



© 2021 Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG

The information in this document is the property of Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG 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 Deutschland Ltd & Co KG.

This information is given in good faith based upon the latest information available to Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, 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 Deutschland Ltd & Co KG or any of its subsidiary or associated companies.



Sustainable Aviation

Dr. Peter Wehle, Head of Innovation and R&T

2. November 2021



Wer wir sind

Wir sind eines der weltweit führenden Antriebs- und Energieunternehmen.

Unser Vision ist es, mit modernsten Technologien voranzugehen, um die Gesellschaft zu verbinden, mit Energie zu versorgen und zu schützen.



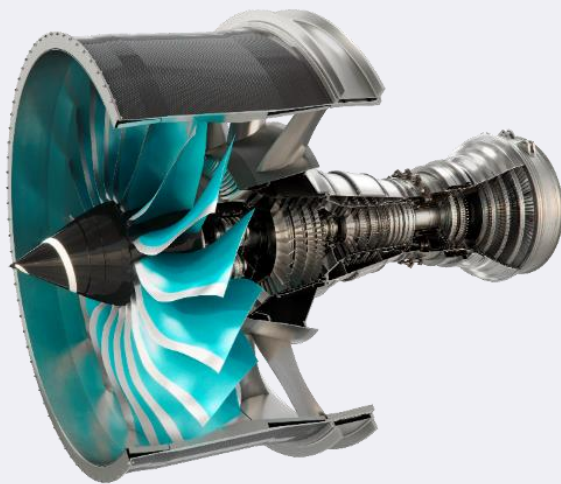


Schwerpunkte in der Luftfahrt

Alle sind eng
miteinander verbunden
und werden parallel
entwickelt

Alle tragen zur
Dekarbonisierung
unserer Industrie bei

Weiterentwicklung der
Gasturbine



Zusammenarbeit bei
nachhaltigen
Flugkraftstoffen



Entwicklung radikaler
Alternativen wie
Elektrifizierung,
Wasserstoff



Verstärkte Integration zwischen Flugzeug und Triebwerk

Fertigungs-, Digital- und Servicetechnologien

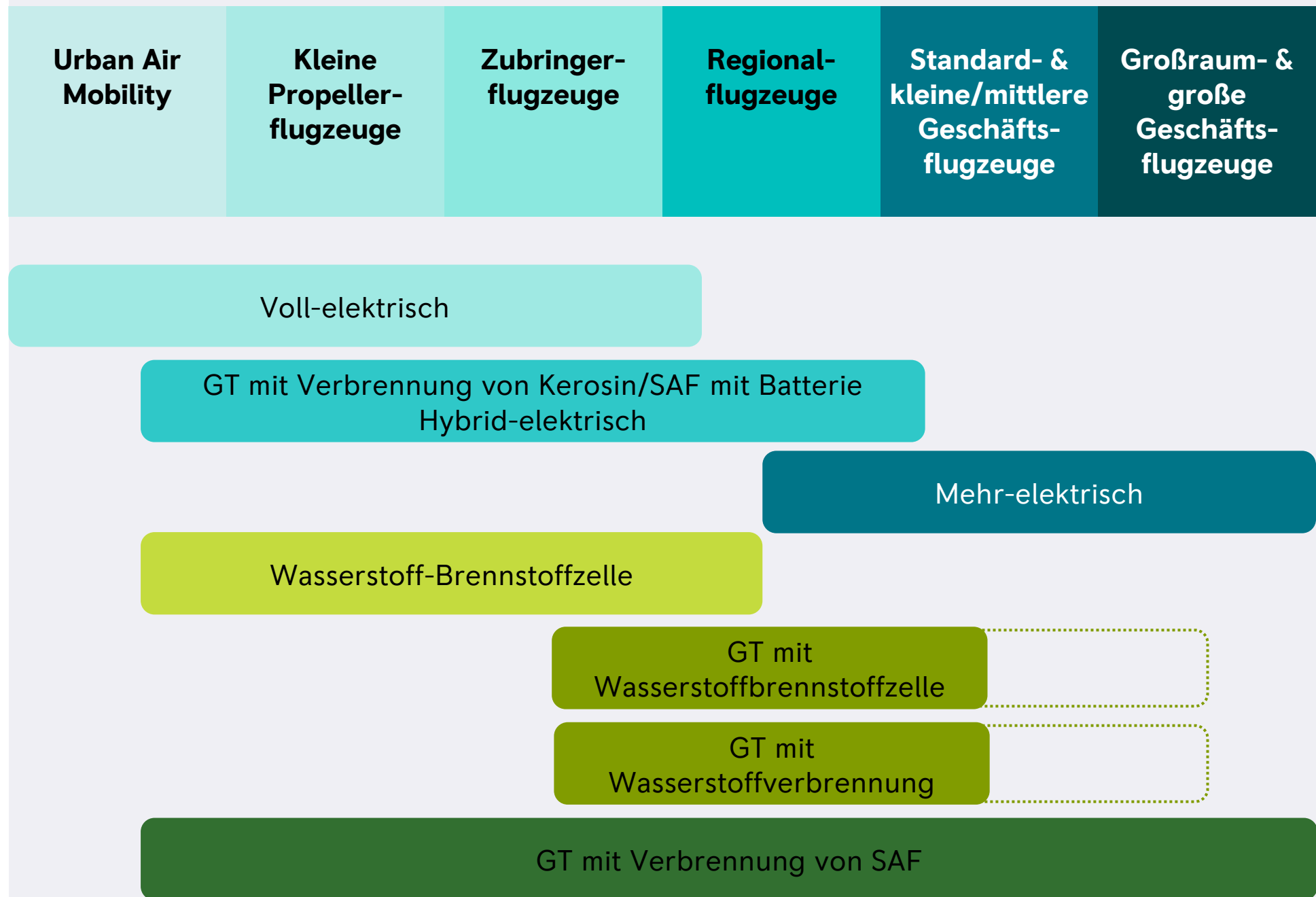


Parallele Wege für Dekarbonisierungslösungen

Elektrisch betriebene Flugzeuge sind bereits Realität und der Markt wächst schnell.

Kleine wasserstoffbetriebene Flugzeuge könnten in den 2020er Jahren, Regionalflugzeuge Mitte der 2030er Jahre und Narrowbody-Flugzeuge Mitte bis Ende der 2030er Jahre auf den Markt kommen.

Sustainable Aviation Fuel (SAF) und Gasturbine (GT) werden benötigt, um die meisten Anwendungen anzutreiben, insbesondere größere Flugzeuge mit größerer Reichweite, wenn keine radikaleren Lösungen gefunden werden.





Die Herausforderungen bei zukünftigen Antrieben

Zusätzliche Komponenten und Systeme

- Gewicht
- Platzbedarf
- Kosten
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit
- Infrastruktur am Boden

Gasturbine mit SAF



Fan/Prop



Gas Turbine



Fuel Tank

Vollelektrisch



Fan/Prop



Motor



Power Electronics



Energy Storage

Hybrid-elektrisch



Fan/Prop



Motor



Power Electronics



Energy Storage



Generator



Gas Turbine



Fuel Tank



Fuel cell



Hydrogen

Brennstoffzelle



Fan/Prop



Motor



Power Electronics



Fuel cell



Hydrogen

Gasturbine mit Wasserstoff



Fan/Prop



Gas Turbine



Hydrogen



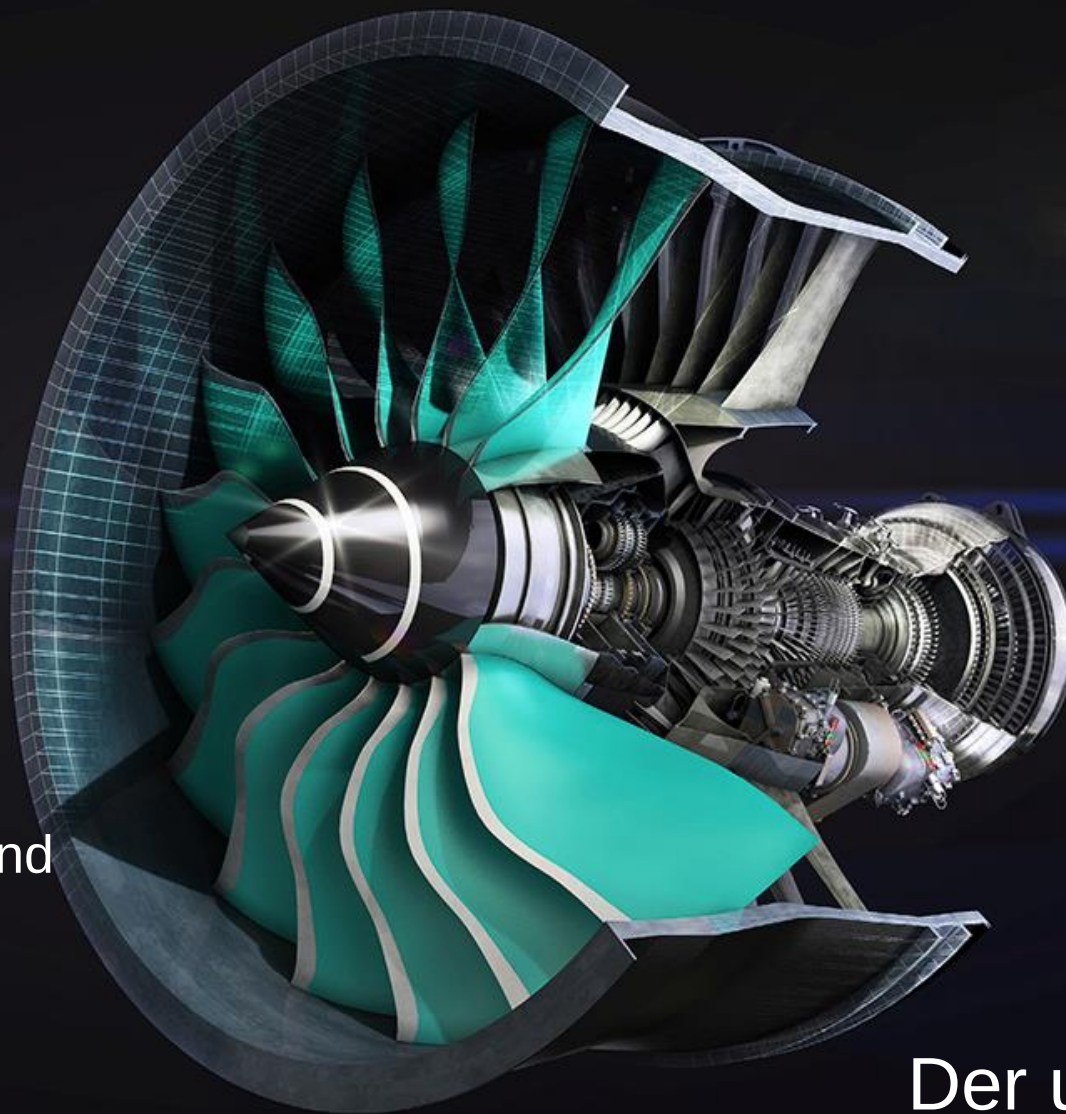
UltraFan®

25% effizienter

Leistungsstärkstes
Luftfahrtgetriebe der Welt

Angetrieben von unserem
Advance-Kerntriebwerk

Entwickelt für Standard- und
Großraumflugzeuge



Der ultimative TurboFan

Die Weiterentwicklung der Gasturbine fortsetzen



SAF Test- programm

Wir konzentrieren uns darauf, den Betrieb mit 100 % reinem SAF zu demonstrieren.



Pearl

Das effizienteste
Kerntriebwerk im Bereich
Business Aviation

Erster erfolgreicher Test
mit 100 % SAF im Januar
2021.



Trent

Test mit „Lean-Burn“
Technologie

Erster erfolgreicher Test
mit 100 % SAF im
Dezember 2020.



Wir verfügen über einzigartige Fachkenntnisse und Fähigkeiten

Die Elektrifizierung bringt Herausforderungen mit sich, aber wir glauben, dass wir gut aufgestellt sind, um diese zu meistern

Wir sind einer der wenigen Anbieter von Komplettlösungen von der Energiequelle bis zur Schubkraft





Jüngste Studien zeigen das Potenzial für eine
50 - 90%ige
Reduzierung von CO₂
im Vergleich zu
konventionellem Kerosin



Null CO₂ am Ort der
Verwendung



Die Wasserstoff-
Brennstoffzelle

könnte eine praktikable
Alternative zu einer Batterie sein



Die Verbrennung von
gasförmigem oder
flüssigem Wasserstoff

könnte eine praktikable
Alternative zur Verbrennung
von Kerosin sein

Wasserstoff - Herausforderungen und Überlegungen auf einen Blick





Hydrogen for Aviation

Tanja NEULAND, Hydrogen Techno IPT Leader
Alexander Horn, Technical Advisor
November 2021

AIRBUS



Zero Emission - The first step has already been taken

Optimized aerodynamics

- Sharklet™ wingtips with ~ 4% less fuel consumption over longer distances
- ~ 900 tons of CO2 emissions reduced per aircraft

Noise and NOx reduction

- ~ 75% reduction in noise level
- ~ 50% reduction in NOx emissions taking into account current industry standards

New efficient drive

- Inclusion of two new engine options
- Fuel improvements of 20% per seat (corresponds to about 2 tons of additional payload)

AIRBUS



H2 technologies for aviation



Synthetic fuels:

Use of a PtL fuel, made from renewable hydrogen and CO₂



Hydrogen Combustion:

Generating thrust through the combustion of liquid hydrogen



Hydrogen fuel cells:

Conversion of the energy stored in H₂ into electrical energy to drive electric motors



What about SAF?



SAF represents a short to medium-term solution for CO2 reduction for single-aisle and regional aircraft and in the long term for long-haul flights



We want to increase the use of SAF on board aircraft to 100% by 2030



The CO2 emissions are reduced by up to 85% over the entire life cycle



Over 200,000 flights that have already been carried out with SAF

AIRBUS

Gas turbines for propulsion

hydrogen storage



**Power electronics & electric
motors**

ZEROe - other technologies

Power electronics & electric motors

- Driven by the fuel cells and brings energy to the turbofan shaft

Fuel cell

- In the megawatt range, the gas turbines are supplemented with electrical power at a very high level of efficiency

Liquid hydrogen storage

- In the unpressurized area behind the rear pressure bulkhead

Gas turbines for propulsion

- Gas turbines with modified combustion chamber, injection nozzles and fuel system



ZEROe: H₂ concept aircraft



Turbofan:

- <200 passengers & +2,000 NM (range)
- 2X hybrid-hydrogen turbofan engines
- liquid hydrogen storage & distribution



Turboprop:

- <100 passengers & +1,000 NM (range)
- 2X hybrid-hydrogen turboprop engines
- liquid hydrogen storage & distribution



Blended-Wing Body:

- same as turbofan



The “POD” configuration:

- 8-bladed Propellers, made of composite
- 6 Pods
- Fuel cell propulsion system



Hydrogen for infrastructure and production in aviation

In line with the national hydrogen strategy, Airbus is pursuing a dual strategy:

Hydrogen infrastructure

- Connection, storage and distribution
- Production: logistics power generation
- -40,000 t CO₂ reduction in Northern Germany by 2030

Industrialization of liquid hydrogen

- Fuel cell & thermal management
- Tank & tank system
- Total hydrogen system

Airbus ZEROe Development & Industrialisation

[Airbus Amber]

Stade

Composite LH2 tank development

Bremen

LH2 Storage System design, integration & certif.
Materials & Processes Center of Competence

Dettingen (Aerostack)

Entwicklung von aeronautische FC Stack
Technologie & Produkte

Hamburg

Fuel Cell System industrialisation
H2 Aircraft Integration MCA to FAL

Ottobrunn

State of the Art E-Aircraft Systems House test facility
Hybrid Propulsion System development (EcoPulse)

Airbus German Hydrogen Network

