

# Elektrische Fährschiffe und batteriebetriebene Flugzeuge

| Torsten Seemann, Siemens AG

# Elektrischer Antrieb auf „Schiffen“ bereits seit 1886

## Keine neue Idee.....

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



### Historische Daten

Eigner: Siemens & Halske  
Bauwerft: F. Holtz, Harburg  
Stapellauf: 1886  
Länge: 11,5 m  
Breite: 2 m  
Maschinenanlage: Elektromotor  
Geschwindigkeit: 7,5kn (14km/h)  
Zugelassene Passagierzahl: 25

**Die Electra** - elektrisch angetriebenes Versuchsboot der Firma Siemens & Halske, das 1886 Erprobungsfahrten auf der Spree zur Lösung des Nahverkehrsproblems in Berlin (1'3 Mio. Einwohner) durchführte.

Quelle: Wikipedia

# Pionier für grüne Lösungen im Schiffsbau

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

## Emissionsfreie Fähre „MF Ampere“

Kapazität      Distanz      **Treibstoffkosteneinsparung**

 **120**     **6 km**  
 **360**    (in 20 min.)

**60%**

Betrieb seit März 2015

## „Elfrida“ für die Fischzucht

Distanz

 **12 km**  
(in 50 min.)

Betrieb ab Feb. 2017

## Zwei Fähren für Fosen Namsos

Kapazität      Distanz

 **130**     **8 km**  
 **390**    (in 25 min.)

## Fischerboot „Karoline“

**Dieserverbrauch**

**0,041**  **pro Kilo Fisch\***

\*gemessen anhand der ersten 30 Betriebstage

## Fähre für FinFerries

Kapazität      Distanz

 **90**     **1,6 km**  
 **372**

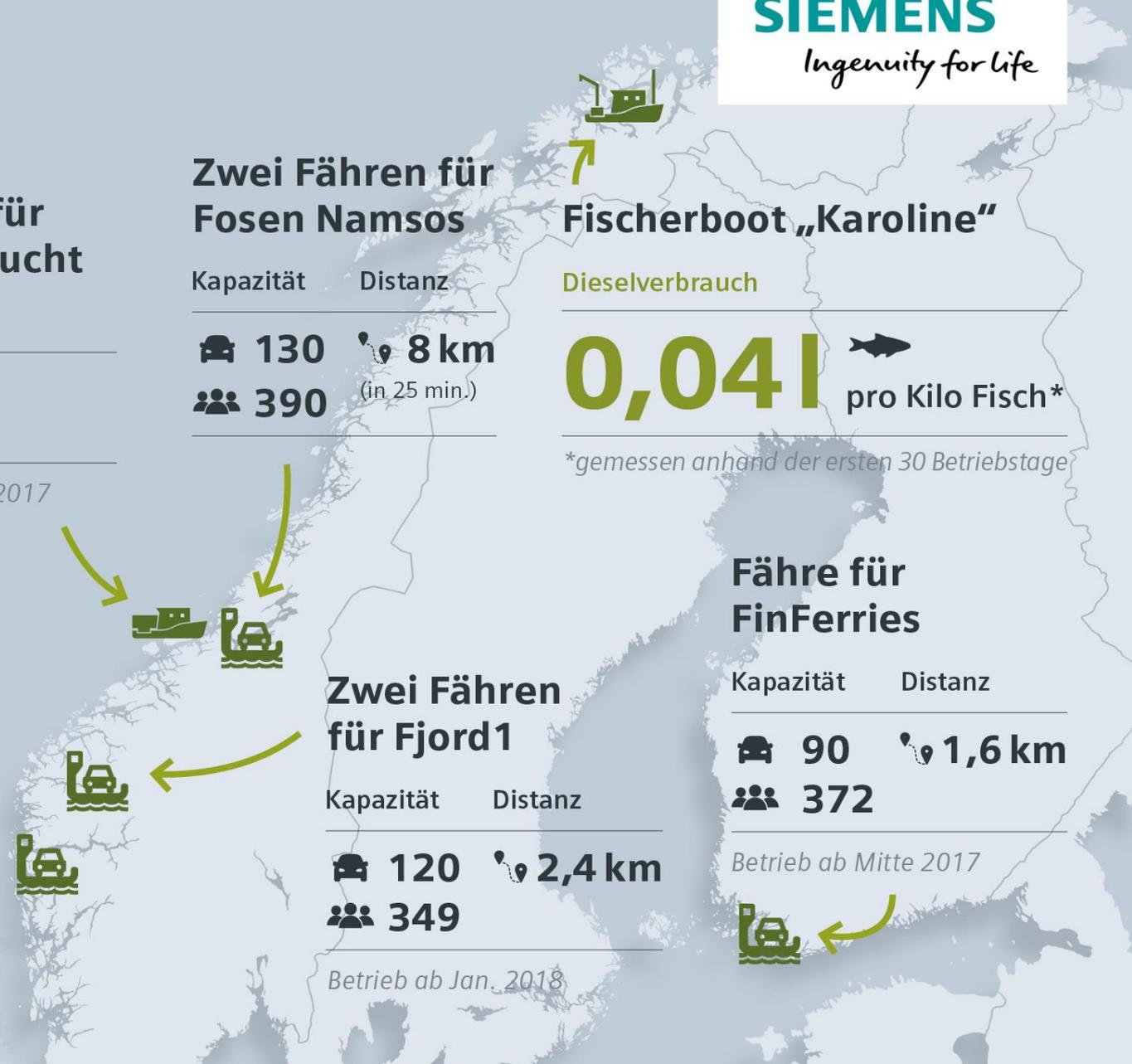
Betrieb ab Mitte 2017

## Zwei Fähren für Fjord1

Kapazität      Distanz

 **120**     **2,4 km**  
 **349**

Betrieb ab Jan. 2018



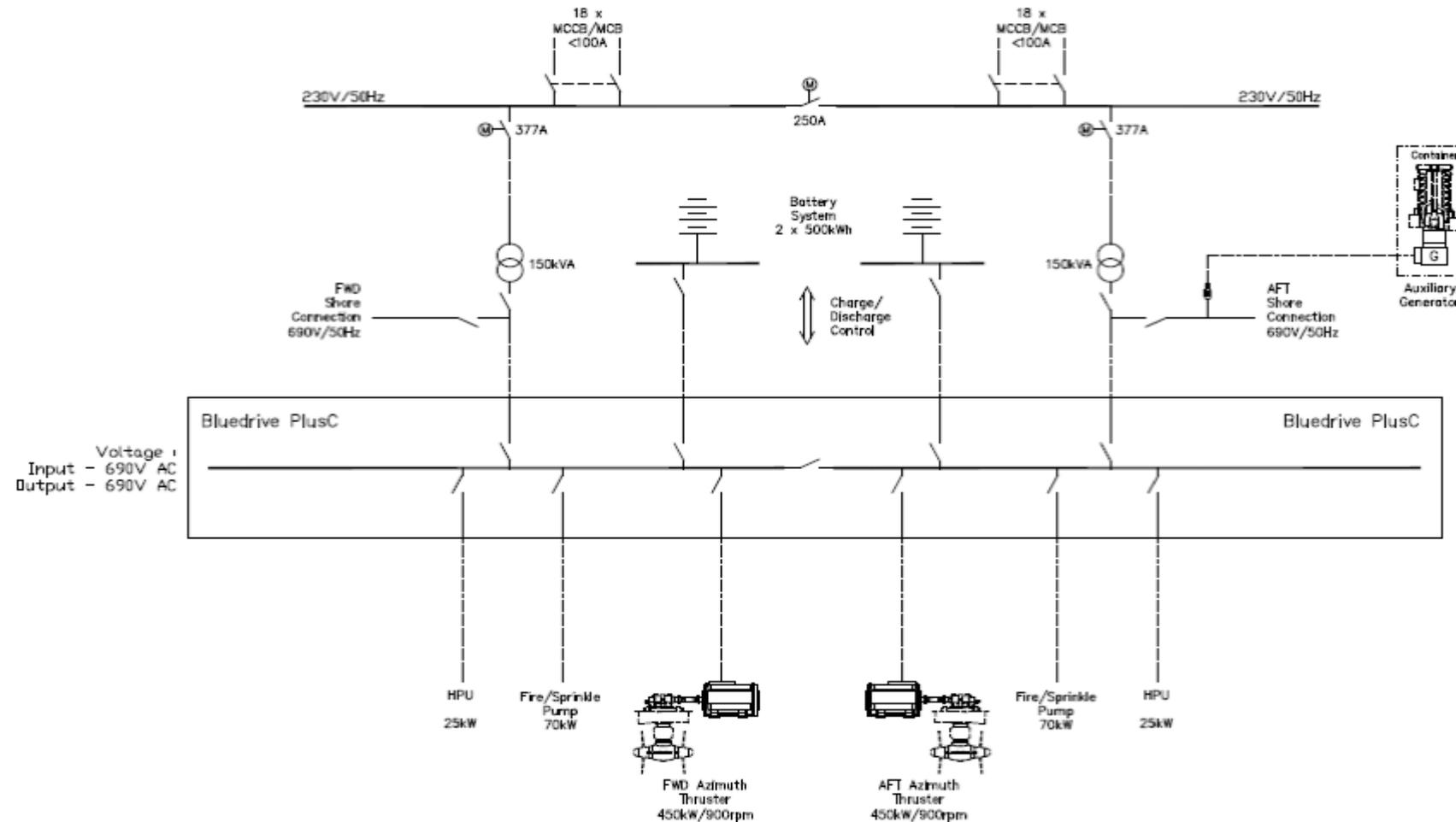


## Ampere – Weltweit erste Elektrofähre

Meilenstein auf dem Weg hin zu emissionsfreien Fahren

# Norled Elektrofähre Ampere Daten & Fakten

- Länge: 80m
- Breite: 20m
- Transportkapazität: 120 Fahrzeuge
- Personenkapazität: 360
- Schiffsrumpf: Aluminium
- Antriebe: 2 je 450 kW – rein elektrisch
- Onboard Batterie: 2 x 500 kWh
- Verbrauch: 150 kWh pro Route
- Distanz pro Route: 6 km
- Routentakt: 34 mal am Tag
- Fahrzeit: ~20 Minuten
- Ladestationen: 2  
(260 kWh) jeweils an den Endpunkten
- Regelbetrieb: seit 2015
- Im Vergleich zur Dieselfähre:
- CO<sub>2</sub>-Vermeidung: 570 Tonnen
- SO<sub>x</sub>-Vermeidung: 15 Tonnen



# Norled Elektrofähre Ampere Fährverbindung Sognefjord – Larvik-Oppedal

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*





## Fjord1 – zwei weitere rein-elektrische Fähren

# Zwei weitere rein elektrische Fähren – Fjord1 MF Gloppefjord und MF Eidsfjord

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Länge: 106m

Breite: 17m

Transportkapazität: 120/ 130 Fahrzeuge

Personenkapazität: 349 / 395

Schiffsrumpf: Stahl

Antriebe: rein elektrisch, 2 x 950 kW

Onboard Batterie: 1040 kWh

Verbrauch: 75-115 kWh pro Route  
je nach Wetterlage

Distanz pro Route: 2,4 km

Fahrzeit: 15-20 Minuten

Routentakt: 40/ 68

Ladestationen: 1500 kW

über Landanschluss

Regelbetrieb: seit 2018

# Umweltfreundlich durch den Fjord Zwei Plug-In Hybridfähren Fossen-Namsos

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Das Trondheimfjord ist der drittlängste Fjord Norwegens. Hier sind die zwei neuen, elektrisch angetriebenen Fähren der Fosen-Namsos Sjø AS angesiedelt. 106 Meter lang und gebaut in der Mykelbust Werft.

Länge: 106 m

Breite: 17m

Transportkapazität: 120 Fahrzeuge

Personenkapazität: 390

Schiffsrumpf: Stahl

Antriebe: Batterie hybrid, 2 x 1200 kW

Onboard Batterie: 2140 kWh

Verbrauch: 300-400 kWh pro Route  
je nach Wetterlage

Distanz pro Route: 7,2 km

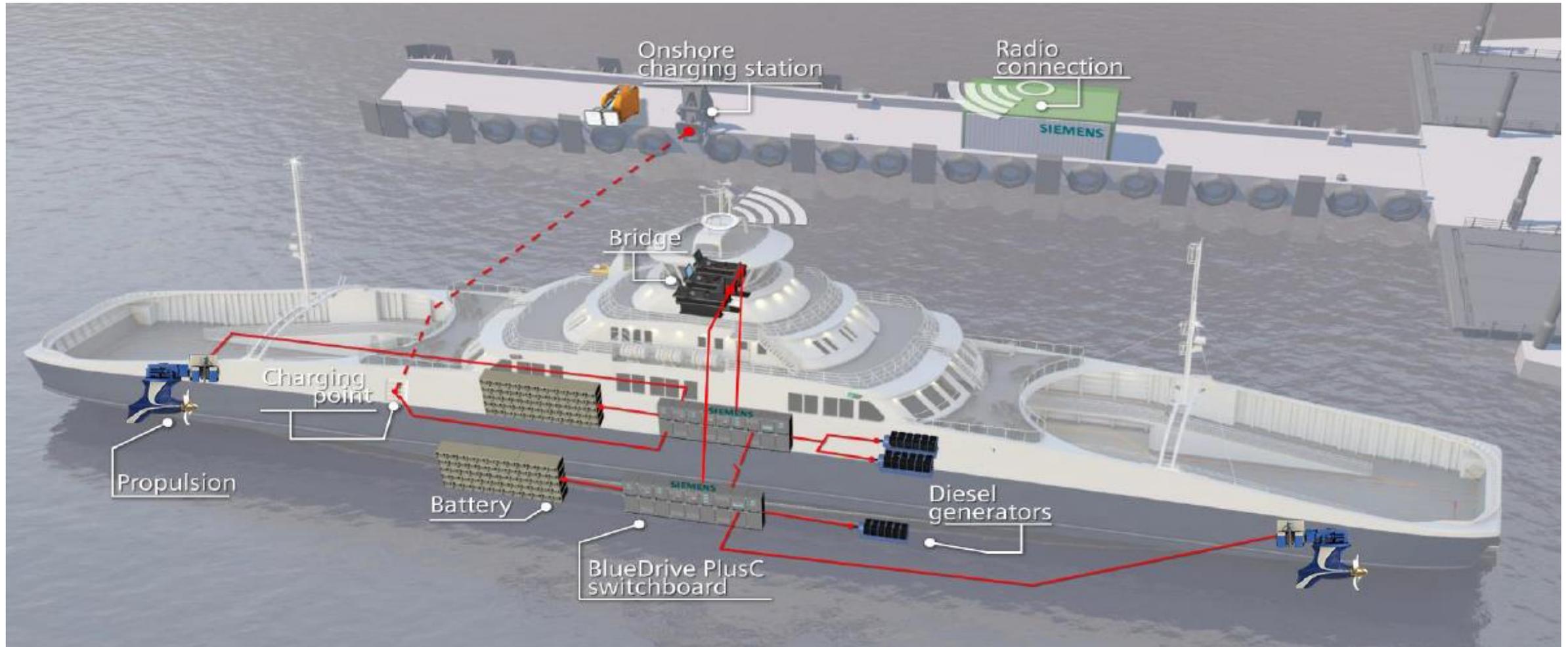
Fahrzeit: 30 Minuten

Routentakt: 30/ 48

Ladestationen: 4500 kW  
über Landanschluss

Regelbetrieb: seit 2018

# Das Antriebskonzept in der Übersicht





# Finferries – Hybridfähre „Elektra“

Erste batterie-betriebene Autofähre in Finnland

# Finferries – Hybridfähre Elektra Verkehrt zwischen Nauvo und Parainen im Scherengebiet Turku

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Länge: 90m

Breite: 16m

Transportkapazität: 90 Fahrzeuge

Personenkapazität: 390

Schiffsrumpf: Stahl

Antriebe: 2x E-Antriebe

Diesel: 3x 420 kW (Notbetrieb)

Batterie: 2x 530 kWh

Distanz pro Route: 1,6 km

Routentakt: 15 Minuten

Ladestationen: über Landanschluss

Ladedauer: ~ 5 Minuten

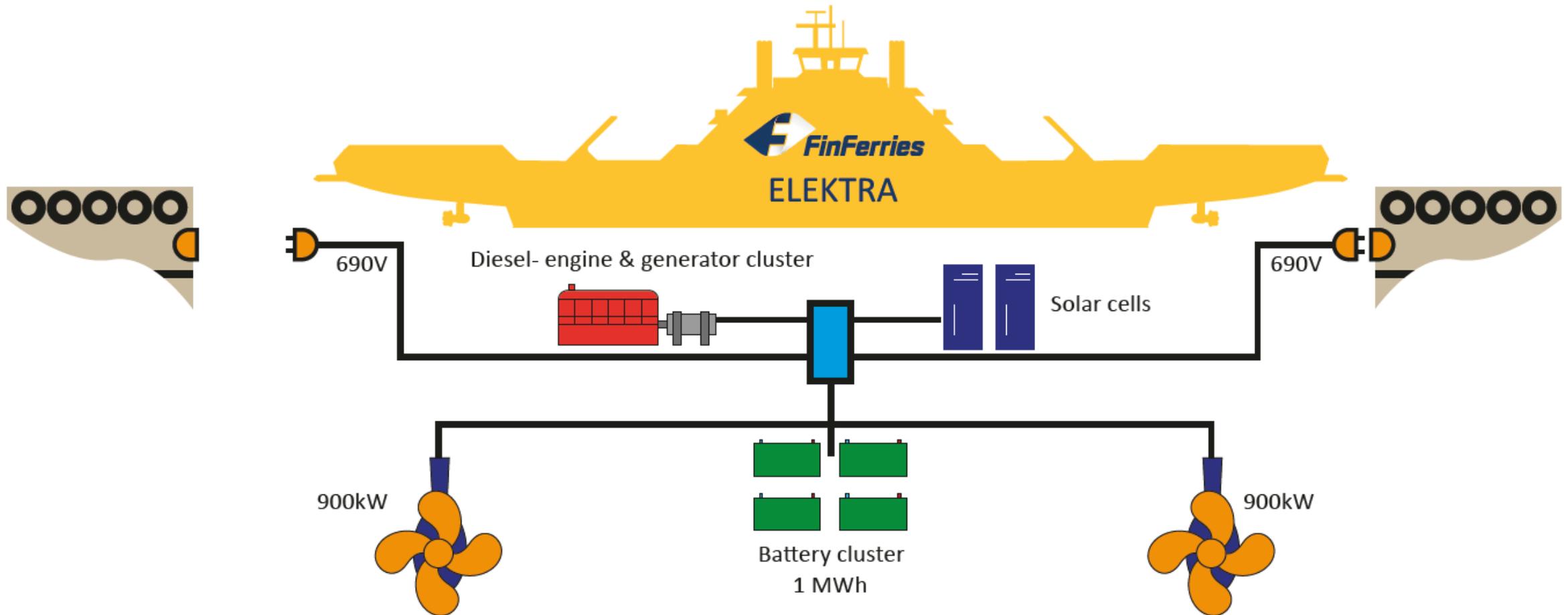
Regelbetrieb: seit 2017

## Ökobilanz:

60% Emissionsreduzierung

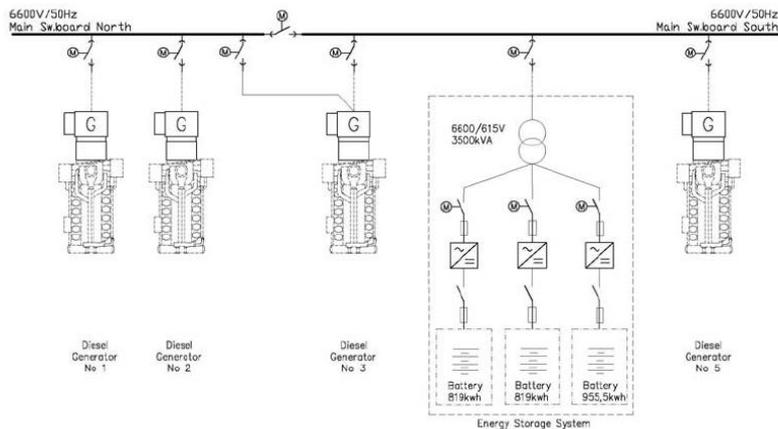
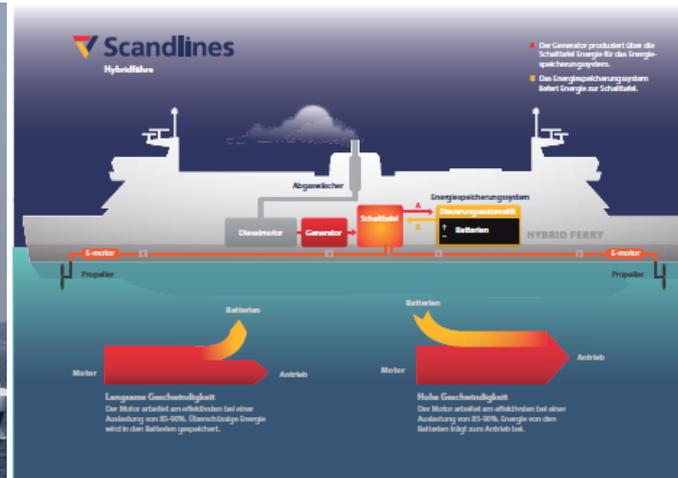


# Finnferries „Elektra“ Überblick Antriebskonzept



# Scandlines – Weltweit größte Hybrid-Fähre

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



## Fakten

- Batteriepack: 399 Lithium-Polymer-Batterien mit je 6,5 kWh
- Gesamtbatteriekapazität: 2,7 MWh
- Partner: Corvus Energy und Siemens
- EU-Unterstützung: Hybrid-Antrieb und Schadstoff-Reinigungssystem mit 6,4 Millionen Euro von der Europäischen Kommission im Rahmen der transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) kofinanziert

„Das Hybrid-Antriebssystem auf Puttgarden-Rødby ist das Schlüsselement unserer Strategie für nachhaltigen Fahrverkehr. Es ist das erste Mal, dass ein Fahrbetreiber eine solche Technologie in dieser Größenordnung einsetzt.“

Wir sind stolz, dass Scandlines in diesem Bereich die Vorreiterrolle einnimmt. Wir lernen enorm viel davon und freuen uns auf die weiteren Schritte in Richtung null Emission.“

Søren Poulsen Jensen,  
CEO Scandlines

## Diesel elektrische Fähre mit Batterien

<b>Länge</b>	110.20 m
<b>Breite</b>	28.20 m
<b>Passagiere</b>	1250
<b>Fahrzeuge</b>	244
<b>Prop. Power</b>	2 x 11 MW
<b>Batteriekapazität</b>	2,700 kWh
<b>Genset power</b>	4 x 3,000kWe

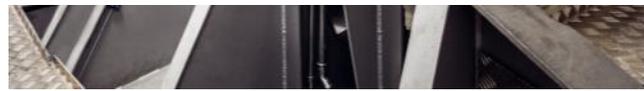
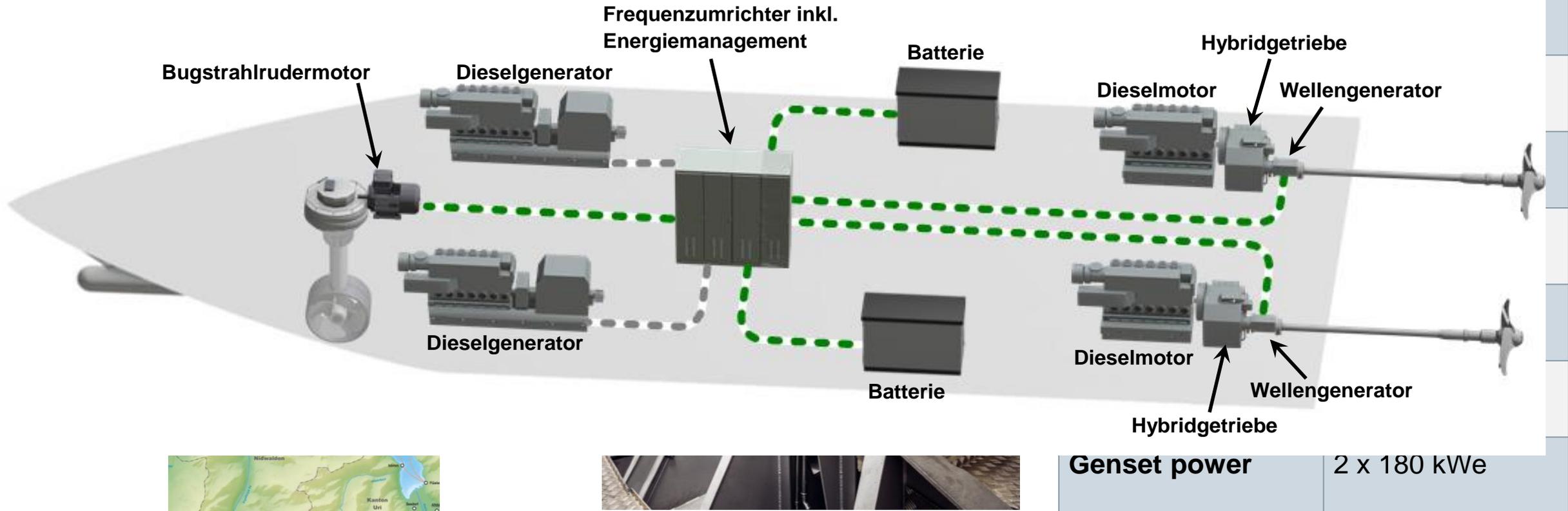
# Ausflugsschiff MS Diamant – Die modernste ihrer Art

## 25% Kraftstoffeinsparung mit Hybrid Antriebstechnologie

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



**Hybrid Ausflugsschiff mit Batterietechnologie**

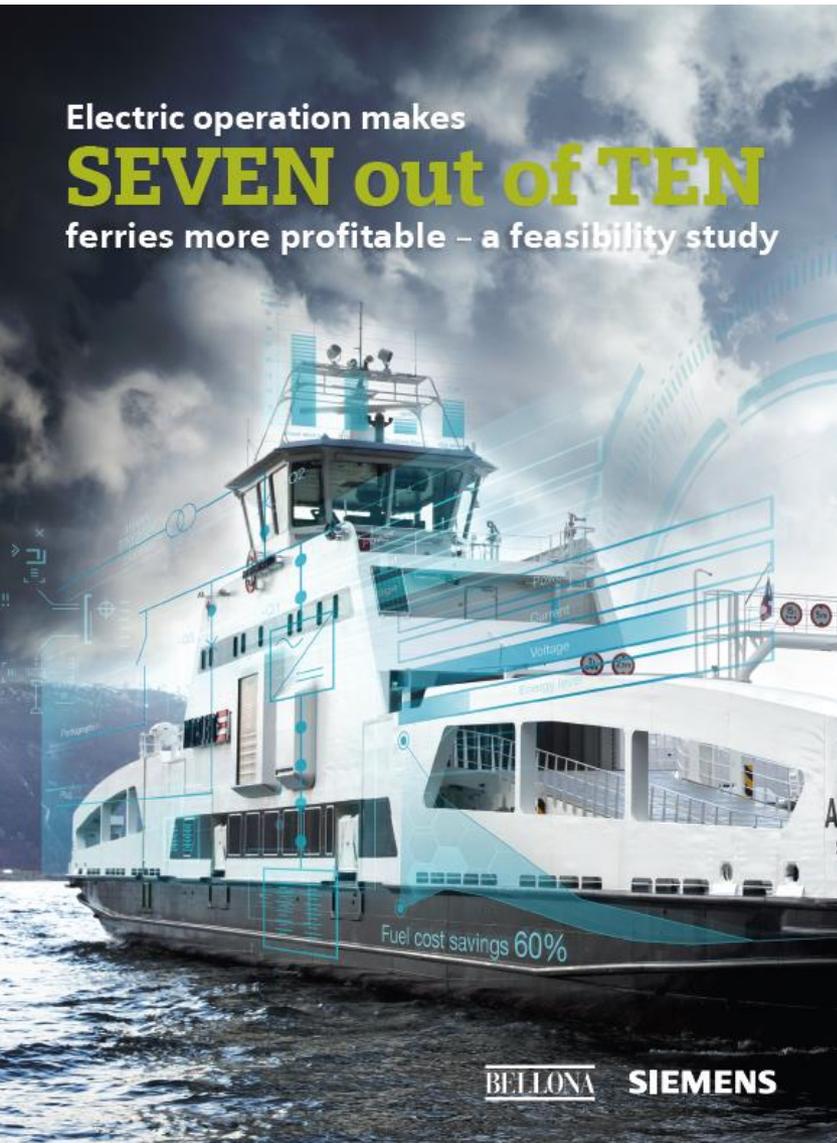


# Siemens AG – Machbarkeitsstudie Norwegen

## 180 Fährverbindungen gemeinsam mit Bellona untersucht

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Electric operation makes  
**SEVEN out of TEN**  
ferries more profitable – a feasibility study



Von **180 Fahren** in Norwegen haben **84** eine Überfahrtzeit von **weniger als 35 Minuten** und betreiben mindestens 20 Fahrten auf jeder ihrer 61 verschiedene Routen innerhalb von 24 Stunden.

**Dieses Betriebsprofil macht batteriebetriebene Lösungen wirtschaftlich.**

**43 Fahren**, die auf 32 Routen verkehren, haben Betriebsprofile, **die Hybridlösungen wirtschaftlich machen.**

**300.000 t**  
**CO2 Reduzierung**

**60% Treibstoffkosten**  
**Einsparung**

**8.000 t**  
**NOx Reduzierung**

**>70%**

**127 der 180 norwegischen Fahren lassen sich wirtschaftlich durch batteriebetriebene oder hybride Alternativen ersetzen.**

# Weitere Expertisen, Links und Studien zum Einsatz von elektrischen Fähren

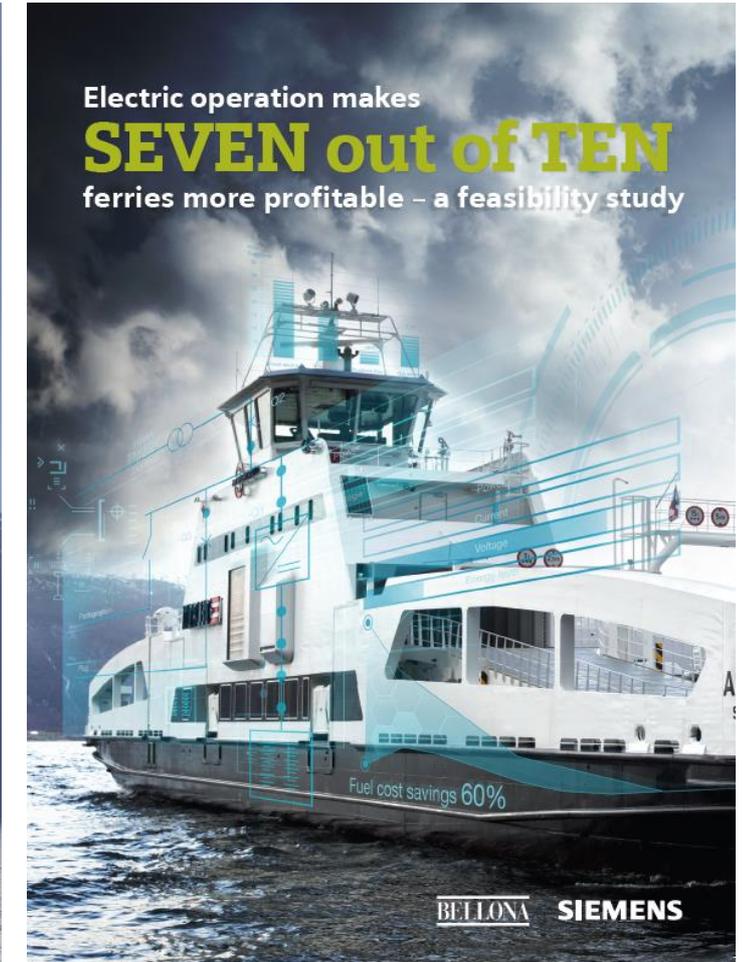
**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

## Internet Link:

[www.siemens.com/presse/e-ferry](http://www.siemens.com/presse/e-ferry)

## Picture of the Future:

[www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/mobilitaet-uns-antriebe/electromobility-hybridschiffe.html](http://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/mobilitaet-uns-antriebe/electromobility-hybridschiffe.html)





**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



A Siemens electric aircraft, registration D-EPWR, is shown in flight. The aircraft is white with teal accents and features the Siemens logo and name on the fuselage and tail. The registration number D-EPWR is visible on the side of the fuselage. The aircraft is flying over a landscape with fields and a body of water, with a bright sun in the sky.

# Elektrisches Fliegen

Torsten Seemann | Siemens AG

© Siemens AG 2018

[siemens.com](https://www.siemens.com)

Unrestricted © Siemens AG 2018. All rights reserved

# Siemens AG – was wir tun

## Elektrisches Fliegen: Ein Traum wird Wirklichkeit

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



„Es geht darum, das Unmögliche möglich zu machen“ <

Dr. Frank Anton, Head eAircraft

# Ein historischer Meilenstein in der Fluggeschichte Elektrisches Fliegen mit der Extra 330 LE

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



**2015** – **erster Flug** mit vollelektrischem Antrieb

**2016** – **Weltrekord im Leistungsgewicht:**  
Mit nur 50 Kilogramm Gewicht liefert der neuartige Elektromotor für Flugzeuge rund 260 Kilowatt (kW) elektrische Dauerleistung – fünfmal so viel wie vergleichbare Antriebe

**2017** – **2-facher Geschwindigkeitsrekord**  
März - Der Elektroflieger erreichte über eine Distanz von drei Kilometern eine Höchstgeschwindigkeit von 338 km/h.

- **343 km/h in der Klasse >1t**
- Als **weltweit erster Elektroflieger** schleppte Sie ein Segelflugzeug in 76 sek. Auf 600 Meter Höhe

**Größte Herausforderung: Leistungsgewicht vom Antrieb**



## Zielsetzungen

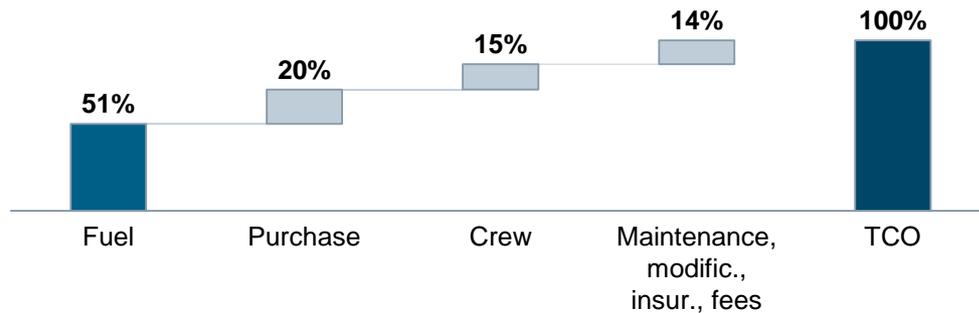
**Wir wollen mit unseren Partnern bis 2020 die technische Machbarkeit hybrid-elektrischer Antriebssysteme für Regionalflugzeuge mit bis zu 100 Passagieren nachweisen. Dabei geht es um Leistungen bis zu 10 Megawatt.**

**„Bis 2030 erwarten wir erste Maschinen mit bis zu 100 Passagieren und rund 1.000 Kilometern Reichweite“**

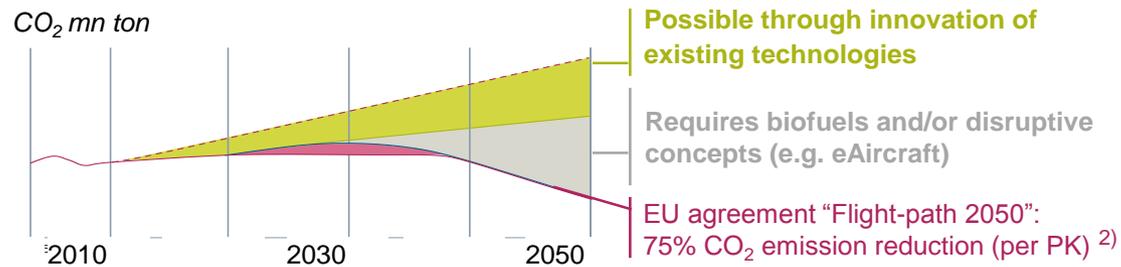
# ***WARUM hybrid-elektrische Systeme in der Luftfahrt?***

# Der hybridelektrische Antrieb basiert auf klaren wirtschaftlichen Treibern

## 1. Reduzierung des Treibstoffverbrauchs: Haupthebel zur Senkung der TCO von Flugzeugen (Beispiel 737-800)



## 2. Geplante Emissionsziele: Nur mit disruptiven Konzepten zu erreichen. <sup>1)</sup>



## 3. Kundenperspektive: Verlängerung der möglichen Betriebszeiten durch Lärminderung

Skalierbare Technologie kann bis 2030 in die kommerzielle Luftfahrt Einzug halten.

**Hebel zur Senkung der Gesamtbetriebskosten:**

Hybrider elektrischer Antrieb

Nützlicher Bereich

Trennung der Stromerzeugung von der Schubkraft

Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs  
Geräuscharmer Antrieb

Dezentraler Antriebe

Erhöhung aerodynamischen Wirkungsgrad

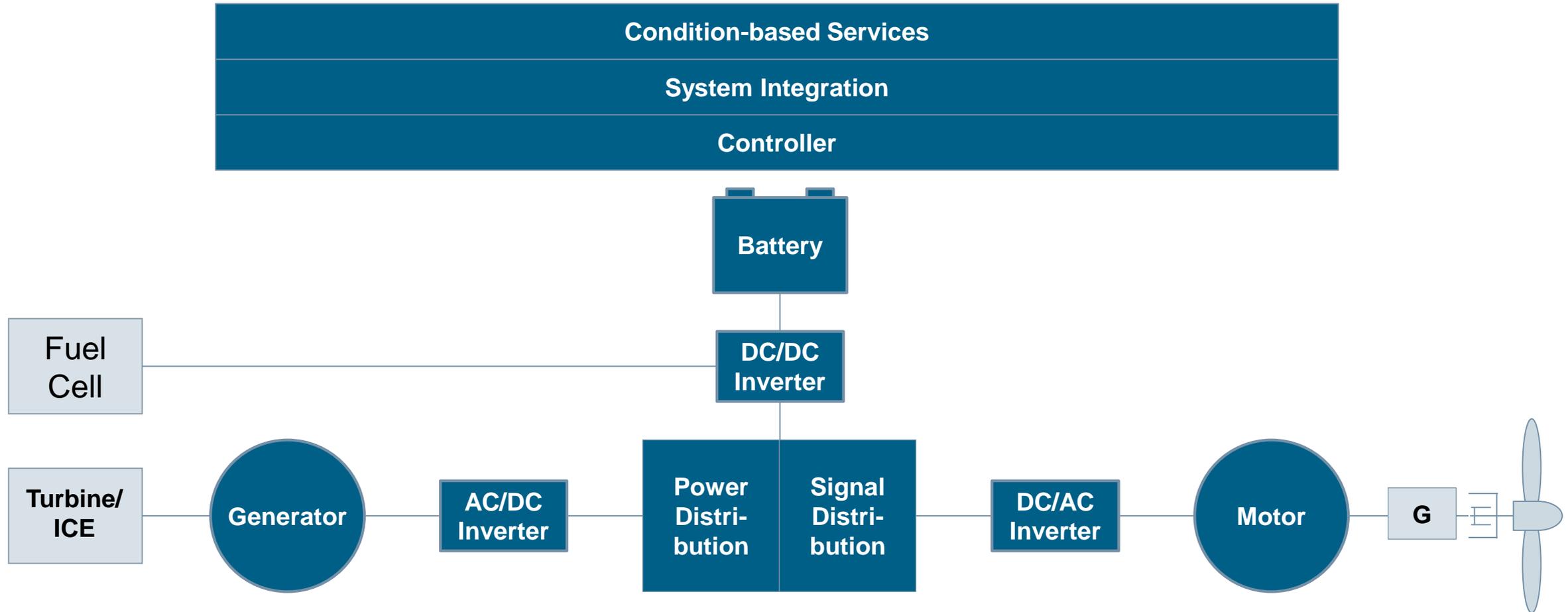
Vektorisierter Schub

STOL, VTOL

1) IATA technology roadmap, June 2013

***WAS ist die Rolle  
Siemens?***

# Elektrische Antriebseinheiten (EPU) für hybride elektrische, vollelektrisch bemannte und unbemannte Fahrzeuge

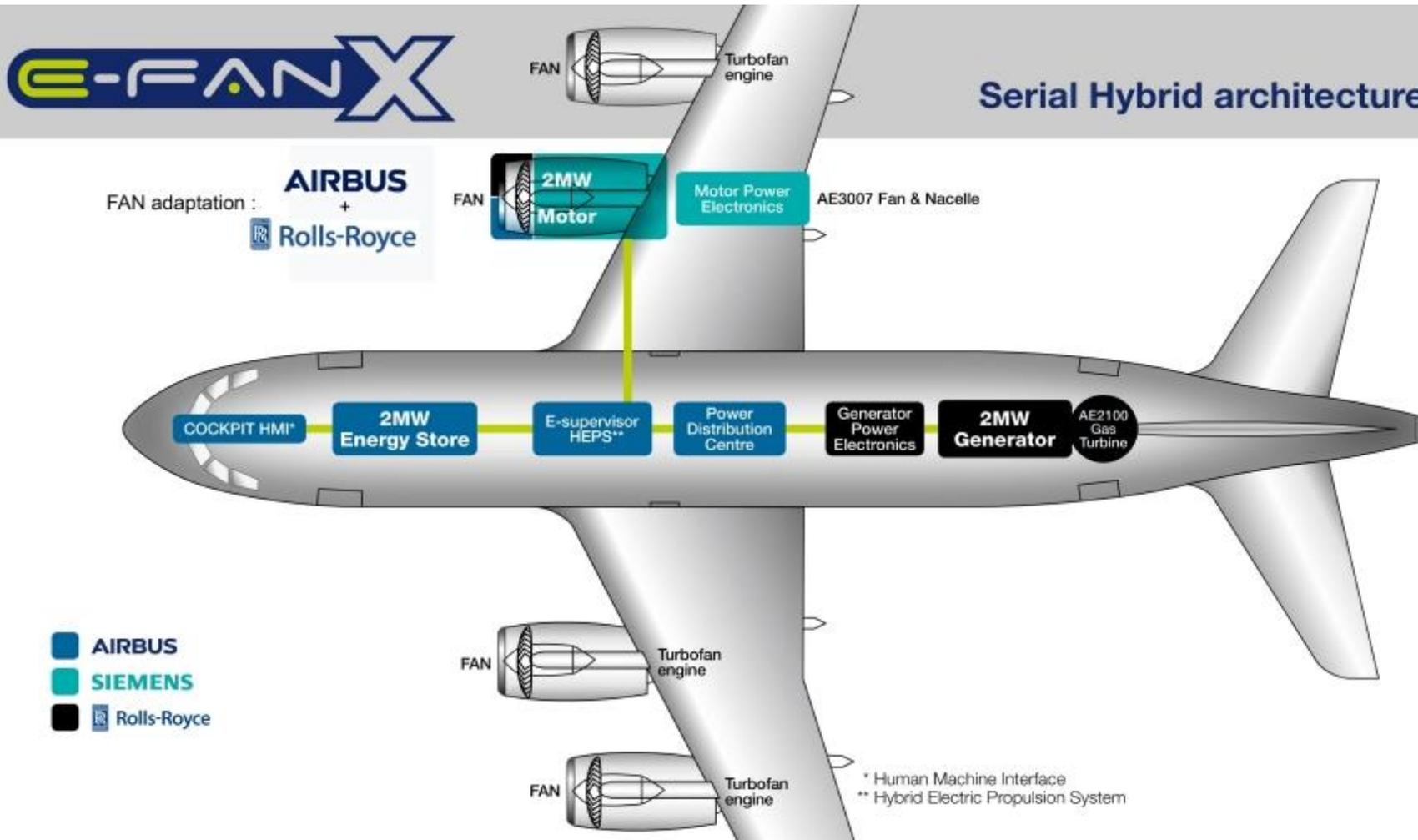


■ Siemens core   ■ Non-core

# Die Zukunft der Mobilität – Drei starke Partner

## Airbus, Rolls Royce und Siemens planen fliegenden Demonstrator

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



### E-Fan X Projekt

- elektrischer Antrieb mit vorgeschaltetem Generator und Turbine
- Lithium-Ionen-Batterien mit jeweils 700 KW
- Regionalflugzeug vom Typ BAE 146 als Testplattform
- Eins von vier Triebwerken ist ein 2 MW Elektromotor
- Erstflug wird im Jahr 2020 sein.

Am 7. April 2016 haben der Airbus-Konzern und die Siemens AG eine langfristige Kooperationsvereinbarung auf dem Gebiet der hybriden elektrischen Antriebssysteme unterzeichnet.

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

**SIEMENS**

**AIRBUS**  
**GROUP**

Siemens ist entschlossen, hybride elektrische Antriebssysteme für Flugzeuge als Zukunftsgeschäft zu etablieren.

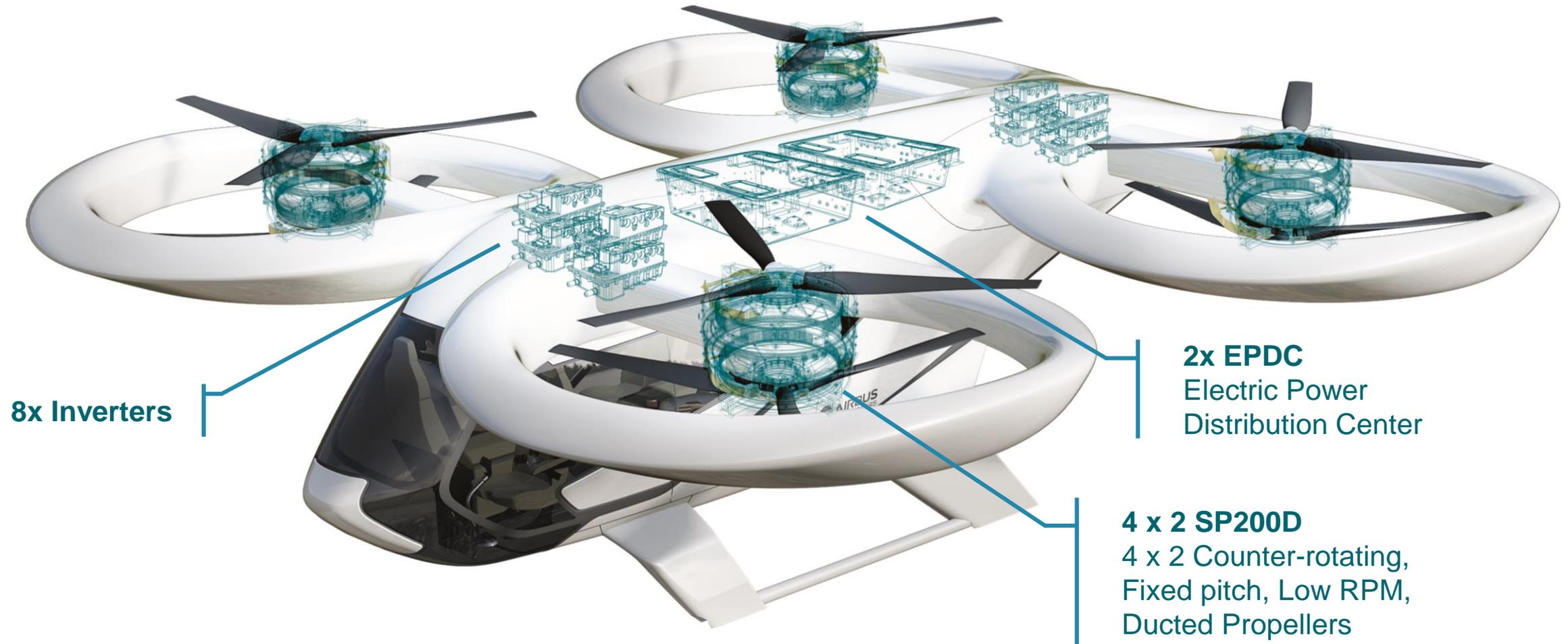
"Wir glauben, dass bis 2030 Passagierflugzeuge mit weniger als 100 Sitzen durch Hybridantriebssysteme angetrieben werden könnten"

Airbus Group CEO Tom Enders

- Beide Unternehmen treffen eine wichtige gemeinsame Entwicklungsentscheidung.
- Demonstration der **technischen Machbarkeit von verschiedenen hybridelektrischen Antriebssystemen bis 2020**
- Zusammenstellung eines **gemeinsamen Entwicklungsteams** von rund 200 Mitarbeitern
- Prototypische Antriebssysteme von wenigen **100 kW bis 10 MW** und mehr.
- für kurze, lokale Reisen mit Flugzeugen unter 100 Sitzplätzen, Hubschraubern oder UAVs bis hin zu klassischen Kurz- und Mittelstreckenreisen.
- Ziel: bahnbrechende Innovation in der E-Mobilität der Luftfahrtindustrie

# Beispiel: SP200D Powering the CityAirbus

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



# SP200D

## Rekordbrechende Drehmomentdichte

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

### SP200D

Direct Drive Permanent Magnet

$$P_{\max, \text{cont}} = P_{\max, 5\text{min}} = 204 \text{ kW}$$

$$N_{\text{cont}} = N_{\max} = 1300 \text{ RPM}$$

$$M_{\text{cont}} = M_{\max} = 1500 \text{ Nm}$$

$$\text{UDC } 450 - 850 \text{ V}$$

Oil cooled Syltherm 800

Weight 49 kg

**Rekord Drehmomentdichte  
von 30 Nm/kg**

Entwickelt für Anforderungen mit hohem Drehmoment und niedriger Drehzahl.

Ermöglicht langsam drehende Propeller, daher rauscharm.

Derzeit im Labortest

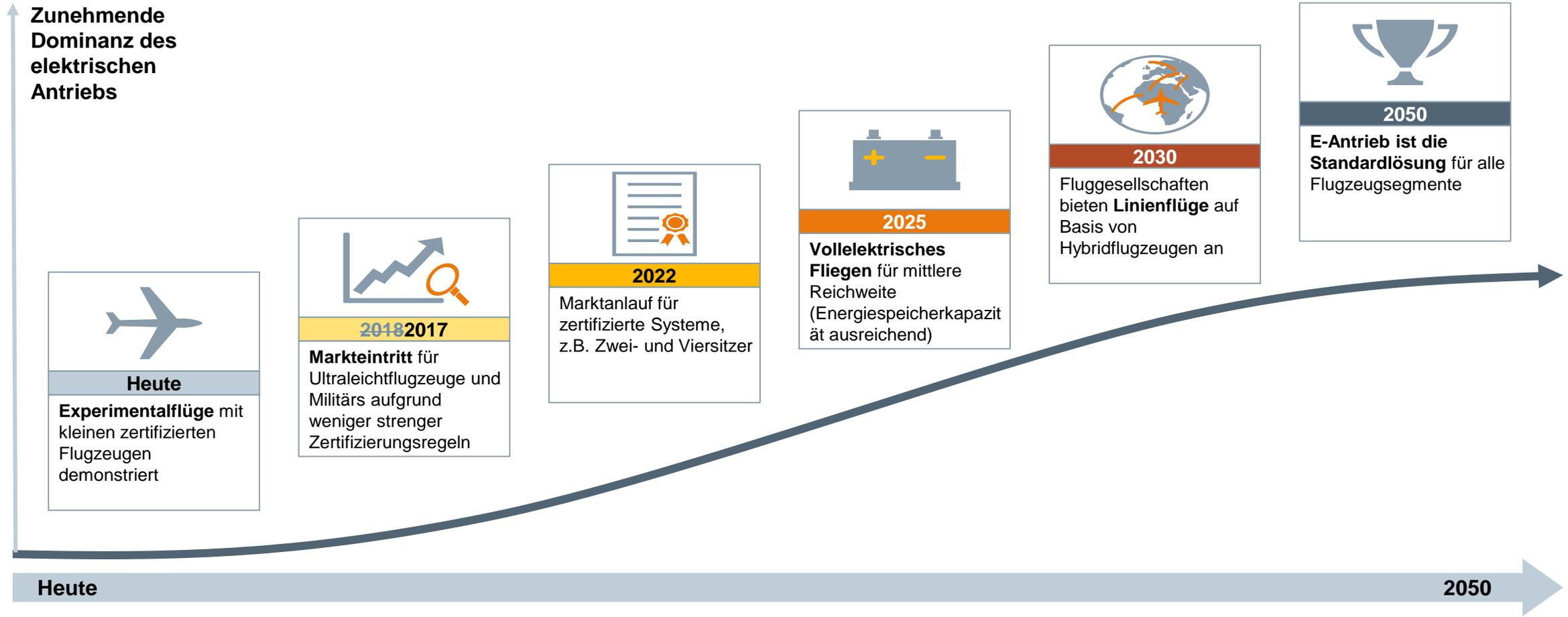
*WAS ist die Rolle  
Siemens?*



***WIE weit weg ist das?***

# Wir erwarten das der E-Antrieb bis 2050 die Standardlösung sein wird.

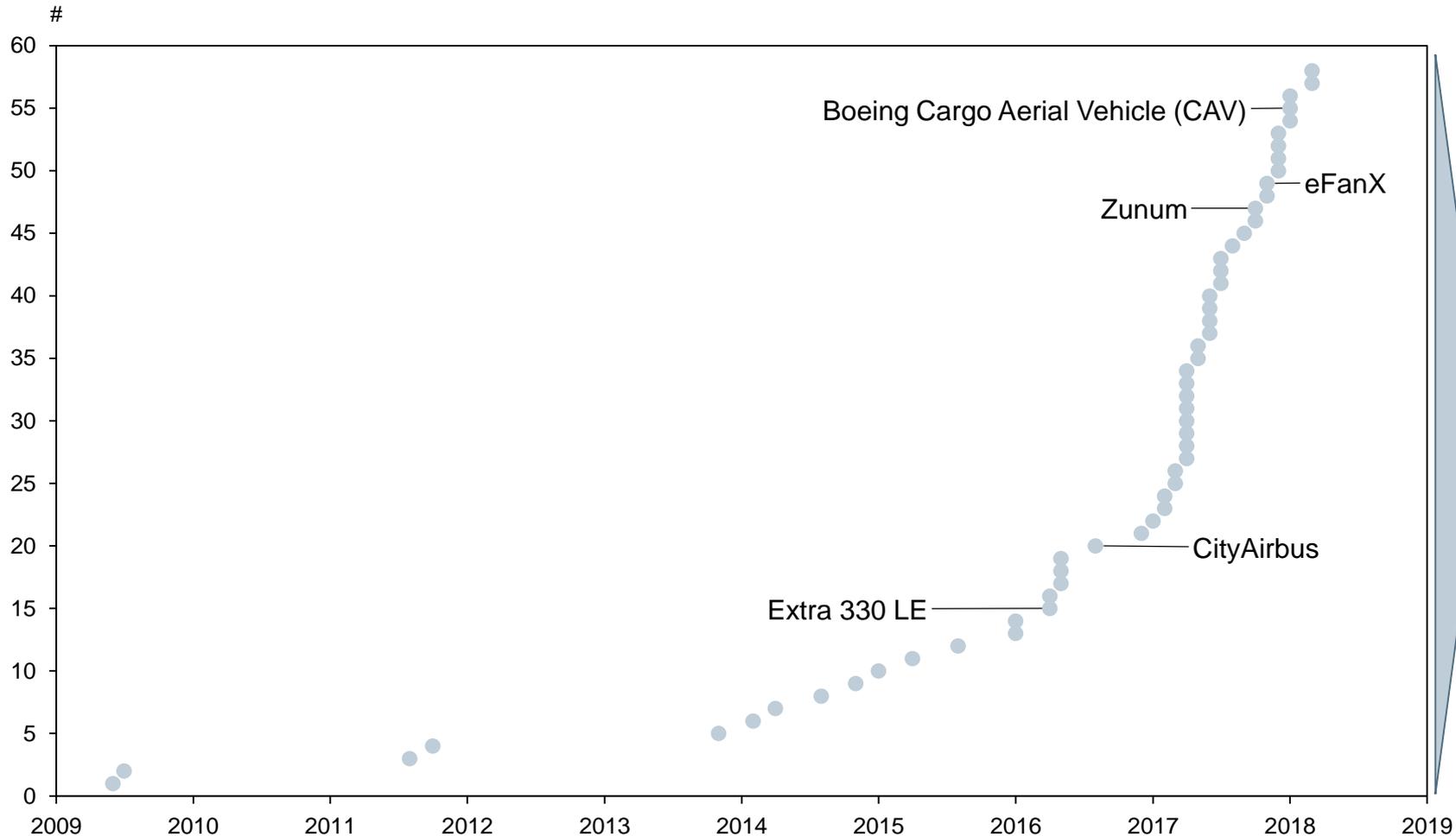
## Meilensteinausblick für den E-Antriebsmarkt



 Wichtige Meilensteine in der Entwicklung

# Industrietätigkeit in der hybrid-elektrischen Luftfahrt stark steigend. **SIEMENS** Anzahl der angekündigten (Hybrid-)Elektroprojekte (kumulativ)

*Ingenuity for life*



## Signifikante Investitionsentwicklung

- Explosion der angekündigten Projekte im Jahr 2017
- Signifikante Finanzierung von Start-up-Unternehmen, z.B.
  - Lilium (90' EUR, 2017)
  - Volocopter (31' EUR, 2017)
  - Joby Aviation (100' EUR, 2018)
- Zunehmende Investitionstätigkeit von etablierten Unternehmen, z.B. Boeing (Aurora Flight Sciences and Zunum) oder Geely (Terrafugia)



**JOBY**  
AVIATION



NEVA Aerospace © 2014. All rights reserved.

**NEVA**  
AEROSPACE



**DELOREAN AEROSPACE**



**Aurora**  
FLIGHT SCIENCES



**LILIUM**



**AIRSPACE X**



**EMBRAER**



**WORKHORSE**



**AIRBUS**



**XTI**  
AIRCRAFT



**Bell Helicopter**  
A Textron Company



**AIRBUS**



**VOLOCOPTER**



**CARTER**  
AVIATION TECHNOLOGIES



**CHANG**



**EVIAION**

# Airbus kommuniziert das "CityAirbus" Projekt

## CityAirbus

A multi-passenger, self-piloted electric vertical take-off and landing (VTOL) demonstrator designed for urban air mobility with cost efficiency, high-volume production and a low environmental footprint in mind.

**AUTONOMY**  
15 min

**ENGINES**  
• 8 fixed pitch propeller powered by direct drive engines  
• 8 x 100 KW electric motors

**SIZE**  
Compact size for best UAM compatibility

**BATTERIES**  
• 4 x 140 KW power in the batteries  
• 110 kWh energy in all four batteries

Brushed high RPM propulsion units for efficiency, lowest acoustic footprint and safety

**CAPACITY**  
Design for up to 4 passengers

Avionics and Autopilot urban ATM

**CRUISE SPEED**  
120 Km/h

CityAirbus: Multi-passenger, self-piloted electric VTOL

2023 - fully certified CityAirbus becomes part of Urban transport

### Making CityAirbus a reality



### The benefits of adding the third dimension to urban transport networks

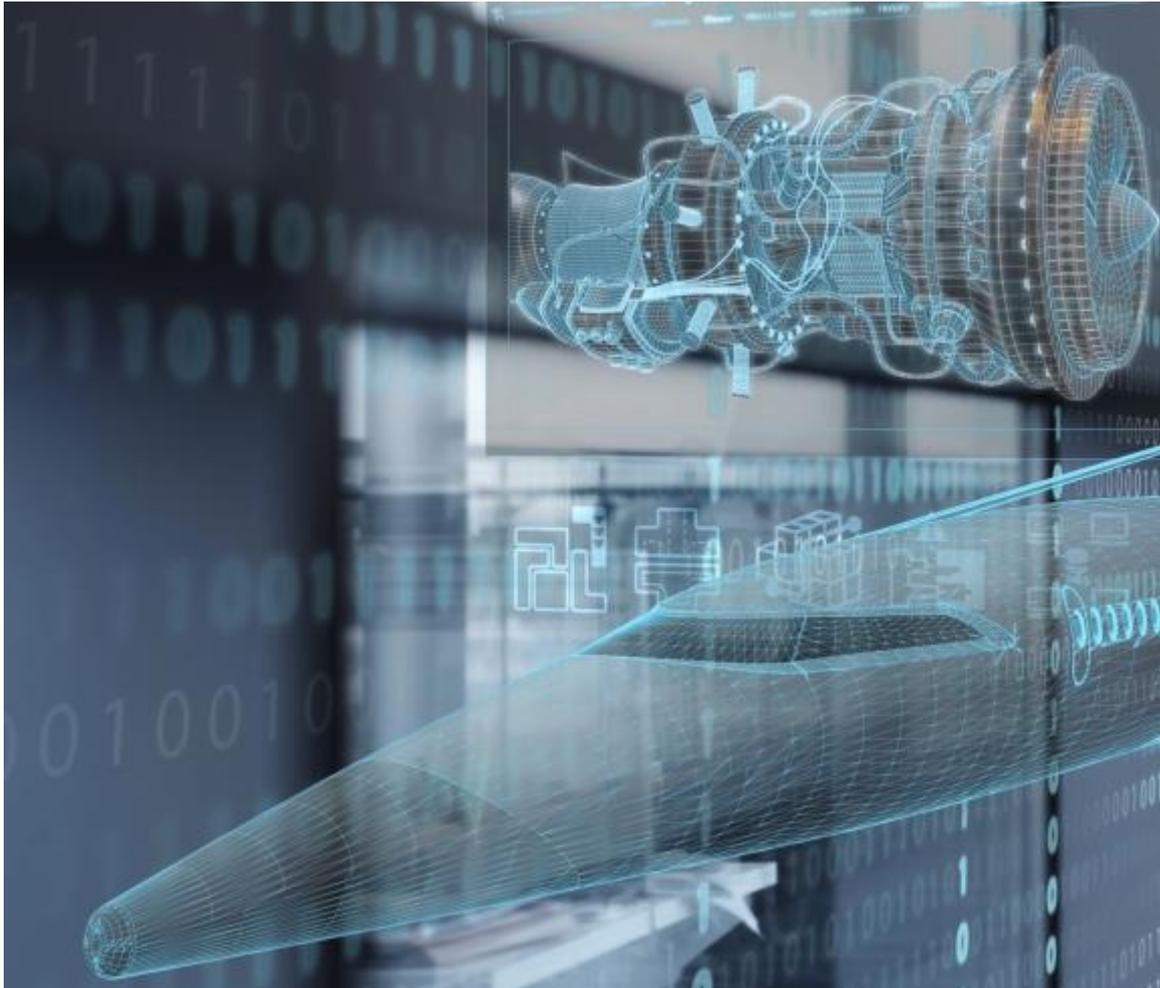


VTOL: Vertical Take-Off and Landing    UAM:    ATM:

**AIRBUS**

***Offene Themen?***

- **Speicherenergiedichte**
- **Sicherheit & Zertifizierbarkeit**
- **Infrastruktur-Integration**



Torsten Seemann

Strategie & Business Development  
Energy Management  
Siemens AG

Universitätsallee 16  
28359 Bremen

Mobile: +49 (172) 4055705

<mailto:torsten.seemann@siemens.com>

[www.siemens.com/ingenuityforlife](http://www.siemens.com/ingenuityforlife)