Ist die Zukunft des Fliegens elektrisch?

Perspektiven und Herausforderungen für eine nachhaltige Luftfahrt

Juni 2018

Heiko Witte, Head of Engineering Improvement & Quality



The information in this document is the property of Rolls-Royce plc and may not be copied or communicated to a third party, or used for any purpose other than that for which it is supplied without the express written consent of Rolls-Royce plc.

This information is given in good faith based upon the latest information available to Rolls-Royce plc, no warranty or representation is given concerning such information which must not be taken as establishing any contractual or other commitment binding upon Rolls-Royce plc or any of its subsidiary or associated companies.



Inhalt

Zielsetzung zukünftiger Luftfahrtantriebe, was könnten elektrische Antriebe beitragen

- ACARE / Flight Path 2050 Ziele

Bisherige Entwicklung der Technologien für zivile Luftfahrt-Triebwerke

Welche Technologien können noch entwickelt werden? Wie kann elektrisches Fliegen aussehen?

Bewertung, Zusammenfassung und Ausblick







Rolls-Royce Deutschland

1993 Opening of the Dahlewitz site



2003 Programm-Transfer Tay, Spey, Dart



2003 Rolls-Royce and Lufthansa Technik JV N3 EOS founded



2012 Opening ILC



2015 Opening **Project building**



1990 BMW Rolls-Royce Aero **Engines GmbH** founded



2000 BMW Rolls-Royce **Aero Engines becomes**

1998 International certification of the

BR715





2014 Tognum becomes Rolls-Royce **Power Systems**





1996 International certification of the **BR710**



2005 V2500 Transfer nach Dahlewitz



FAA Certification



G650



A400M



2011 Certification



2011 Opening Rolls-Royce **Marine Service Centre** Hamburg



2014 Opening XL test bed



2014 Groundbreaking PGB test centre



VKDACOIII TROO

Product evolution





Nachhaltige Luftfahrt – ACARE-Ziele



ACARE FP2050 targets relative to a new aircraft in 2000

Flightpath 2050
Goals to take ACARE* beyond 2020





Aerospace Research and Technology















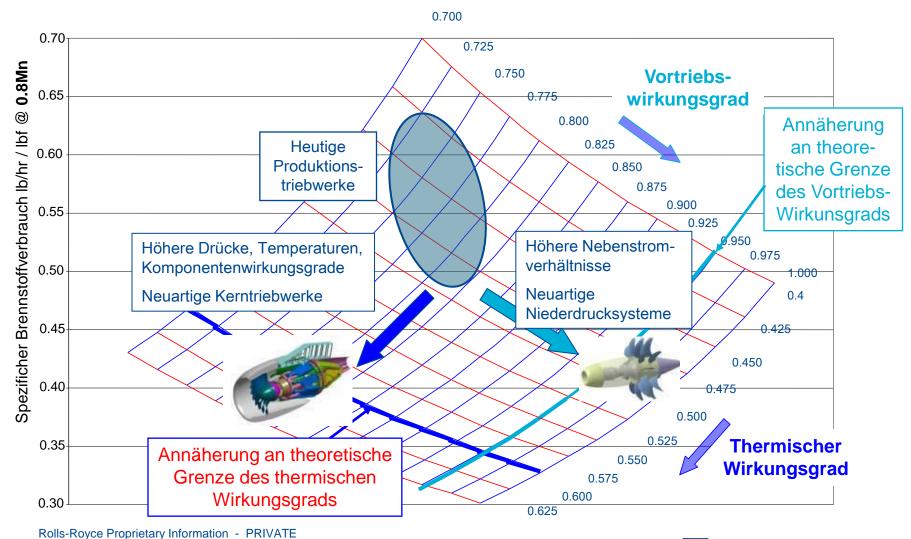


Brennstoff Verbrauch

Kerosinbedarf pro Passagier auf 100 Kilometer B707-300 Jet-Triebwerk 81 **B707-300B** Mantelstrom-Triebwerk 61 Lockheed L1011 A310-300 Nebenstromstrom-Triebwerk, BPR~5 41 A380 B747-400 2 | A350 B787-8 Nebenstromstrom-Triebwerk, BPR~10 1965 1975 1985 2005 2015 1995 **Quelle: International Energy Agency 2009** www.bdl.aero



Verbesserungspotenzial Fluggasturbinen





Nach UltraFan: Vortriebswirkungsgrad Evolution



HBR Turbofan
Trent basiertes
Kerntriebwerk



HBR Turbofan Neues Kerntriebwerk



VHBR Ultrafan Neues Kerntriebwerk



Verstellbarer Ultrafan, Integrierte Grenzschicht-Absaugung am Rumpf elektrisch angetrieben



Verstellbarer Ultrafan Neues Kerntriebwerk, Generator für mehrere MW el. Leistung.





Fortschrittliche Konzepte















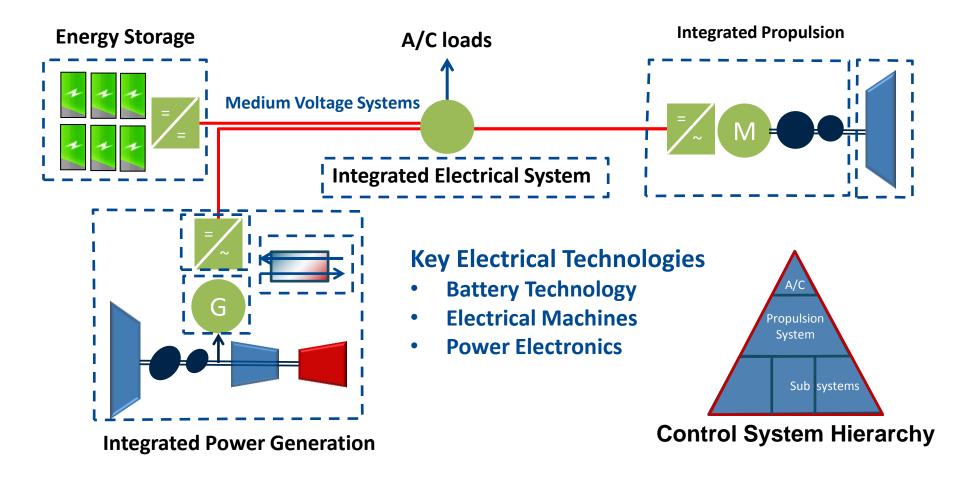
Pioneering the Power that matters

Die Elektrifizierung ist unermüdlich...





Technologische Herausforderungen





Elektrisches Fliegen?

- Energiedichte von heutigen Hochleistungsbatterien ca.
 50-60x schlechter als Kerosin!
- Langstreckenflugzeug für 300 Pax wiegt heute vollgetankt ca. 250t, davon 80t Kerosin, 40t Nutzlast. Batterie dafür würde 4000t wiegen!
- Denkbar: Hybrides Antriebssystem mit Gasturbine, Generator und E-Motor für größere Flugzeuge, Batterie-elektrischen Antrieb für Kleinflugzeuge

Hybrid-Elektrische Konzepte:

Verstell-'Fan/Prop' Parallel hybrider Antrieb, teilweise verteilt



Pioneering the Power that matters

Verstell-'Fan/Prop' Voll verteilter Antrieb, Turbo-Elektrisches Hybridsystem



Rolls-Royce Proprietary Information - PRIVATE



Mögliche Anwendungen elektrischer Antriebe

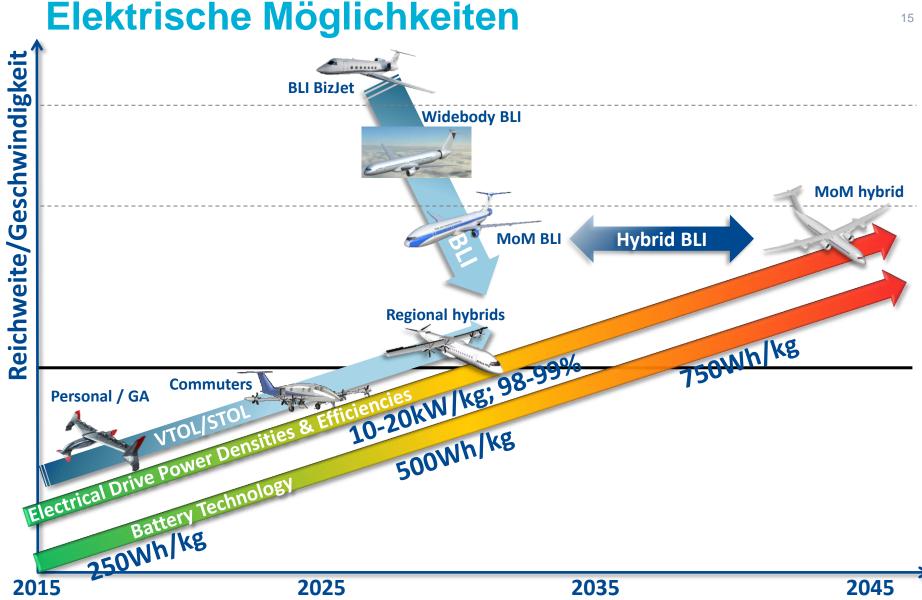
Grenzschichtabsaugung Leistungsbedarf 5MW für A320-Größe

> Verteilte Antriebe Leistungsbedarf 20MW für 80-100 Sitzer







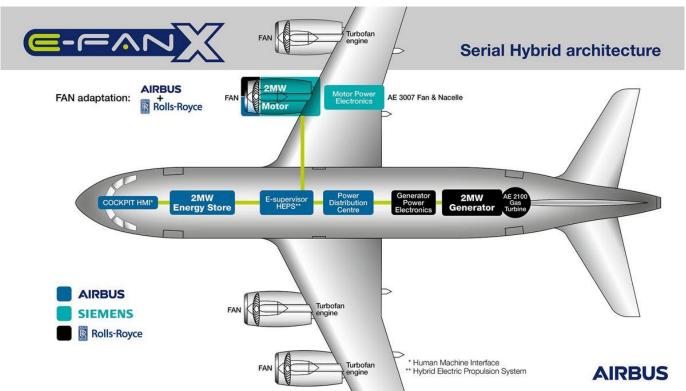


Rolls-Royce Proprietary Information - PRIVATE



Elektro-Hybrid R&T







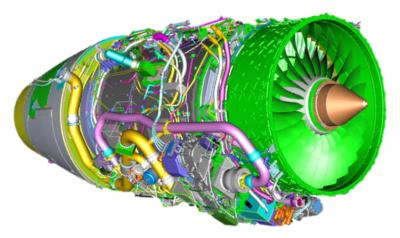
Hybrid-Elektrisches Fliegen

Neue Flugzeugkonzepte in Kombination mit hybridelektrischen Antrieben haben großes Potential

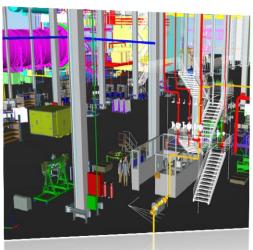




Vision Digitaler Zwilling - Besseres Verständnis des Systems Triebwerk











Andere Möglichkeiten zur Reduktion der Klimawirkung

- Klima-optimierte Flugführung
 - Moderater technischer Aufwand notwendig
 - Effektiv f
 ür alle Flugzeuge
 - Nordatlantik Untersuchung* zeigt: In Summe wird dadurch nicht mehr Brennstoff verbraucht

Alternative/synthetische Kraftstoffe

- CO₂ Kreislauf unter Verwendung von regenerativer elektrischer Energie
- Bio-Kraftstoffe,
 Demo fand statt



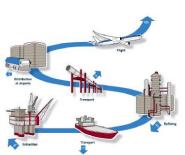














Konventioneller Brennstoff Offener Zyklus Nachhaltiger Brennstoff Geschlossener Zyklus

FVV Kraftstoff Studie II. 1086-2016



^{*}Feasability of climate-optimized air traffic routing for trans-Atlantic flights

Volker Grewe et al. in "Environmental Research Letters"

Zusammenfassung und Ausblick

- Entwicklung im zivilen Luftverkehr ging einher mit kontinuierlicher Steigerung der Umweltverträglichkeit
- Luftfahrtindustrie treibt weiterhin hohen Aufwand um anspruchsvolle Umweltziele (ACARE 2020 und Flightpath 2050) zu erreichen, wird dabei durch Fördermaßnahmen gut unterstützt
- Weitere Verbesserungen hinsichtlich CO₂ Ausstoß erscheinen mit der Nutzung elektrischer Technologien möglich. Neben technologischen Durchbrüchen wird insbesndere die Forschung an hybriden Antriebskonzepten relevant inclusive eines entsprechenden Systmverständnisses.
- Umweltziele sind nur durch Ausschöpfung aller klimawirksamen Maßnahmen und in globaler Kooperation erreichbar



