden.

## ... zu nur noch 20 Minuten

Heute sorgt bei den Überquerungen des 200 Meter breiten Kanals von Struer zur Insel Venø eine Batteriebank für die Stromversorgung auf der Fähre. Zur Maximierung der Ladezeit schließt die Besatzung die Batteriebank direkt nach Erreichen des Fährhafens an die Landstromversorgung an. Auf diese Weise können die Batterien aufladen, während die nächsten Fahrgäste an Bord gehen.

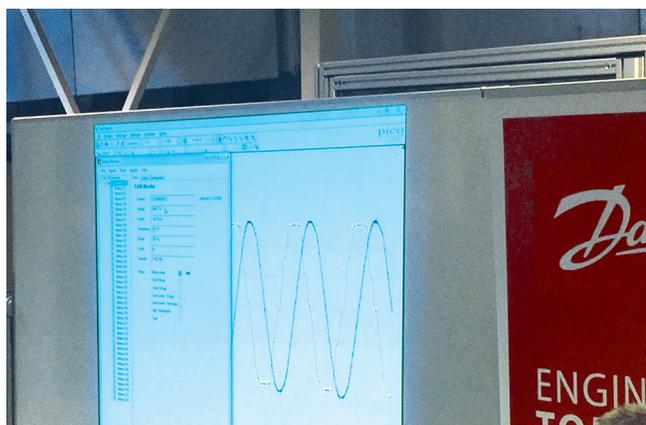
Dank der aus 88-kWh-Batterien bestehenden Batteriebank beginnen die Hilfsgeneratoren erst dann automatisch mit dem Aufladen der Batterien, wenn die Batterieleistung sinkt. Der Kraftstoffverbrauch ist auf 209 g/kWh gesunken und die Generatoren laufen täglich nur noch 20 Minuten!



Vereinfachte schematische Darstellung des Hybrid-Stromerzeugungssystems.

## Umfassende Tests

Vor der Umrüstung wurde das System von Danfoss Drives mithilfe eines Prüfstands zur Simulation des Generators eingehend getestet. Bei diesem Test kamen die echte Batterie und das echte Microgrid zum Einsatz. Die Last des Schiffes wurde mithilfe eines Danfoss-Frequenzumrichters mit einem Lastwiderstand und Elektromotoren simuliert. Danfoss und EPTechnologies führten die betriebswirtschaftlichen Berechnungen durch und veranschlagten die beim Batterie-Hybrid-Betrieb zu erwartende Verringerung des Kraftstoffverbrauchs.



Prüfstandssimulation des Super-B-Batteriesystems und des VACON® NXC Microgrid-Umrichters bei Danfoss Drives.



Es ist die erste Fähre dieser Art in Dänemark, bei der die Stromversorgung der elektrischen Ausrüstung nun primär über die Batterien erfolgt, die zwischen den Fahrten zum Aufladen an die Landstromversorgung angeschlossen werden. Durch die im Jahr 2016 erfolgte Umstellung vom reinen Dieselantrieb auf Hybridantrieb ist der Dieselverbrauch pro Jahr um 20.000 Liter – nämlich von 90.000 Liter auf 70.000 Liter – gesunken.  
**Søren Adersen, Betriebsleiter**

## Redundanter Antrieb

Die Doppelendfähre wird von zwei identischen, sich jeweils an den Schiffsenden befindlichen Volvo Penta-Schiffsdieselmotoren mit Schottel-Propellergondeln angetrieben; jeder Motor hat seinen eigenen Maschinenraum. Der Dieselantrieb ist vollständig redundant.



Volvo Penta-Schiffsdieselmotor.



Søren Adersen erklärt das Leistungsumwandlungssystem, bei dem ein VACON® NXC Air Cooled-Microgrid-Umrichter zum Einsatz kommt. Die Batteriebank befindet sich auf der linken Seite.

## Das Herz der Hybridlösung

Der Batteriebetrieb wurde dank einer feuerbeständigen Batteriebank und zuverlässiger VACON® NXC-Frequenzumrichter möglich. Die beiden vorhandenen Dieselantriebssysteme verblieben an ihrem Platz und als Einbauort für das Batteriesystem, die Transformatoren und die VACON® NXC-Frequenzumrichter diente eine freie Fläche unter den Decks.

Die von EPTechnologies gelieferte Super B-Batteriebank wurde strengen Brandschutzkriterien entsprechend ausgewählt.

Daher fiel die Wahl auf den sichersten erhältlichen Batterietyp: LiFePO4. Diese Batterien sind so konzipiert, dass ein Brand in einer Zelle nicht auf die anderen Zellen übergreifen kann.

Zudem haben diese Batterien bei einer gleichzeitig hohen Anzahl an Ladezyklen eine lange Lebensdauer von mindestens zehn Jahren (1 Zyklus = von vollständig geladen bis vollständig entladen bis wieder vollständig geladen).



Die Besatzung schließt die Batteriebank an die Landstromversorgung an, um den Ladevorgang zu starten.



Auf der Brücke

## Aus der Verlust- in die Gewinnzone

Nachdem der Fährbetrieb viele Jahre lang ein Verlustgeschäft war, schreibt der Fährbetreiber, die Stadt Struer, heute mit jährlichen Kraftstoffeinsparungen von 20.000 Litern schwarze Zahlen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Investition in den Batterieantrieb innerhalb von weniger als acht Jahren amortisiert und sich der auf Dauer geringere Kraftstoffverbrauch im Anschluss direkt positiv auf das Betriebsergebnis der Fähre auswirkt. Gleichzeitig werden Einsparungen bei der Batterielebensdauer von über 40.000 Euro erwartet.

Und als direktes Ergebnis des verringerten Dieserverbrauchs sinken auch die Emissionen.

Ein weiterer Vorteil der Hybridlösung besteht darin, dass der Maschinenraum nun in der Regel unbemannt ist. Da die meiste Zeit keine Besatzungsmitglieder anwesend sind, kann die Tür zum lauten Maschinenraum offen bleiben. Der gesamte Bereich unter Deck wird somit nun von den Motoren geheizt, sodass kein zusätzliches Heizsystem notwendig ist. Auf diese Weise lassen sich an kalten Tagen während sechs Monaten im Jahr Heizkosten sparen.

Die Winter an Bord können hart sein, doch der Fährbetriebsleiter, Søren Adsersen, ist das ganze Jahr über bester Dinge: „Für uns ist das Ganze ein großer Erfolg. Mit einer Kostenneutralität innerhalb von acht Jahren sind wir voll und ganz zufrieden“, ergänzt er lächelnd.

## Beteiligte Akteure

Danfoss Drives hat mit einigen weiteren Lieferanten und Dienstleistern zusammengearbeitet, um für die Umrüstung auf Hybridantrieb die optimale technische Lösung zu entwickeln:

**EPTechnologies** entwickelt und fertigt Schiffskontrollsysteme und Hybrid-Batterie-Lösungen unter Verwendung von Super B-Batterien. [www.epotechnologies.dk](http://www.epotechnologies.dk)

**EPTechnologies**  
Energy Power Technologies

**Super B:** „Die branchenweit sichersten Batterien zu bieten“ – das ist das Credo von Super B, einem 2004 gegründeten Batteriehersteller. Um ein hohes Maß an passiver Sicherheit zu erreichen, sind die Batterien aus extrem hochwertigen LiFePO4-Zellen hergestellt und verfügen über ein Gehäuse, das sowohl extremen Umgebungsbedingungen als auch unsachgemäßem Gebrauch standhält. [www.super-b.com](http://www.super-b.com)

**SUPER B**  
lithium batteries

**Hvide Sande Shipyard:** Hvide Sande Shipyard ist auf den Bau und die Wartung einer großen Bandbreite von Schiffen spezialisiert. Hier sind ausgewiesene Fachleute für maßgeschneiderte Neubauten aus Glasfaser, Aluminium, Stahl und Holz tätig. [www.hvsa.dk](http://www.hvsa.dk)

**HVIDE SANDE**  
Shipyard · Steel · Service

**Vest-El:** Elektro-Vertragspartner mit Expertise im Bereich elektrischer Anlagen auf Schiffen, in der Industrie und in Haushalten. [www.vest-el.com](http://www.vest-el.com)

**VEST·EL**  
HVIDE SANDE A/S

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.