



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

Symposium der Wasserstoff-Gesellschaft Hamburg e.V.
am 07.Juni 2011

Der Einsatz der Brennstoffzelle im Flugzeug

Dr. Andreas Vahl - ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH



Erster bemannter Brennstoffzellenflug 2008 Ocaña / Spanien



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG

Boeing Technology | Phantom Works

Boeing Research & Technology Europe

Benefits of Work: Develop capability for “hands on” integration of fuel cell systems in aerospace applications

Project aim: To demonstrate the feasibility of a **straight and level manned flight with fuel cells as the only source of power**



The engine of a motor-glider ([Diamond HK36TTC Superdimona](#)) has been replaced by a PEM Fuel Cell/Li ion Battery hybrid power source that drives an electric motor rotating a variable pitch (constant speed) propeller

Jornada de Nuevas Tecnologías Energéticas en el Sector Aeronáutico INTA - 3 octubre 2008

Brennstoffzelleneinsatz im gesamten Flugprofil

Juli 2009 Hamburg



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG



„Fliegender Teststand“

zur flexiblen und kostengünstigen
Entwicklung von Brennstoffzellen-
systemen in der Luftfahrt.

Plattform zur Technologieintegration

- Wasserstoff
- Brennstoffzellen
- Elektrische Antriebe
- Aerodynamik und –elastik

Berblinger Wettbewerb

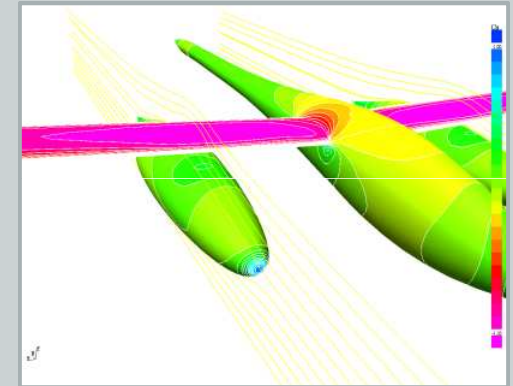
April 2011 Friedrichshafen



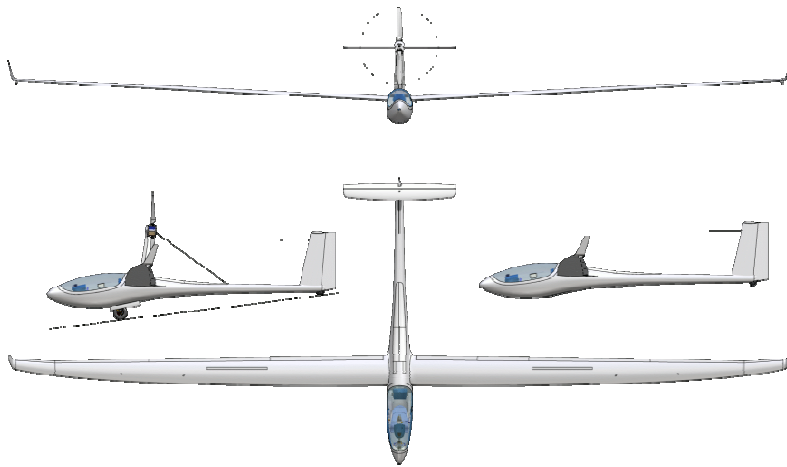
ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG

- Preisgeld 100.000 €
- Bewertungskriterien:
 - ✓ Umweltfreundlichkeit (30 %)
 - ✓ Flugleistung (30 %)
 - ✓ Innovation (20 %)
 - ✓ Praxistauglichkeit (20 %)



Antares 20 E



Antares DLR-H2



NASA CAFE Green Flight Challenge

Juli 2011 Kalifornien



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG

- Preisgeld 1,65 Mio \$
- Bewertungskriterien:
 - ✓ 200 Meilen (322 km)
 - ✓ weniger als 2 Stunden (161 km/h)
 - ✓ weniger als 3,78 l Treibstoff pro Besatzungsmitglied

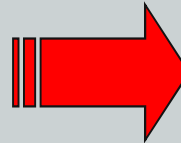


Höhere Wirkungsgrade

relativ zur konventionellen Stromerzeugung mit Hilfsgasturbinen.



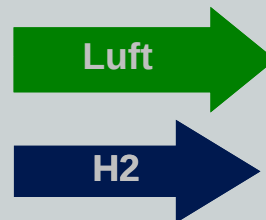
$\eta_{\text{APU}} \sim 20\%$
($\eta_{\text{IDLE}} \sim 10\%$)



$\eta_{\text{FCS}} \sim 40\%$
($\eta_{\text{IDLE}} \sim 50\%$)

Brennstoffzellen-Funktionsprinzip

Verbrennungsfreie Umwandlung von
chemischer in elektrische Energie.

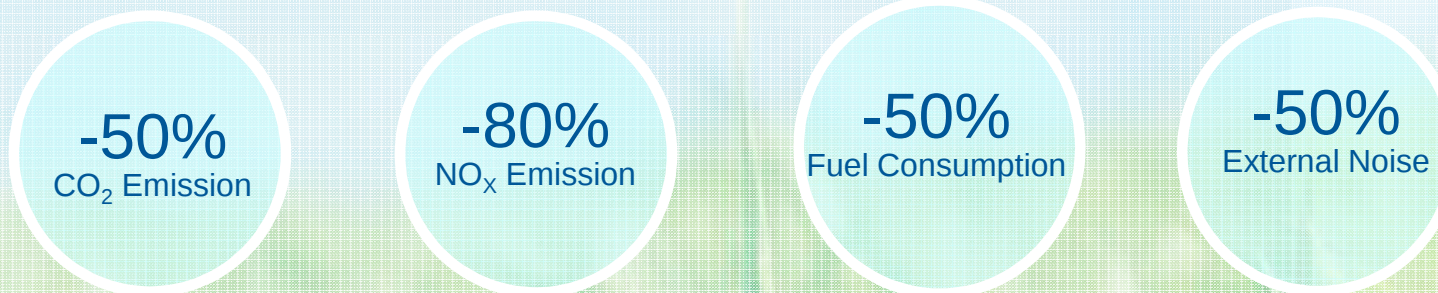


Ausblick

Die Brennstoffzellentechnologie ist ein entscheidender Faktor, um die Öko-Effizienz der Luftfahrt zu stärken. Sie bringt Mehrwert bei gleichzeitig geringeren Umwelteinflüssen.

- Verbesserte Energieeffizienz,
- Emissionsreduzierung während des gesamten Flugzyklus,
- insbesondere emissionsfreier Betrieb am Boden.

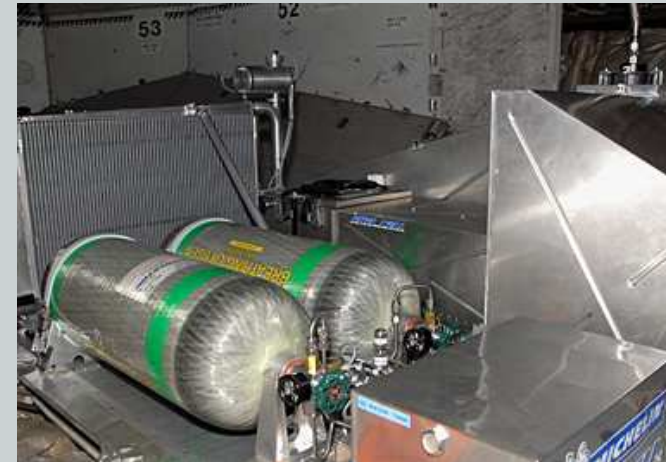
ACARE 2020



Entwicklungsstand

Airbus hat gemeinsam mit den Forschungspartnern als erster Flugzeughersteller

- eine Wasserstoff- und Sauerstoff-betriebene Brennstoffzelle an Bord eines Verkehrsflugzeugs eingesetzt.
- ein Wasserstoff-betriebenes Brennstoff-zellensystem in das elektrische und hydraulische Netzwerk eines Flugzeuges integriert.
- Flugtests durchgeführt und Flugsteuerungsflächen während des Fluges mit der Brennstoffzelle angetrieben.

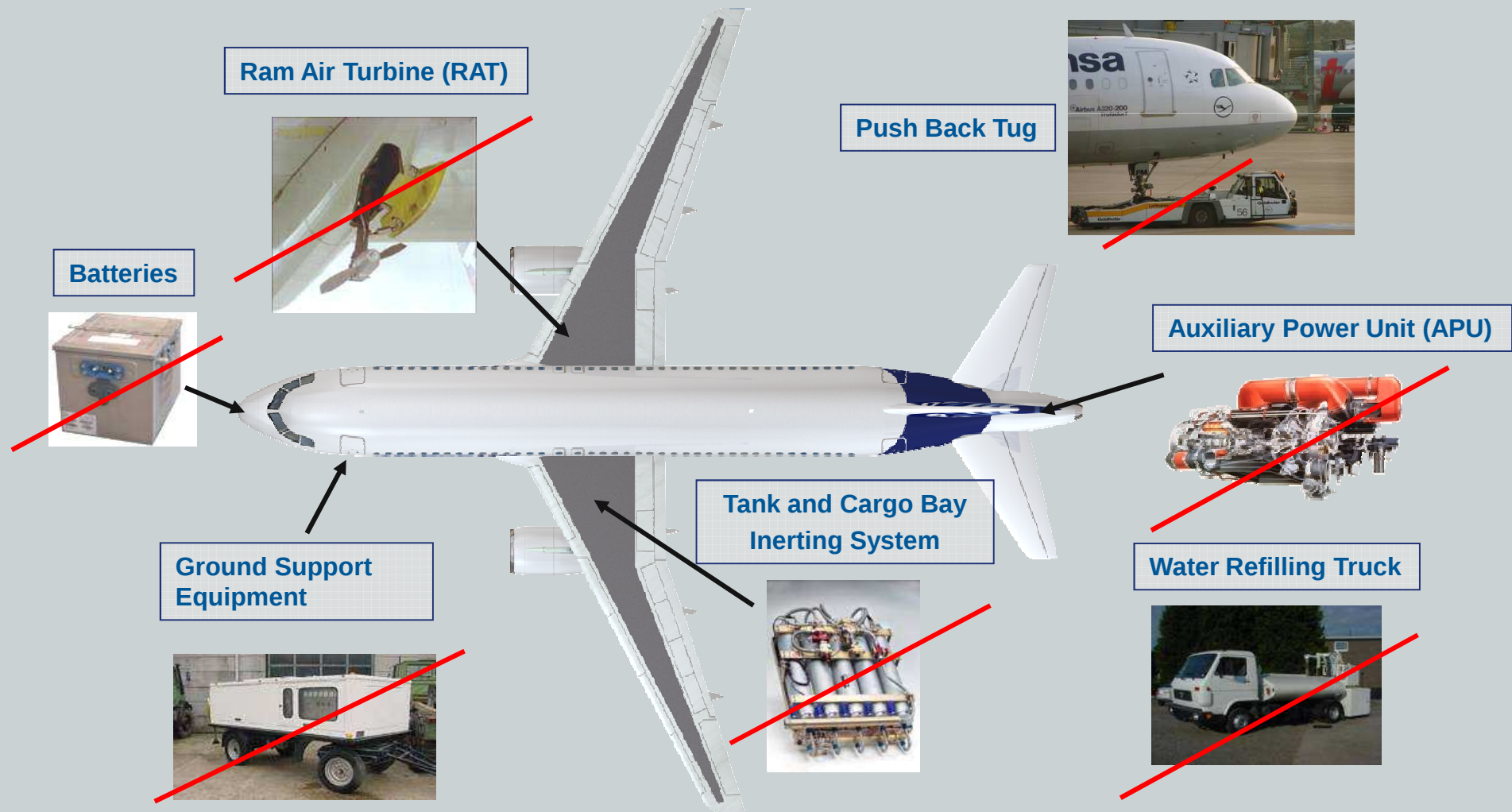


Multifunktionale Brennstoffzelle - ein Leuchtturmprojekt



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG



Rüschhalbinsel Finkenwerder



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG



ZAL-TechCenter in Hamburg Finkenwerder

(Musterplanung Airbus – beispielhafte Darstellung)



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG



ZAL-TechCenter in Hamburg Finkenwerder

(Musterplanung Airbus – beispielhafte Darstellung)



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG

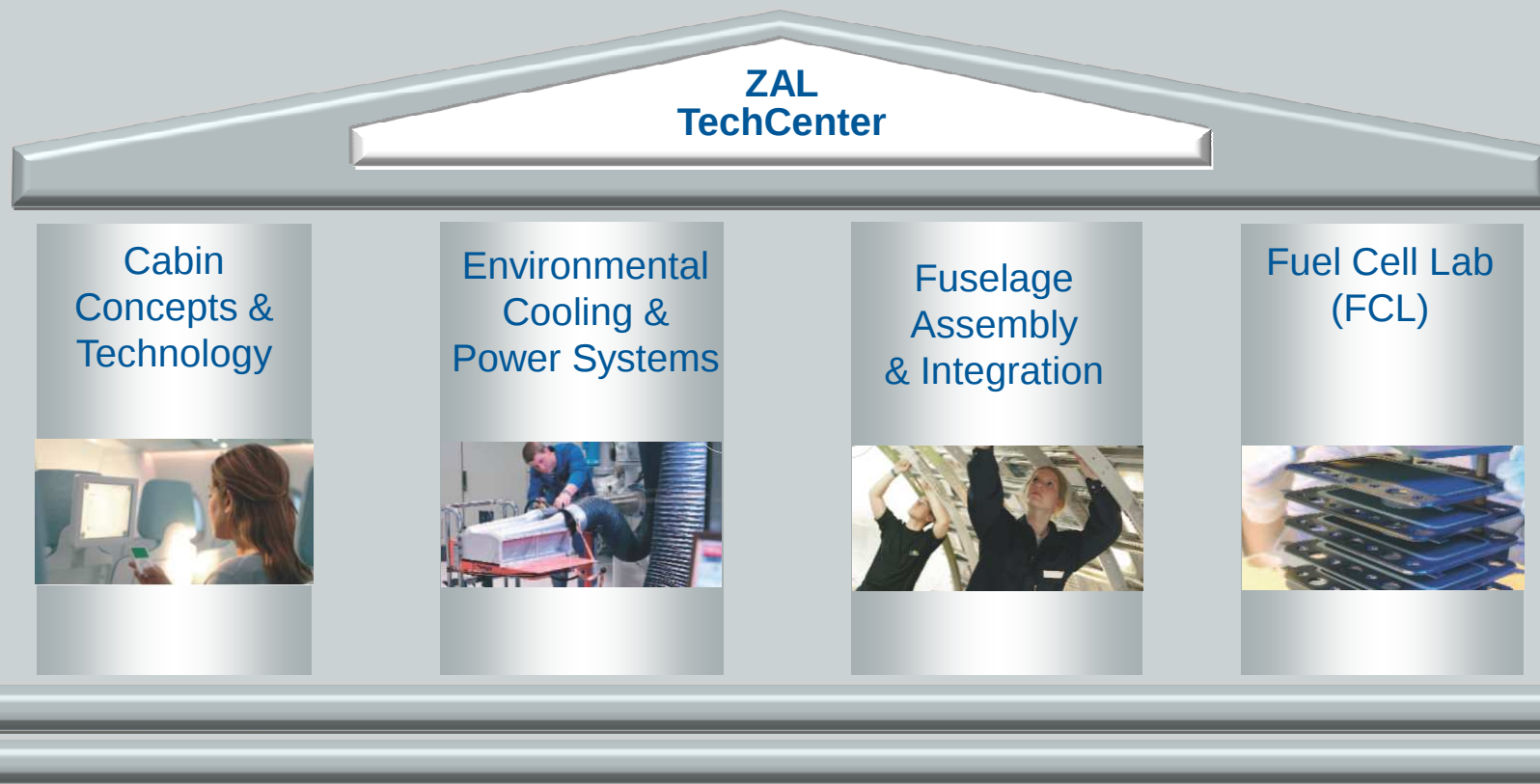


Das ZAL-TechCenter in Hamburg Finkenwerder (Inbetriebnahme August 2013)



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG



Das ZAL stärkt die anwendungsorientierte Forschung am Luftfahrtstandort Hamburg mit der Schaffung neuer Strukturen in der technisch wissenschaftlichen Zusammenarbeit:

„Forschen und Entwickeln unter einem Dach“.

Das Fuel Cell Lab des ZAL-TechCenter

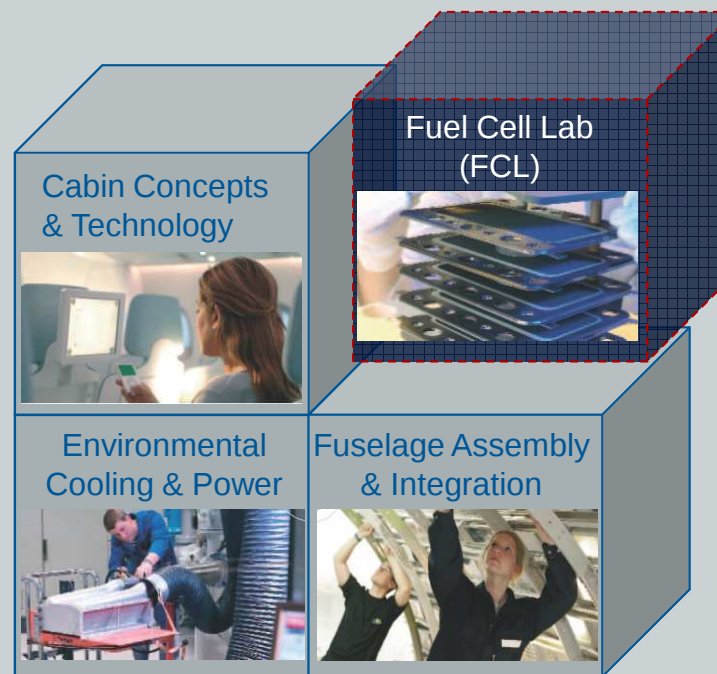
(Inbetriebnahme August 2013)



ZAL Zentrum für Angewandte
Luftfahrtforschung GmbH

HAMBURG

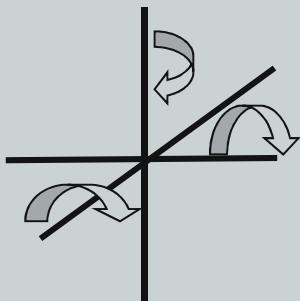
Das FCL wird mit ca. 2.000 m² Hallen- und Laborfläche als eigenständiger Bereich innerhalb des ZAL gemeinsam mit Industrie und wissenschaftlichen Einrichtungen anwendungsorientierte Forschung im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie betreiben.



Die Infrastrukturen des FCL stehen Partnern intersektoral zur Verfügung. Das ZAL ermöglicht somit branchenübergreifende Synergien im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellenforschung!

- Lasten aufgrund von Flugzeugmanövern (Inklination)
- Schwingungslasten / Beschleunigungen
- Variable Außendrücke
- Variable Temperaturen

	Flugbetrieb	Bodenbetrieb
Heiße Flugbedingung	-35°C	+56°C
Kalte Flugbedingung	-72°C	-54°C
ISA	-56,5°C	+15°C



Inklination



Schwingung



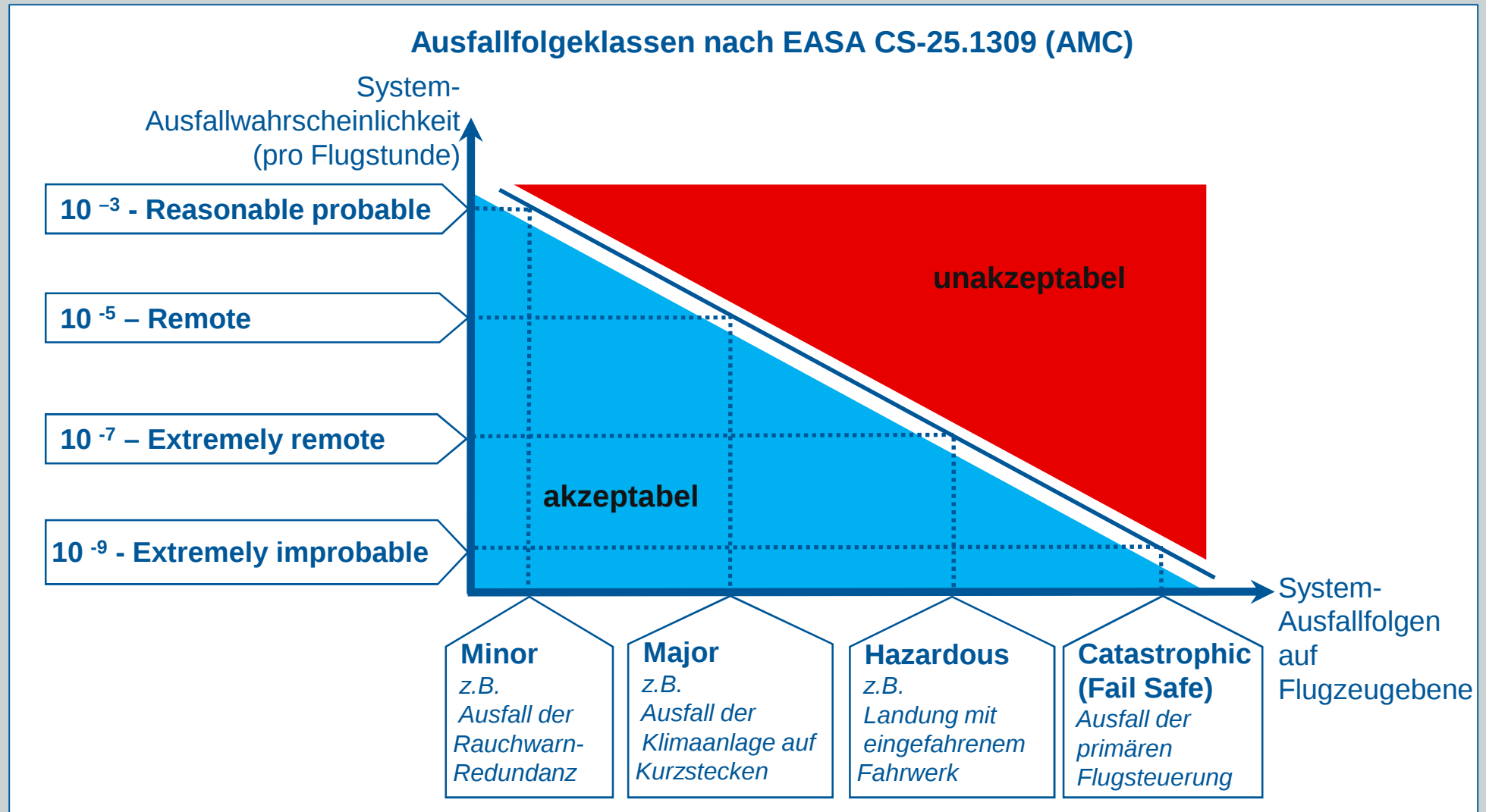
Beschleunigung



Unterdruck



Klimatisierung



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

