

Zukünftige Technologien der Flugzeuge



Michel Guillaume
Leiter Zentrum für Aviatik

Themen

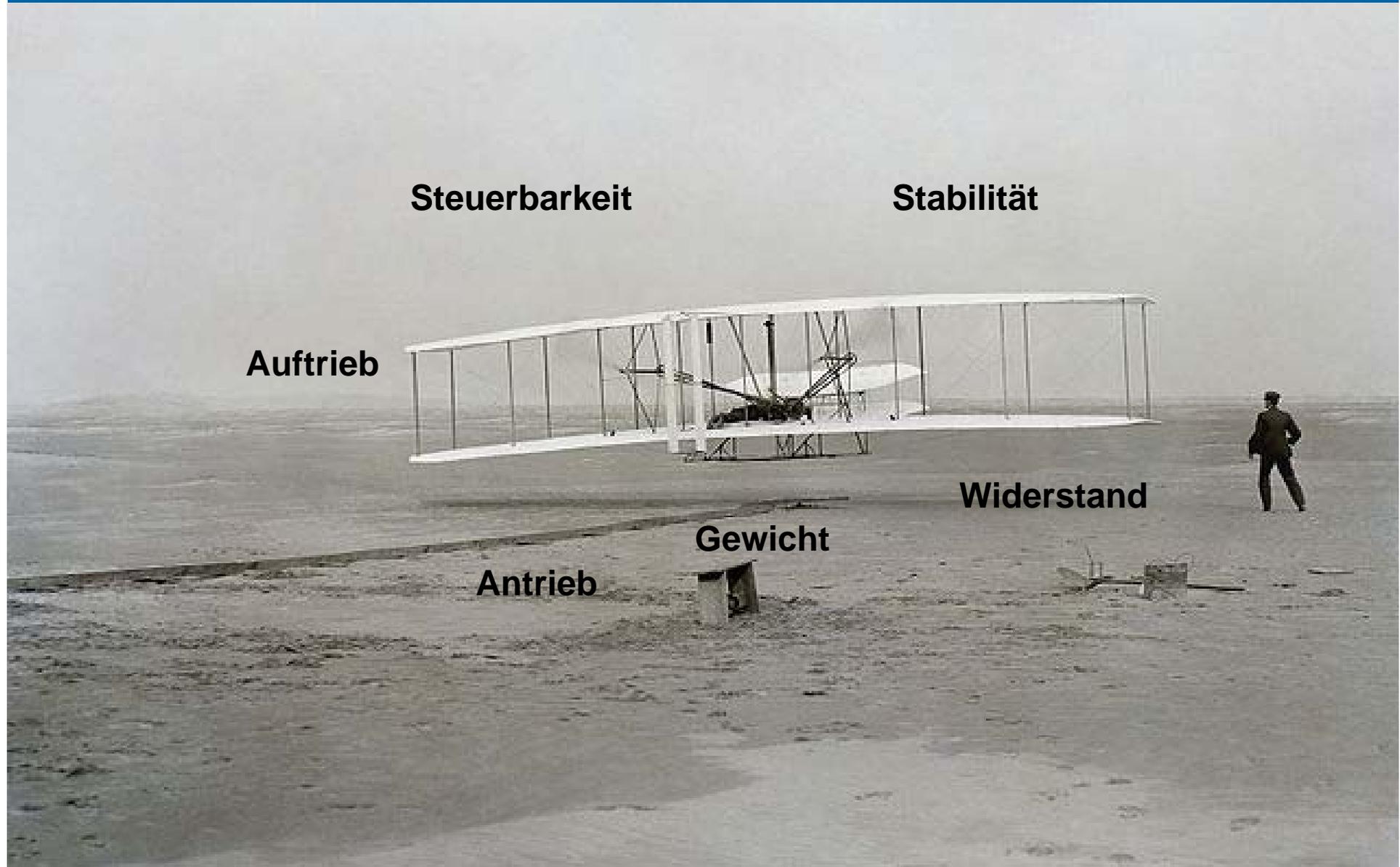
- Einführung
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- Technologische Herausforderungen

Themen

- **Einführung**
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- Technologische Herausforderungen

Motivation - Wright Flyer

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Steuerbarkeit

Stabilität

Auftrieb

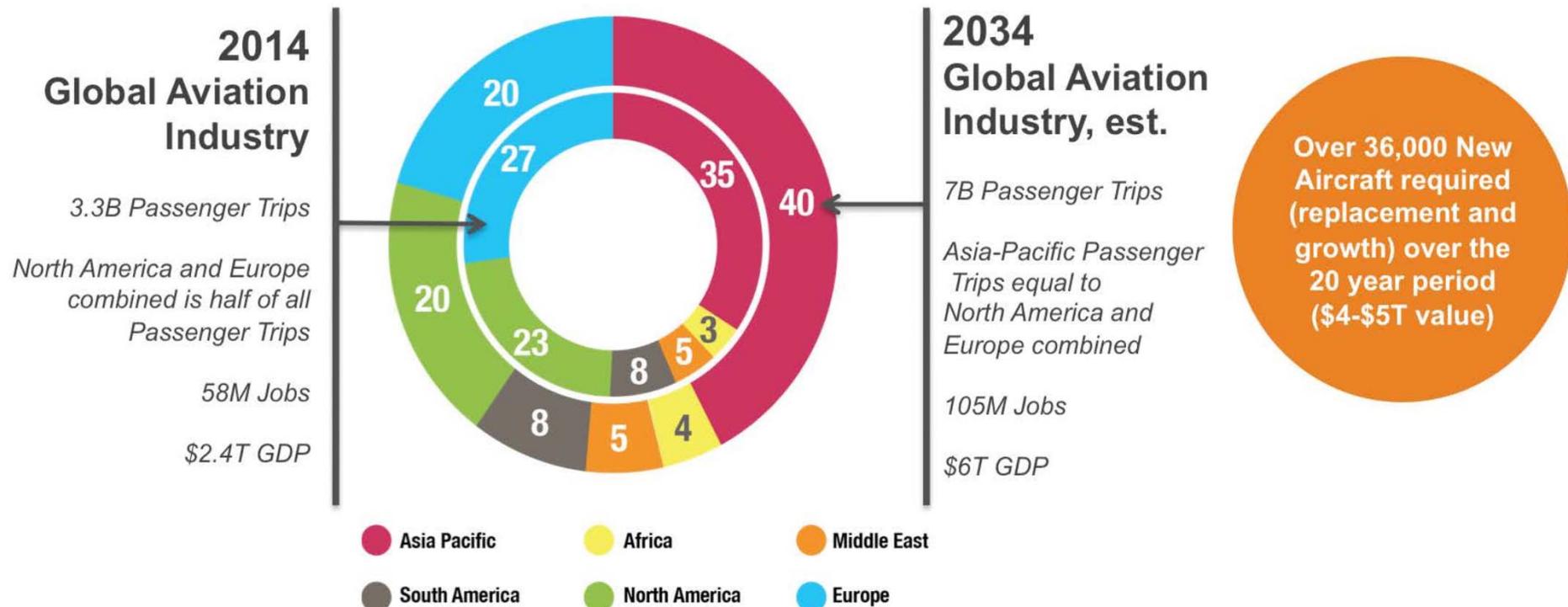
Widerstand

Gewicht

Antrieb

Wachstum des Flugverkehrs 2014-2034

Global Air Passengers by Region (% of Total)

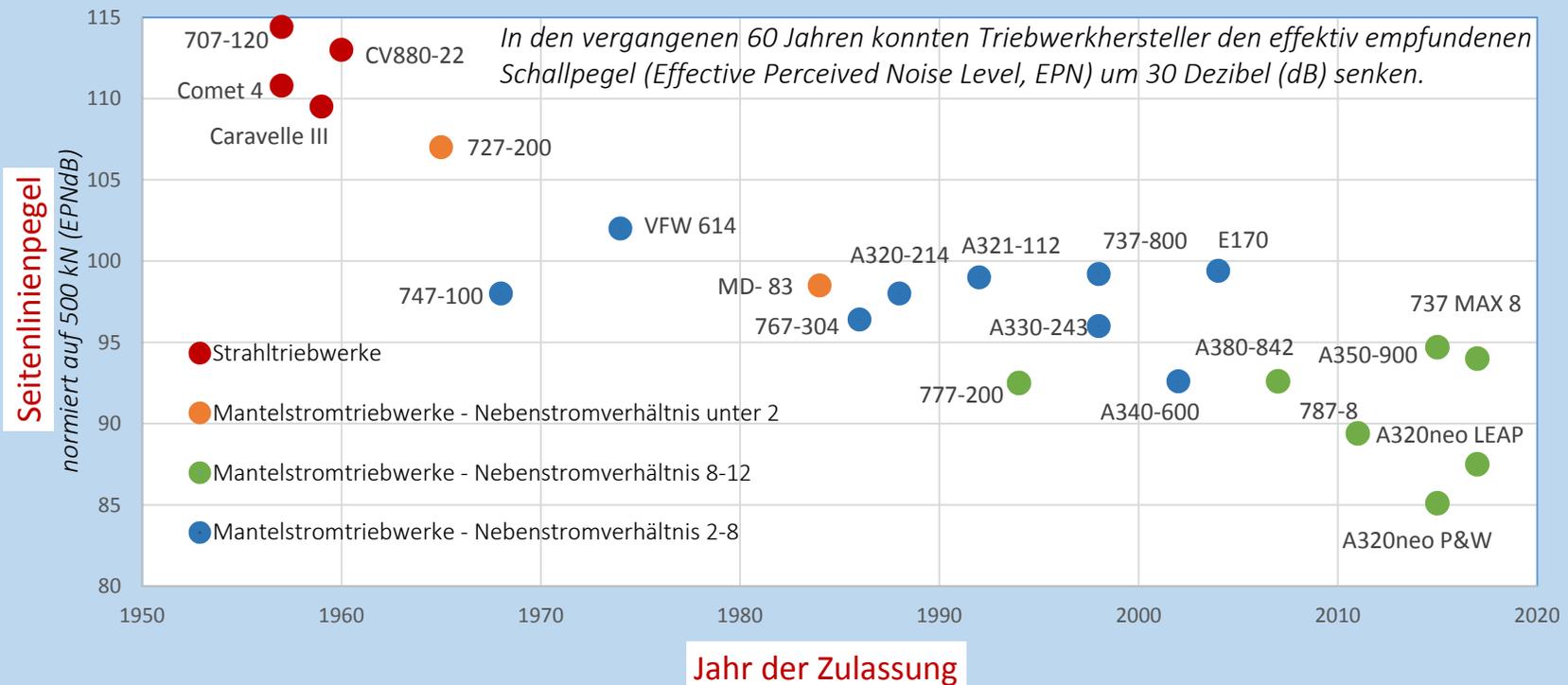


Sources: International Air Transport Association, Air Transport Action Group, Boeing

Prognose: Innert 20 Jahren wird sich der Luftverkehr verdoppeln.

Lärmentwicklung von 1950 bis 2020

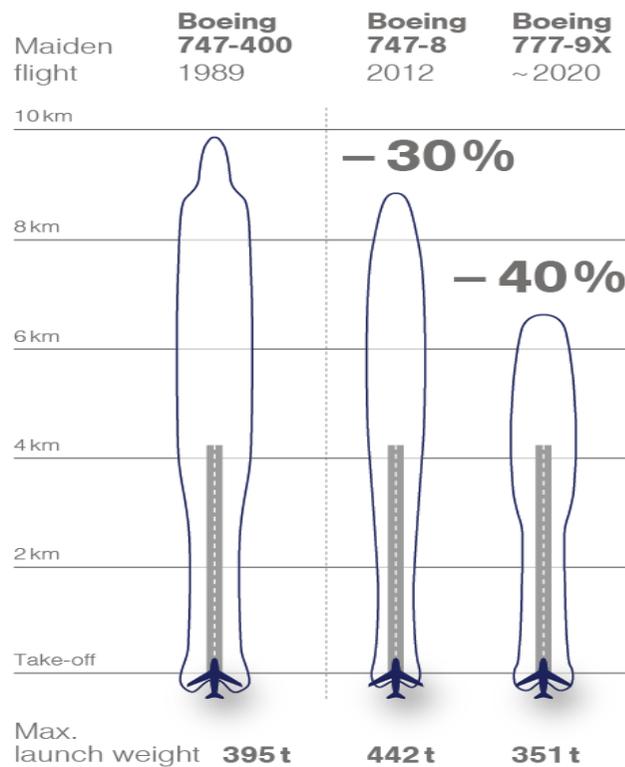
Lärmentwicklung bis 2020



Reduktion des Lärmteppichs

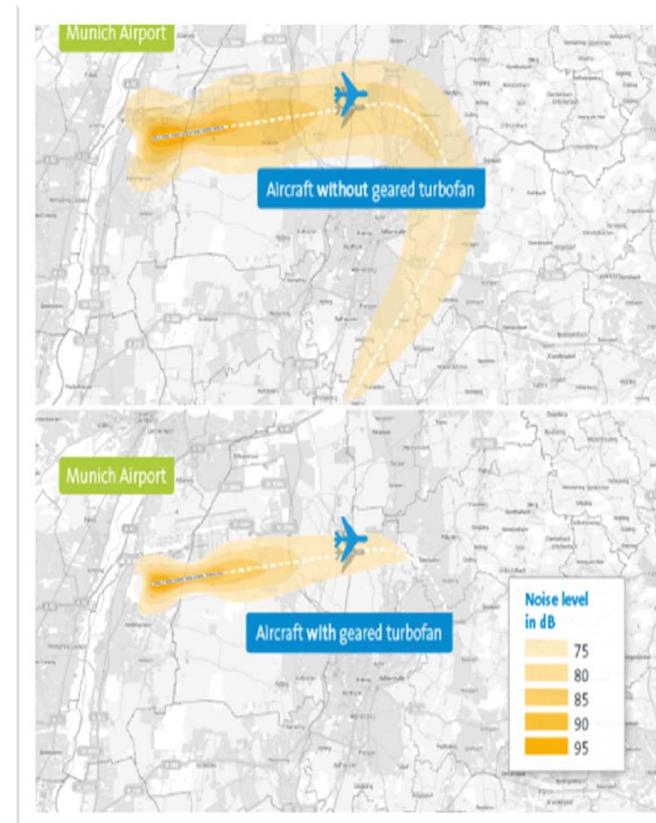
- Fortschritte durch erste Generation Turbofans
- Heutige Lärmquellen sind auch Klappensystemen und Fahrwerke
- Neue An- und Abflugverfahren (Steep Approach)

Boeing



Source: www.lufthansagroup.com

Airbus A320 vs. A320 NEO



Source: www.bdl.aero

Themen

- Einführung
- **Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien**
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- Technologische Herausforderungen

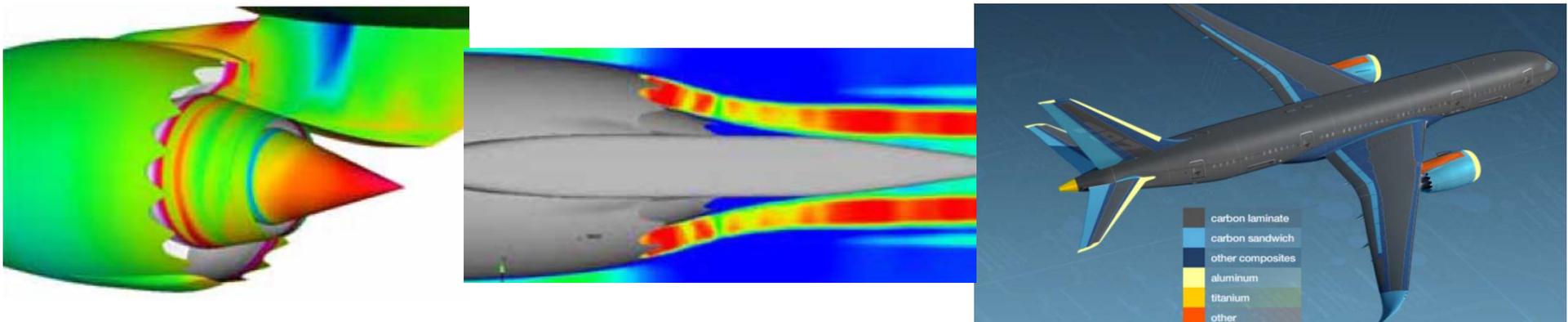
Der grosse Schritt von Boeing zum Dreamliner



Design-Vorgaben für die Boeing 787

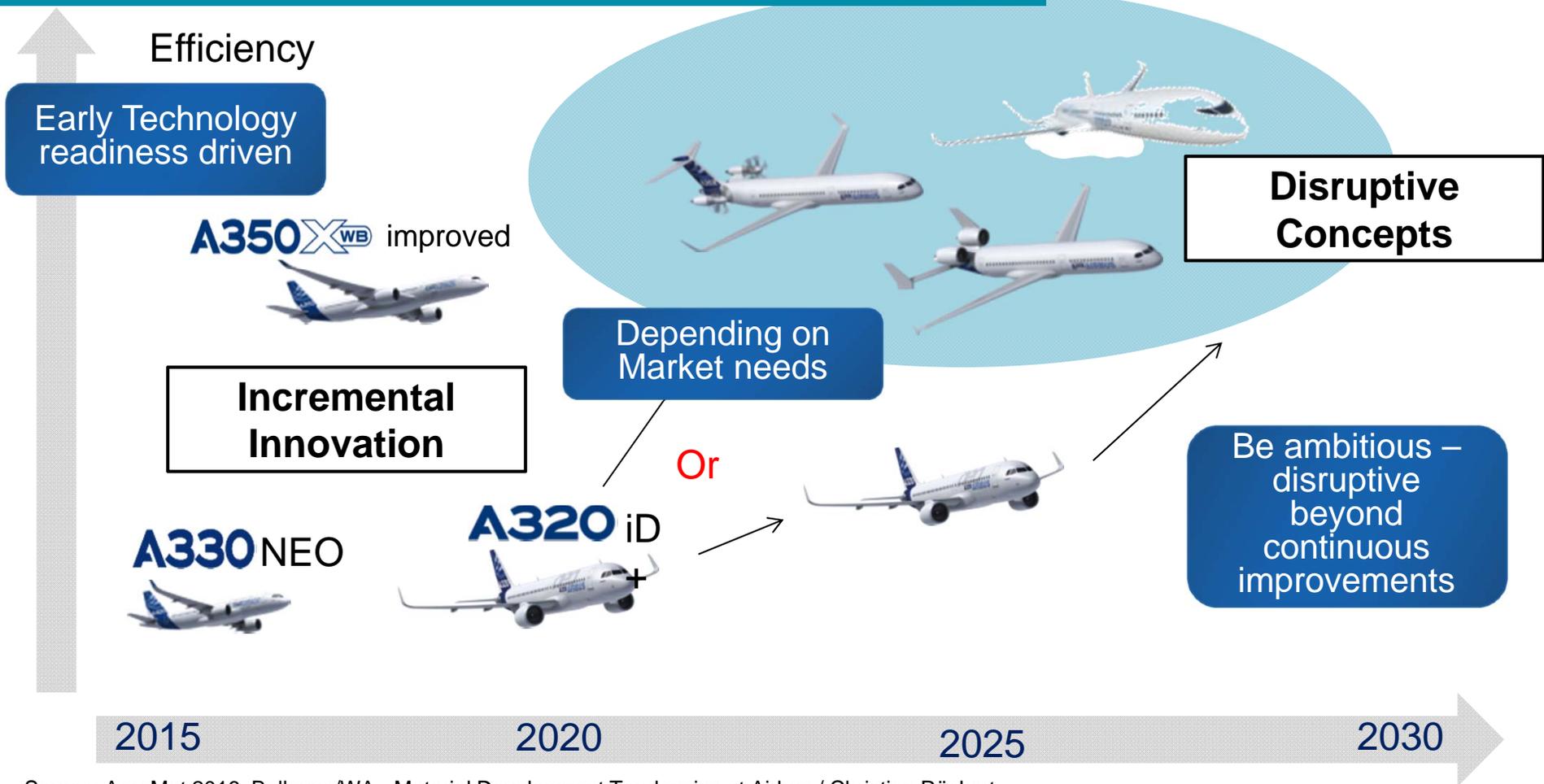
Ziel für Boeing 787: 20% weniger Treibstoffverbrauch gegenüber der Boeing 767-300:

- Reduktion des Strukturgewichtes (-20%) durch Einsatz von Composite (50% weniger Nieten am Rumpf)
- Verbessertes Flügeldesign durch optimierte Aerodynamik (-3%)
- Beitrag moderner Triebwerktechnologie -8% und zusätzlich durch den Einsatz von neuen elektrischen Systemen -3% (keine Zapfluft mehr)
- Emissionen: 20% weniger CO₂, Lärmteppich um Flughafen um 60% reduziert



Airbus kontinuierliche Verbesserungen

> Focus on incremental and prepare new concepts



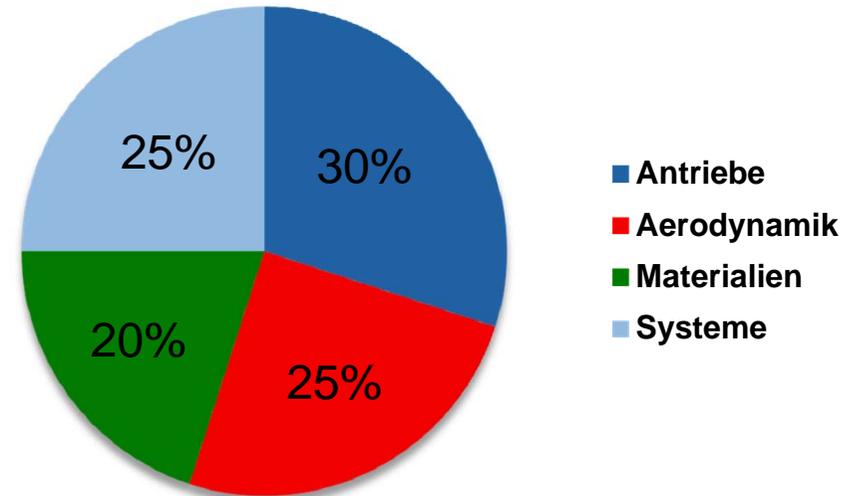
Source: AeroMat 2016, Bellevue/WA - Material Development Tendencies at Airbus / Christian Rückert

Potentiale für Verbesserungen

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Relative Anteile der Technologien zur Verbesserung der Effizienz



Antriebe:

Geared Turbo Fan
Open Rotor
Electric Propulsion
Hybrid Propulsion

Materialien:

Advanced Composites
3D Printing
Keramische Werkstoffe

Aerodynamik:

Laminare Flügel (NLF, HLF)
Neue Konfigurationen:
BWB, BoxWing, D8, TBW

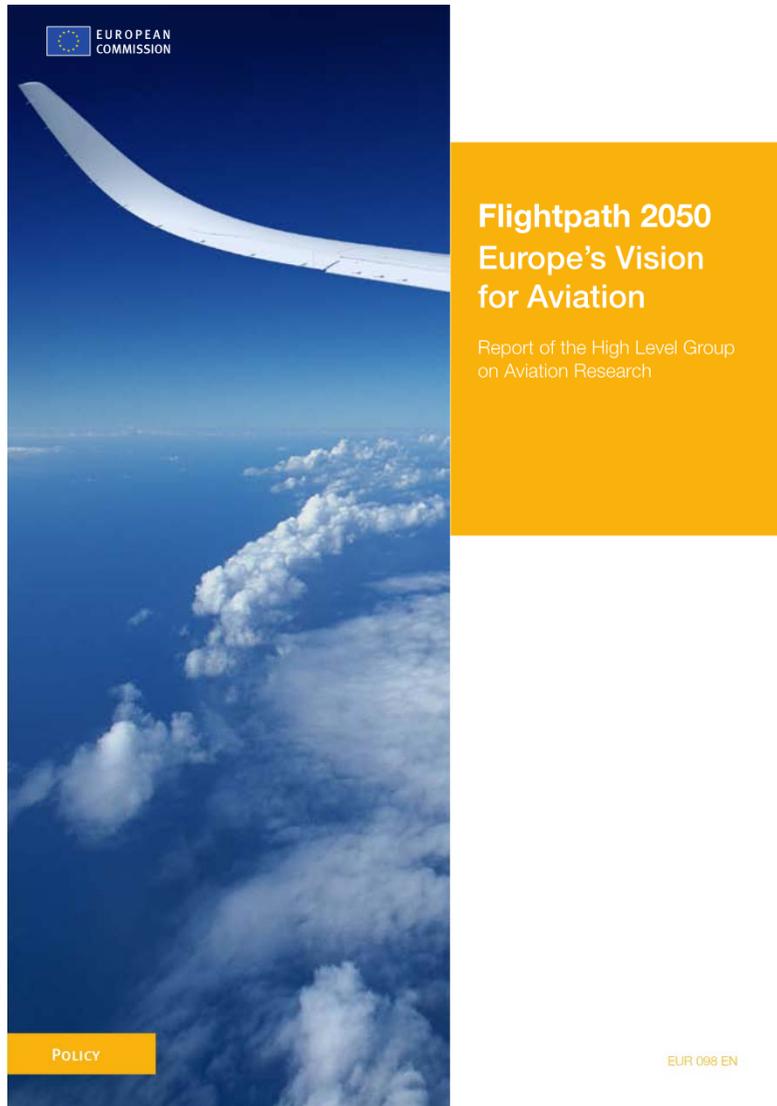
Systeme:

More Electrical Systems
Brennstoffzellen (APU, Bugrad, ...)

Themen

- Einführung
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- **Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft**
 - **Vision der EU: Flight Path 2050**
 - **NASA New Horizons Initiative**
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- Technologische Herausforderungen

Europa: Flightpath 2050



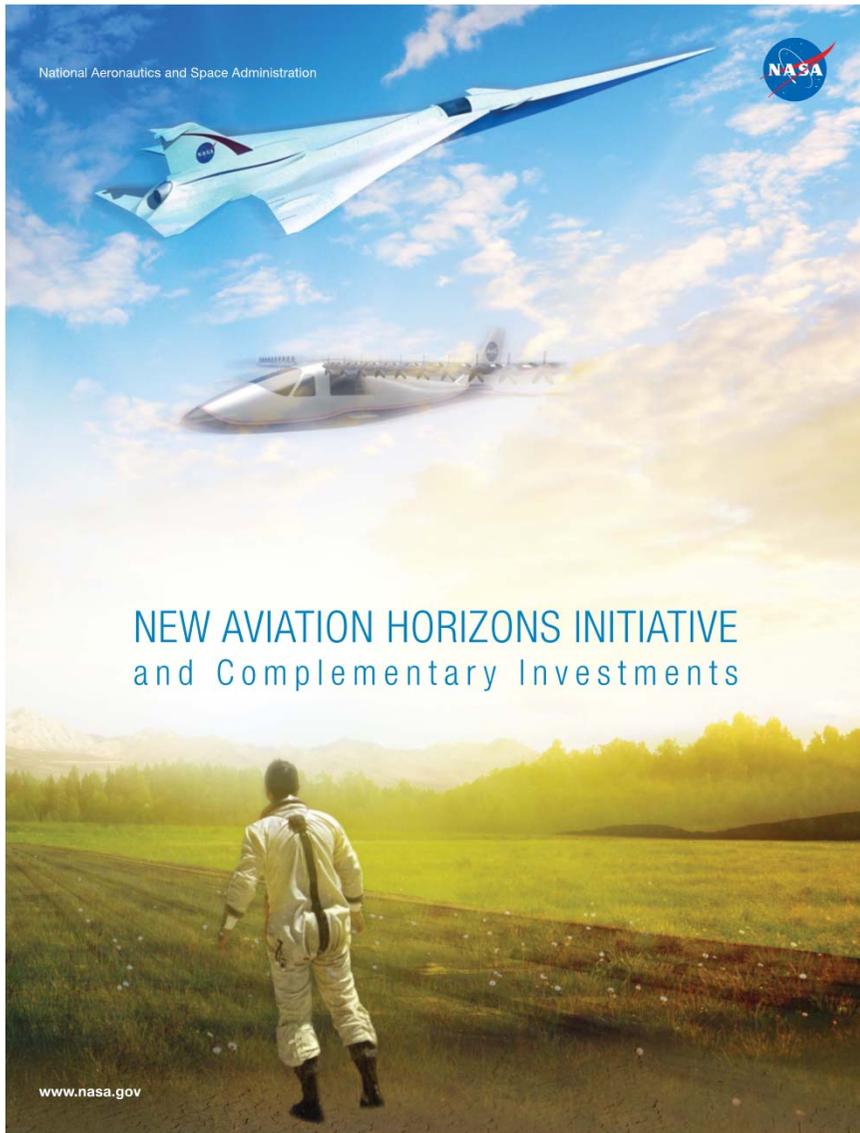
Umweltvorgaben:

Per 2050 sollen folgende Reduktionen realisiert werden, basierend auf einem neuen Flugzeug aus dem Jahr 2000.

- 75% weniger CO₂ Emission pro Passagierkilometer.
- 90% Reduktion der NO_x Emissionen pro Passagierkilometer.
- Die Lärmemission soll um 65% reduziert werden.

Die Ziele wurden durch ACARE (Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe) erarbeitet.

USA: NASA Initiative (10 Jahresplan)



Umweltvorgaben:

- Überschallflüge mit reduziertem Lärmpegel über Land bis 2030 (QUEST).
- Der Lärmpegel soll um 50% reduziert werden.
- Einsatz von Bio-Treibstoffen um Emission zu reduzieren (-50%).
- Entwicklung von neuer Flugzeuggeneration, welche 50% weniger Treibstoff verbraucht.

Themen

- Einführung
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- **EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien**
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- Technologische Herausforderungen

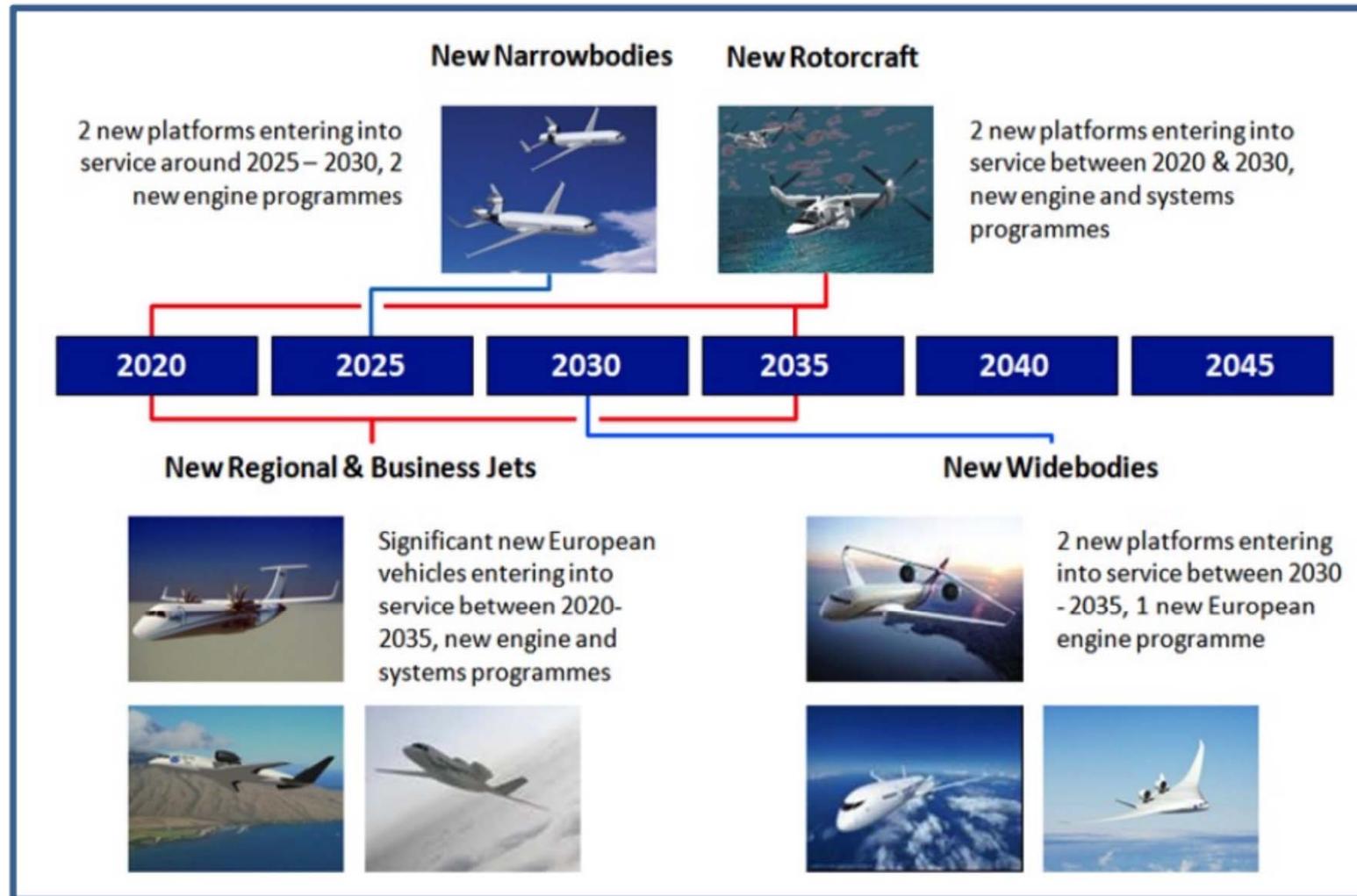
Clean Sky 2: Ziele

Clean Sky 2 zielt darauf ab, die insgesamt hochrangigen Ziele in Bezug auf Energieeffizienz und Umweltleistung zu erfüllen.

	<i>Clean Sky 2 as proposed*</i>
CO ₂ and Fuel Burn	-20% to -30% (2025 / 2035)
NO _x	-20% to -40% (2025 / 2035)
Population exposed to noise / Noise footprint impact	Up to -75% (2035)

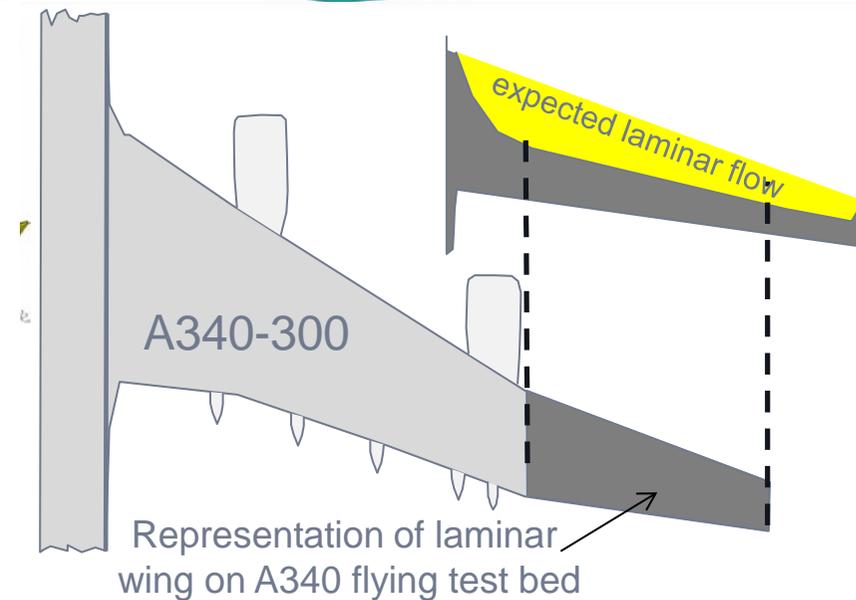
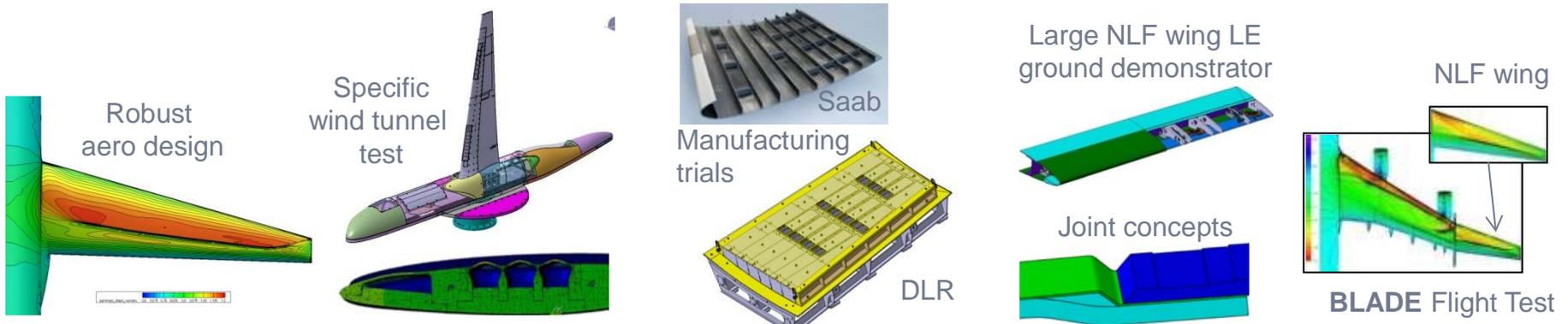
* Baseline for these figures is best available performance in 2014

Clean Sky 2: Ablauf



Aerodynamik

Laminare Flügelentwicklung

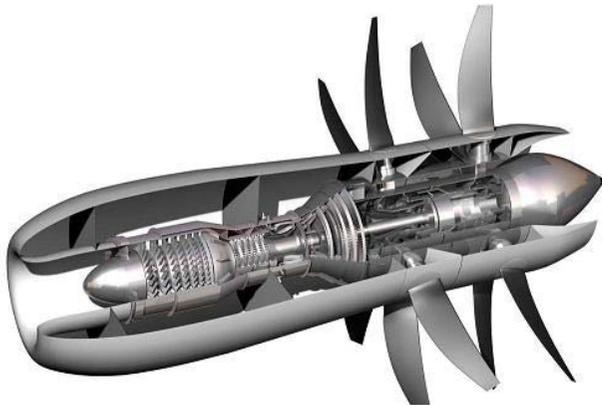


Ziel: Reduktion des Flügelwiderstands um 25% und Reduktion des Lärms um 10 dB.

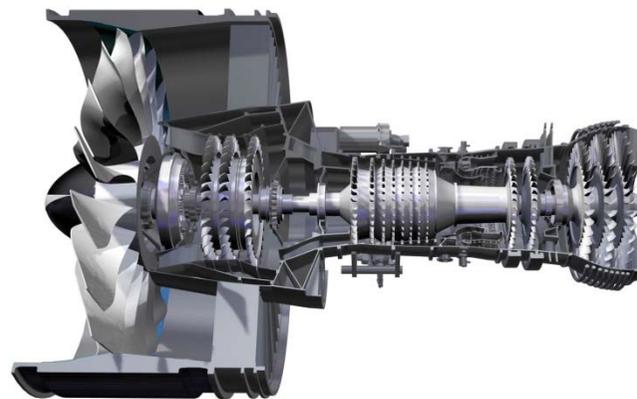
Entwicklungen im Rahmen Clean Sky:

- 20-30% Reduktion in CO₂
- Reduktion in NO_x um 80%
- Bis zu -11 EPNdB per Operation in Lärmausbreitung

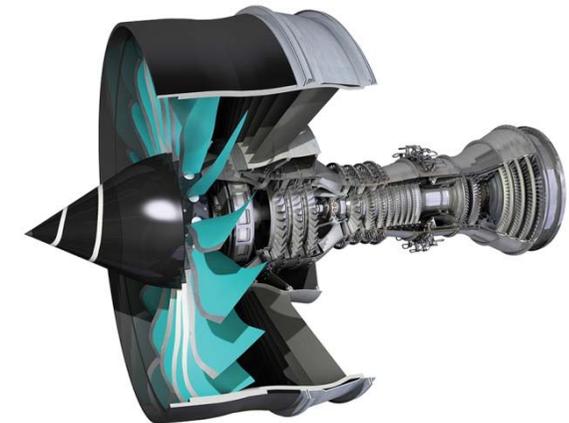
Zielwerte gegenüber Basis im Jahr 2000



Open Rotor
Mittelstrecken Flz
Nebenstromverhältnis 60:1



Geared Turbo Fan
Mittelstrecken Flz
Nebenstromverhältnis 12:1



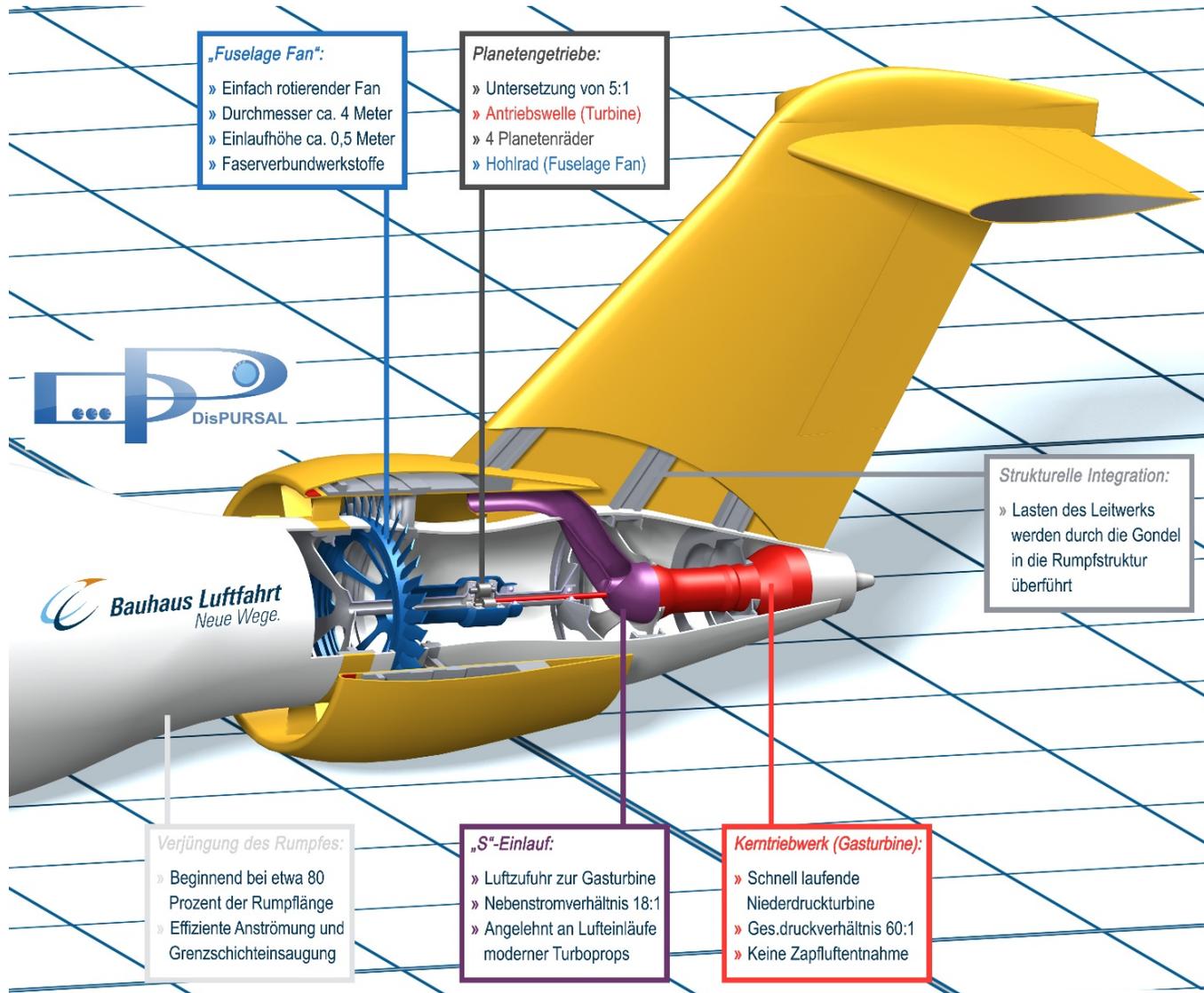
Ultra High Bypass Ratio
Langstrecken Flz
Nebenstromverhältnis 15:1

Der Clean Air Engine Liner

Konzept vom Verein Bauhaus Luftfahrt e. V.

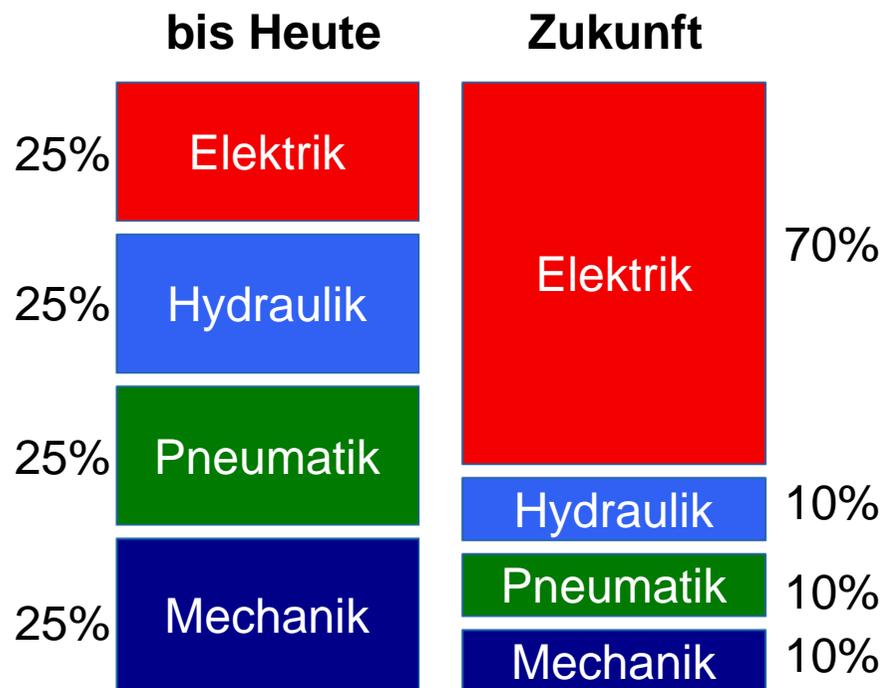
Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw
School of Engineering



© Bauhaus Luftfahrt e.V.

Entwicklung zum More Electrical Aircraft:



Die Entwicklung zum More Electrical Aircraft begann mit dem Airbus 380 aber der Trendsetter ist die Boeing 787.

Elektrische Leistung im Vergleich:

Boeing 767 150 kW
Boeing 787 1400 kW

Beispiel für neue Elektrische Systeme 787:

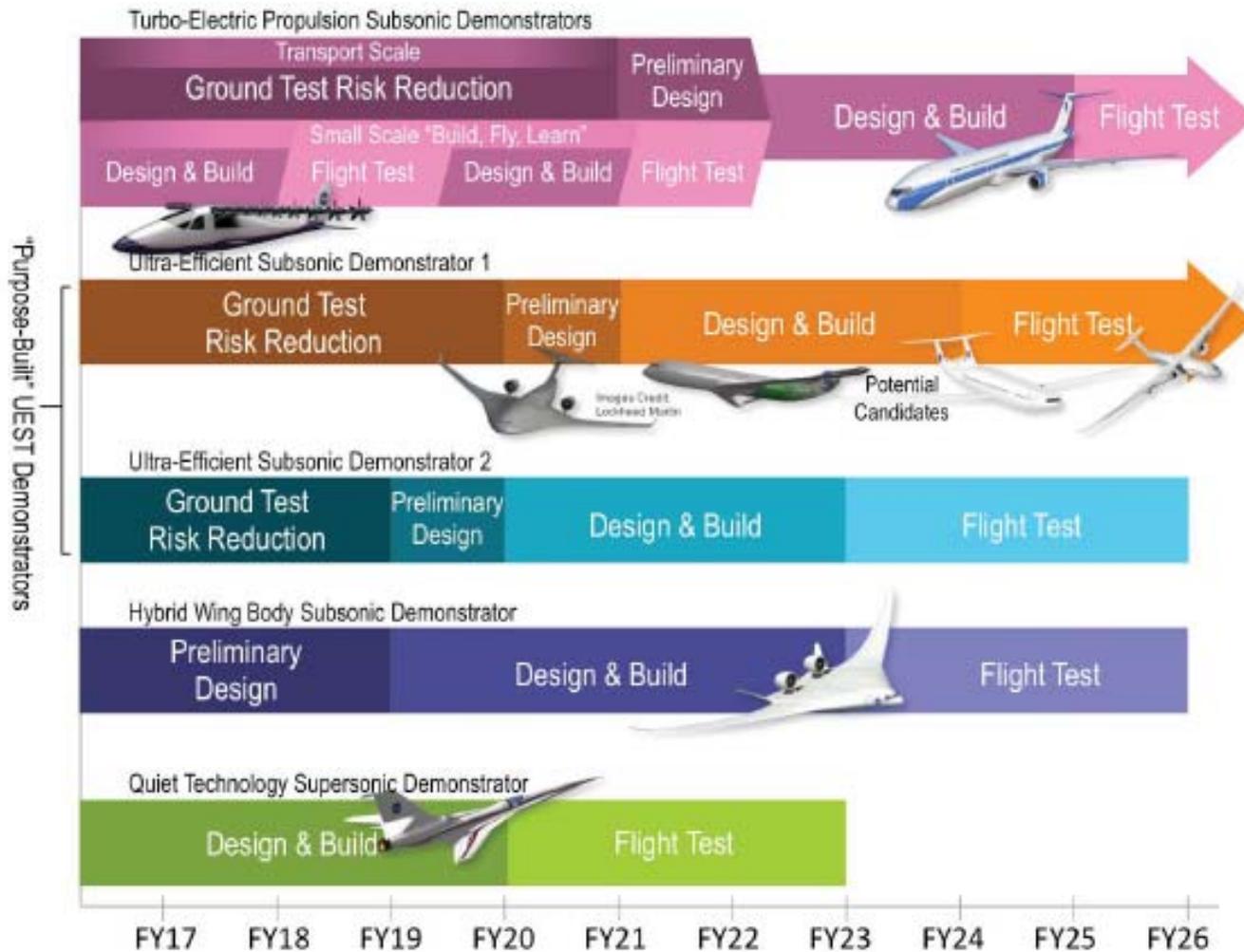
- *Electric Engine Start*
- *Electric Wing Ice Protection*
- *Electric Driven Hydraulic Pumps*
- *Electric Air Conditioning and Cabin System*
- *Hydraulics replaced by Electrical Systems*

Fazit: Einsatz von Leistungs-Elektronik, Batterien, Herausforderung der elektromagnetischen Verträglichkeit in Systemen, Blitzschutz; mehr Tests in Entwicklung notwendig!

Themen

- Einführung
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- **NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren**
- Technologische Herausforderungen

X-Plane Entwicklungen (NASA)



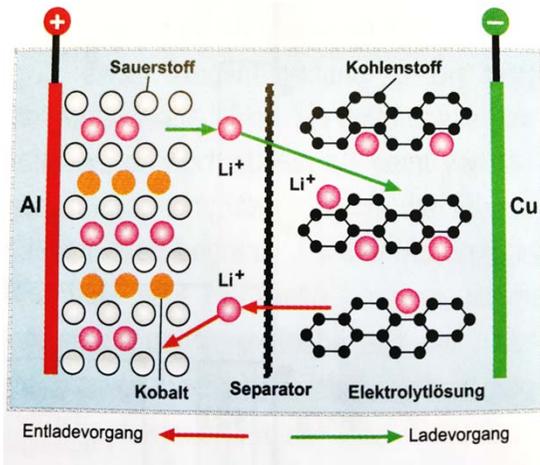
“D8 Double-Bubble” Konzept



Fliegen mit Elektromotoren

Herausforderung Batterie (Energiedichte)

Wie das amerikanische
Forschungsinstitut MIT
die Lithium-Zellen-Entwicklung
heute sieht



Beispiel: Airbus A350-900

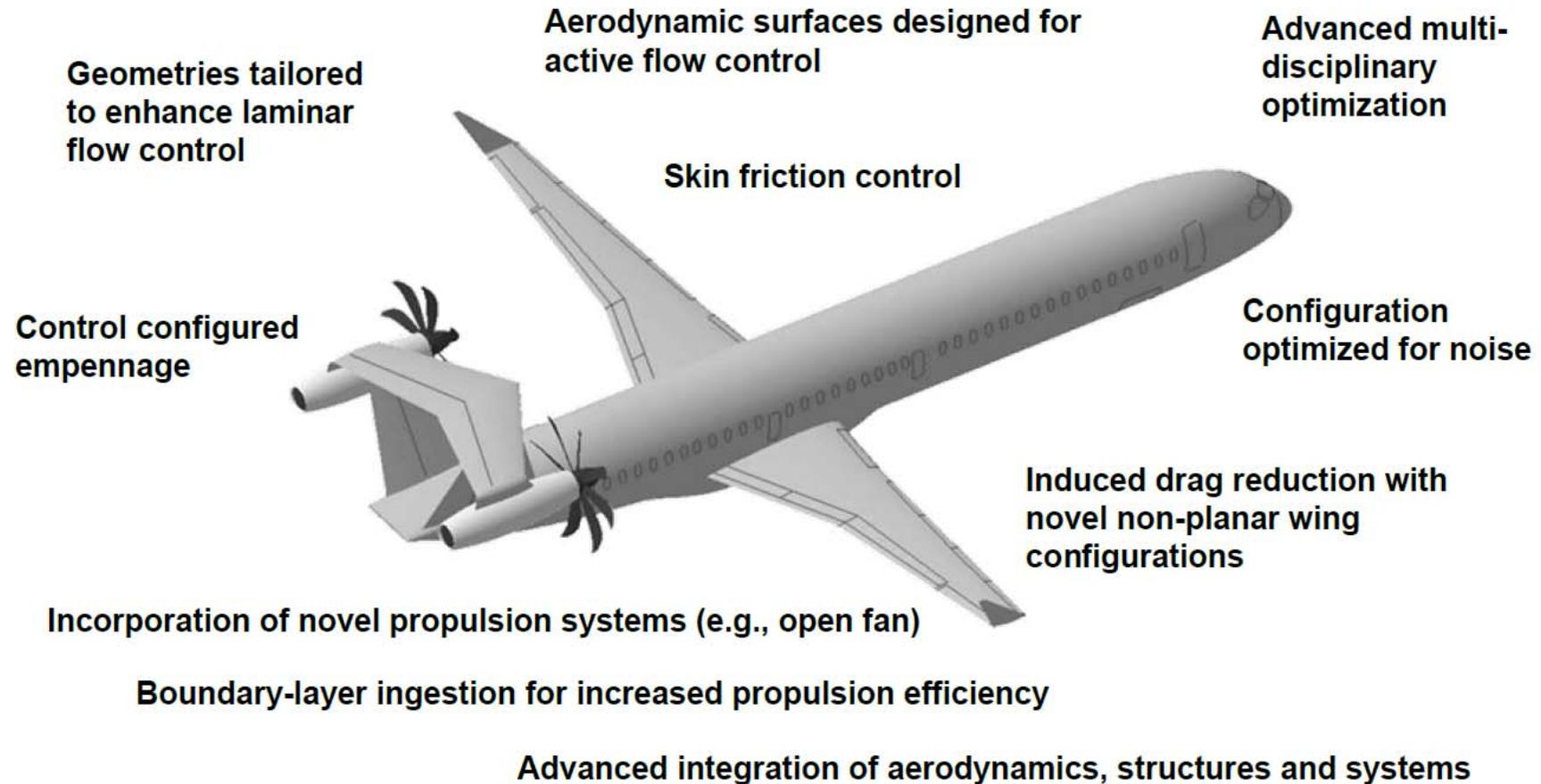
Reichweite	14350 km
Passagiersitze ca.	314
Max Startmasse	275000 kg
Treibstoffmasse	110400 kg
Reisegeschwindigkeit	Mach 0.85

Fazit: 10 Tonnen Batterie pro Passagier oder Reichweite von 500 km !

Themen

- Einführung
- Verbesserungen von der Boeing 767 zur 787
Heutige moderne Technologien
- Vorgaben in Bezug auf Luftverkehr der Zukunft
 - Vision der EU: Flight Path 2050
 - NASA New Horizons Initiative
- EU Clean Sky 2: Entwicklungen, neue Technologien
- NASA X-Plane: Entwicklungen, neue Demonstratoren
- **Technologische Herausforderungen**

Neue Technologien sind notwendig



Fazit: Um die ambitionösen Umweltziele zu erreichen, sind neue Technologien zwingend notwendig: Flugzeugkonfiguration, Antriebe, Materialien, Treibstoffe, elektrische Systeme.

EU Project RECREATE

Research for a Cruiser Enabled Air Transport Environment



We spent over fifty years on the hardware, which is now pretty reliable. Now it is time to work with people.

(Don Engen FAA Administrator, 1986)

Herzlichen Dank für Ihr Interesse

Herzlichen Dank auch an:

- Zentrum für Aviatik: Kalaimagal Sivasothy
- Airbus: Dr. Claudio Dalle Donne, Klaus Muthreich
- Boeing: Michael Friend
- Dassault: Philippe Rostand
- MIT: Prof. Mark Drela, Prof. John Hansman, Gregg Shoults, Prof. Oli de Weck