

AIRCRAFT DESIGN AND SYSTEMS GROUP (AERO)

Luftfahrt und Gesellschaft

- Welche Diskussionsbeiträge können wir leisten?
- Was können wir in der Lehre bewirken?
- Was können wir in der Forschung bewirken?

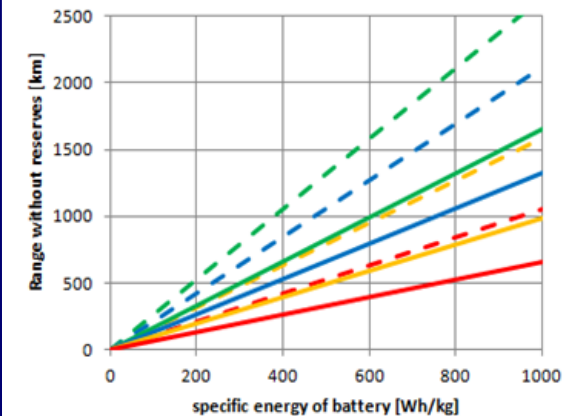
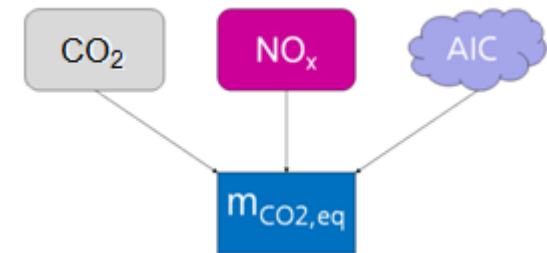
Dieter Scholz

Hamburg University of Applied Sciences

Mitgliederversammlung im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Online, 09.12.2021, 15:45 – 17:15

<https://purl.org/aero/PRE2021-12-09>



"Luftfahrt und Gesellschaft" in der Mitgliederversammlung im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Inhalt

- **Aus meinen Diskussionsbeiträgen:**
 - **Corona und Fliegen**
 - **Kontaminierte Kabinenluft**
 - **Urban Aviation / Kurz- / Mittel- / Langstrecke**
 - **Neue Energien, Antriebe und Flugzeuge**
- **Aus meinen Ideen für die Lehre:**
 - **Aktuelle Themen in den Unterricht!**
 - **Abschlussarbeiten: perma.cc / ETD**
- **Aus meinen Beiträgen für die Forschung:**
 - **Vortragsreihe: AeroLectures.de**
 - **Continuous Special Issue "Aircraft Design"**
in der Open Access Zeitschrift "Aerospace"
 - **Prof.-Seiten unter <https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers>**

Diskussionbeiträge

Umweltschutz in der Luftfahrt

"HAW Bericht"

<https://doi.org/10.48441/4427.225>

REPOSIT



Umweltschutz in der Luftfahrt – Hintergründe und Argumente zur aktuellen Diskussion

Dieter Scholz

2021

Publikationsstatus: Publierte Version / keine Begutachtung geplant

Typ des Dokumentes: Bericht

Empfohlene Zitierung:

SCHOLZ, Dieter, 2021. *Umweltschutz in der Luftfahrt – Hintergründe und Argumente zur aktuellen Diskussion*. Bericht. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Aircraft Design and Systems Group (AERO).

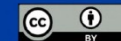
Zitierlink:

DOI: <https://doi.org/10.48441/4427.225>

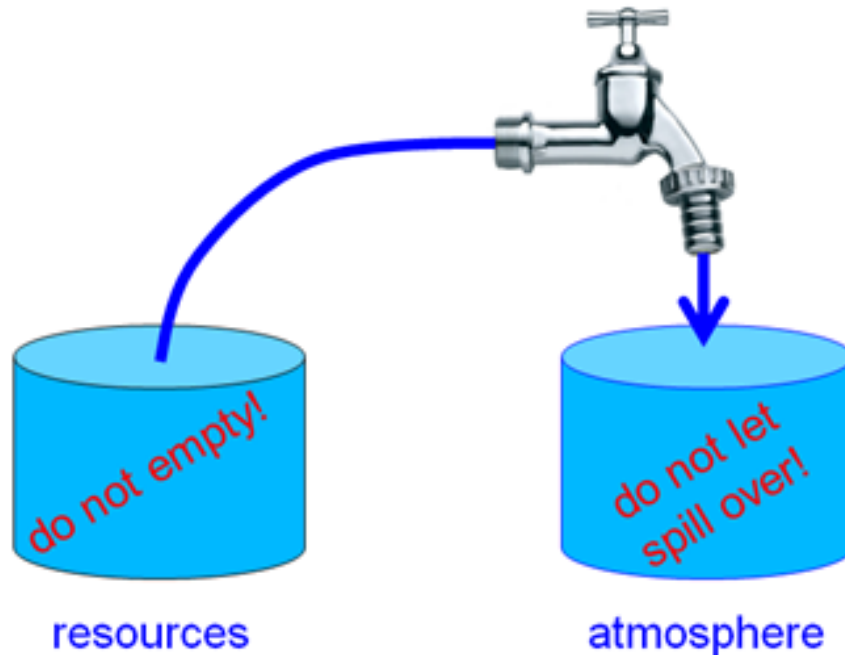
Handle: <https://hdl.handle.net/20.500.12738/11261>

Nachnutzung:

Das Werk ist lizenziert unter Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Energiereserven oder Atmosphäre – Was ist das Problem?



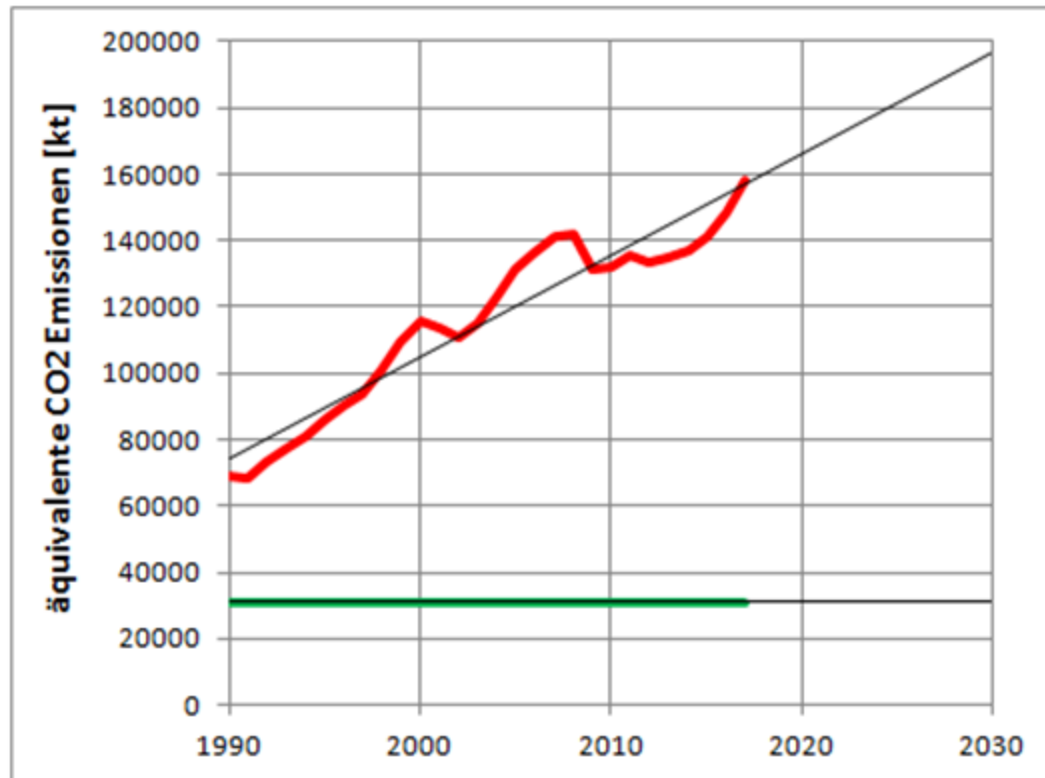
Die beiden Fässer symbolisieren:

- Links: **Fossile Energiereserven** and
- Rechts: **Endliche Kapazität der Atmosphäre** Emissionen aufzunehmen.

Einfach zu verstehen:

- Es funktioniert nicht, den Hahn jedes Jahr weiter zu öffnen.
- Der Hahn muss geschlossen werden => Zero Emissions (aber wie?!)

"Green Deal" (2050) und "Fit for 55" (2030)



The **equivalent CO2 emissions** (in 1000 tonnes or kt) of international aviation in the EU are **rising continuously** (red line). According to the "Green Deal" of the EU, they have to go to 45% of the 1990 value (by 2030) (green line). Diagram created with data from. EEA 2019 (<https://perma.cc/2EZ6-DQBN>)

80% of humans on earth never flew and will probably never fly.

Global warming from aviation is a "rich world's problem"!

Corona und Fliegen

<http://Corona.ProfScholz.de>

Luffahrtindustrie lügt beim Thema "Kabinenbelüftung" während der Corona-Pandemie



What?

false statement (lie) of the aviation industry

Short form of the lie (in German)

air in the plane

"as clean as in an operating room" (through HEPA filter)

Operationssaal

air exchange

"COMPLETE in 2 to 3 minutes"

Frischluftquote *

air flow in the aircraft cabin

"only from top to bottom" or "no horizontal flows"

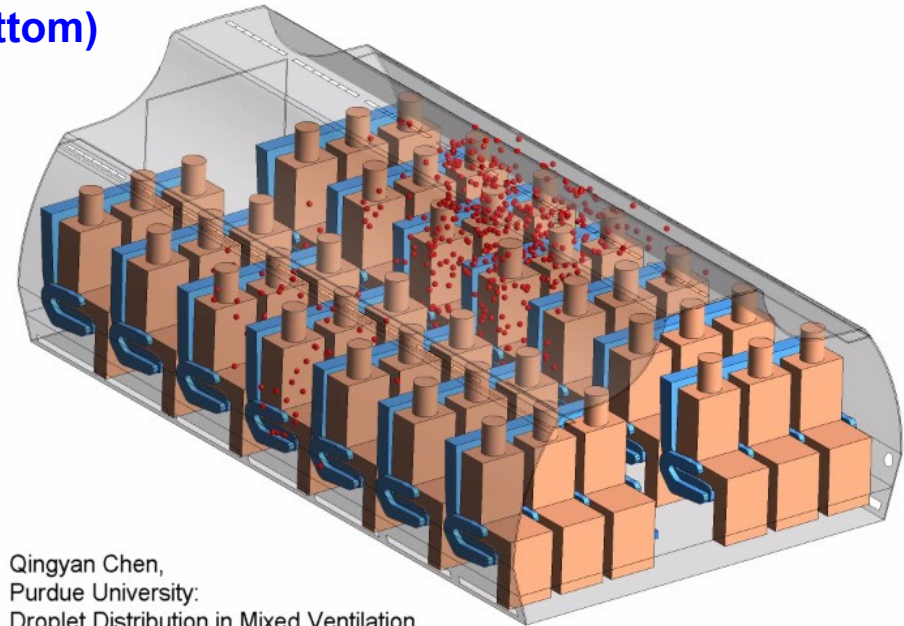
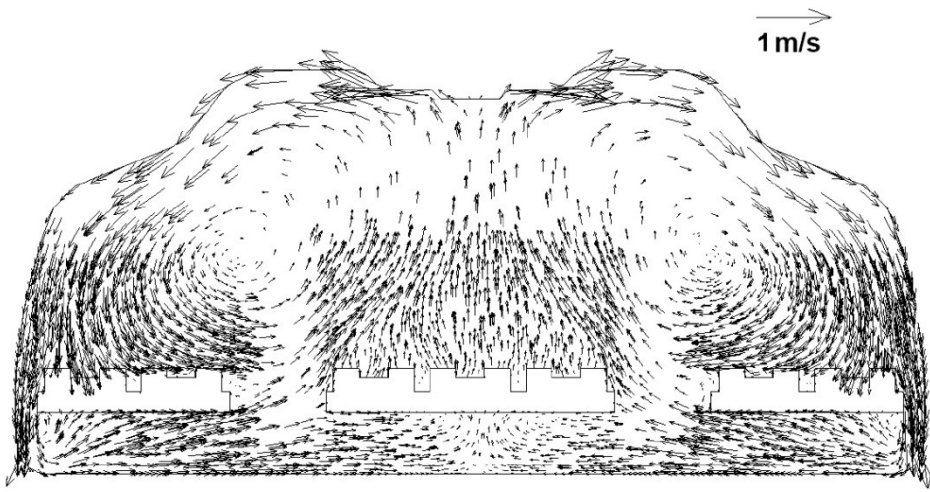
Klimavorhang *

* A. Scheuer, BMVI, <https://youtu.be/tGXNK9Y40AQ>

Lufftfahrtindustrie lügt beim Thema "Kabinenbelüftung" während der Corona-Pandemie

"Klimavorhang" (flow only from top to bottom)

The air conditioning system forms **circulation patterns** of the air and helps to distribute droplets among **several rows** in the aircraft cabin!



Qingyan Chen,
Purdue University:
Droplet Distribution in Mixed Ventilation

Aerosols are further distributed along the **length of the cabin** by turbulence, diffusion, and movement of persons in the cabin!

<http://purl.org/corona/N2020-06-17>

Hohes Risiko der Ansteckung:

Viele Menschen zusammen
Menschen **dicht** zusammen
Über **lange Zeit** zusammen
Geringe **Belüftung** des Raumes

im Flugzeug?

ja

ja

ja

nein,

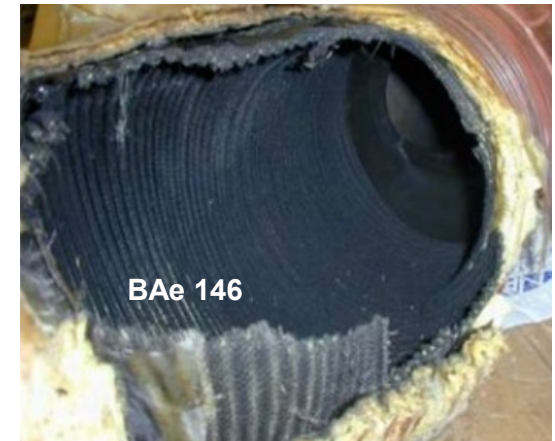
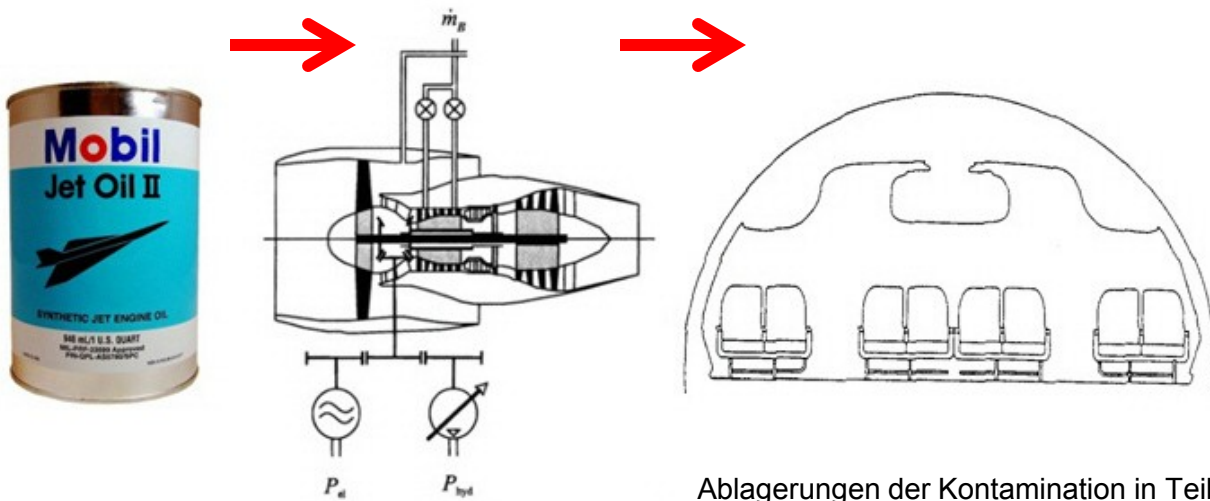
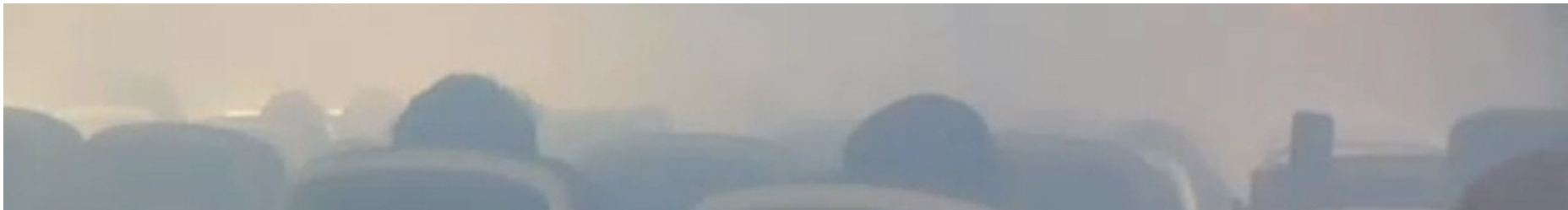
**aber Situation ist problematisch
und nicht besser als an vielen
anderen öffentlichen Orten.**

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Sommer 2020, COVID-19, Fliegen: ja oder nein? Vorsicht: Gesundheitsrisiko und unklare Rechtslage!* Pressemitteilung. Available from: <http://purl.org/corona/PR2020-06-05>

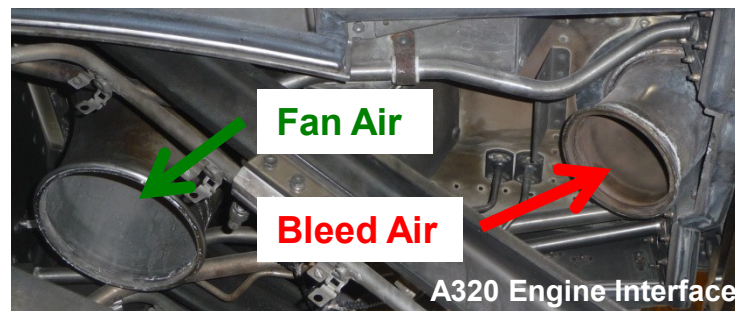
SCHOLZ, Dieter, 2021. *Aircraft Cabin Ventilation in the Corona Pandemic – Legend and Truth*. Hamburg Aerospace Lecture Series (DGLR, RAeS, VDI, ZAL, HAW Hamburg), Hamburg, Germany. Online, 2021-06-24. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5356568>

Kontaminierte Kabinenluft

<http://CabinAir.ProfScholz.de>



Ablagerungen der Kontamination in Teilen der Klima- und Zapfluftanlage an Bord.



warning:

contains **TCP**
tricresylphosphate.

Swallowing this product
 can cause nervous
 system disorders,
 including paralysis.

Prolonged breathing of oil
 mist, or prolonged or
 repeated skin contact can
 cause nervous system
 effects.



(Cannon 2016)

Urban Aviation

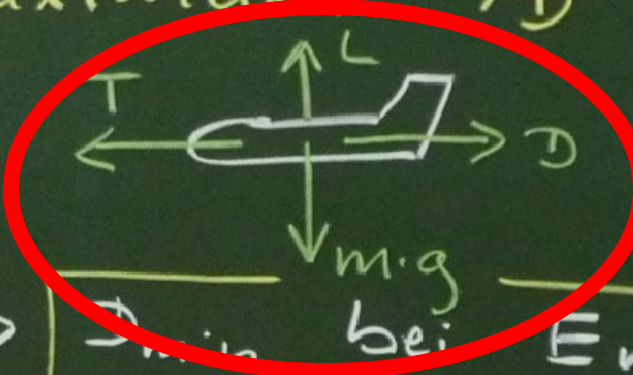
Kurz- / Mittel- / Langstrecke

Grundlagen

Aus der Vorlesung

drag D_{min} and der
 Gleitzahl maximum L/D E_{max}

Horizontalflug

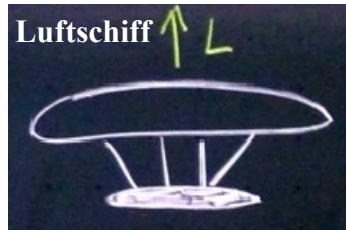


$D = \frac{L}{E} = \frac{m \cdot g}{E} \Rightarrow$ D_{min} bei E_{max}

$\frac{C_L}{1 + \frac{C_D}{C_L}}$ also: $E = f(C_L)$

Kraftaufwand, um ein Fahrzeug während Fahrt bzw. Flug hoch zu halten, D_i

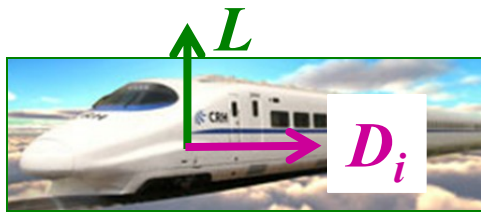
Fahrzeug ist widerstandsärmer



$$D_i = L / \infty = 0$$

$$D = D_0 + D_i$$

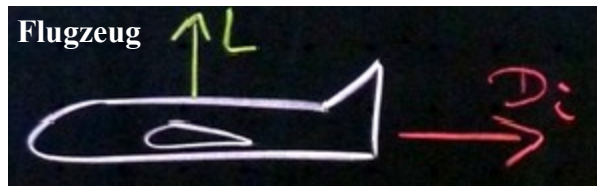
↑ Kraft, um Fahrzeug durch die Luft zu schieben



$$D_i = L / 700$$



$D_i = L / 70$: Auto auf Asphalt
 $D_i = L / 20$: Auto auf Sand



$$D_i = L / 40$$

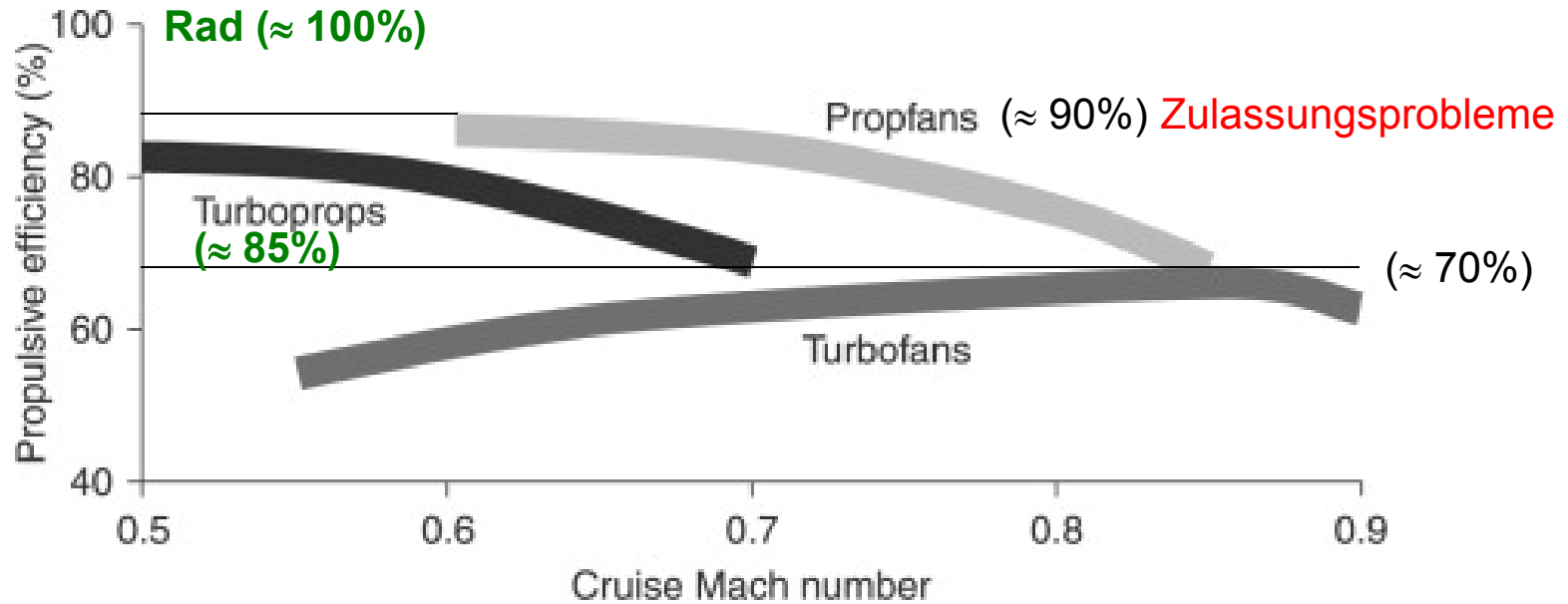


Hubschrauber

$$D_i = T = L / 1$$

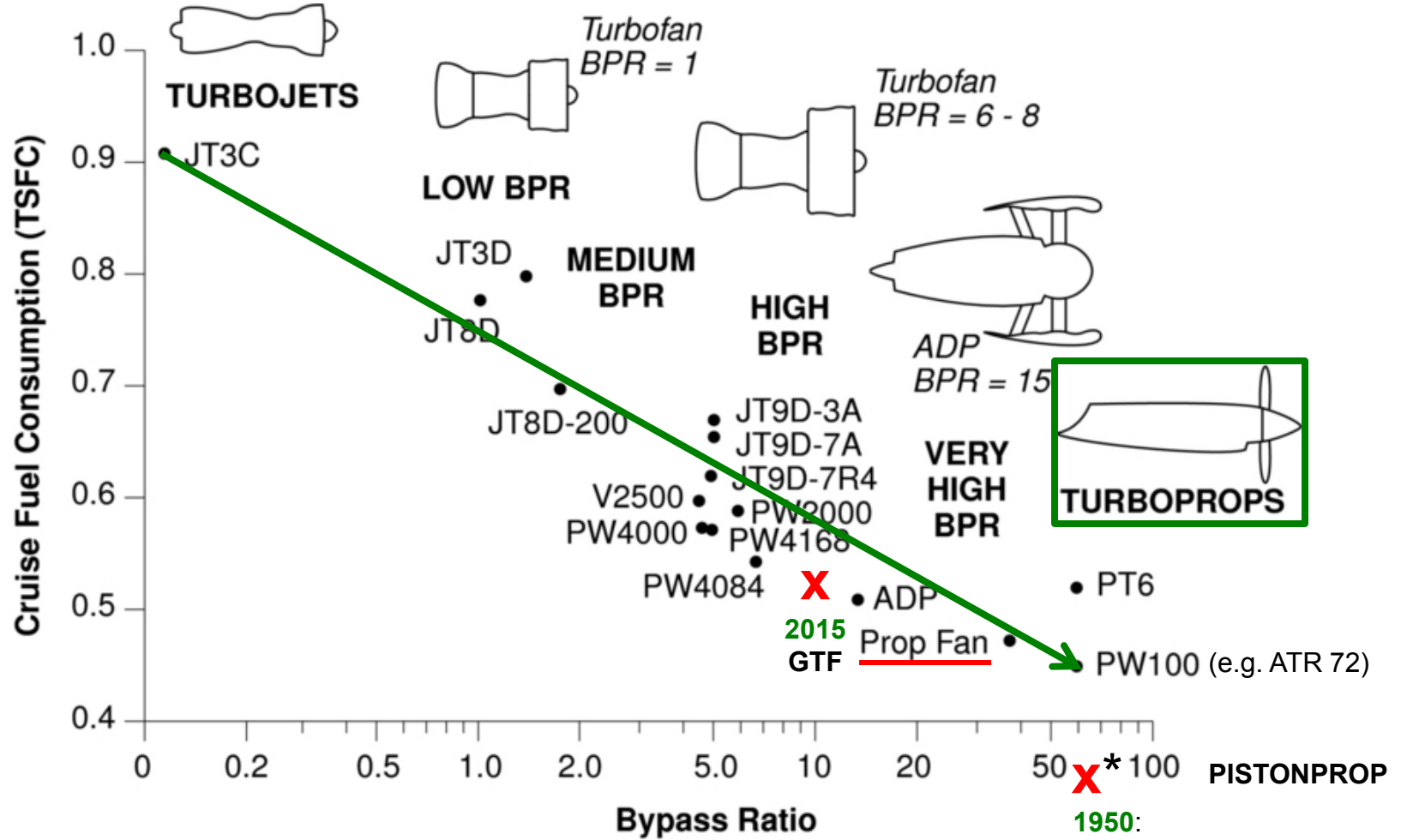
D_i = induzierter Widerstand (Drag)
 L = Auftrieb (Lift) = Gewicht
 T = Schub (Thrust)

Vortriebswirkungsgrad des Antriebes



<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/propulsive-efficiency>

Spezifischer Kraftstoffverbrauch



<https://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/thermodynamics/notes/node84.html>

Urban Aviation

Flugtaxi für Eliten



City Airbus, 4 Passengiere, max: **15 min.**
Keine technische Lösung!

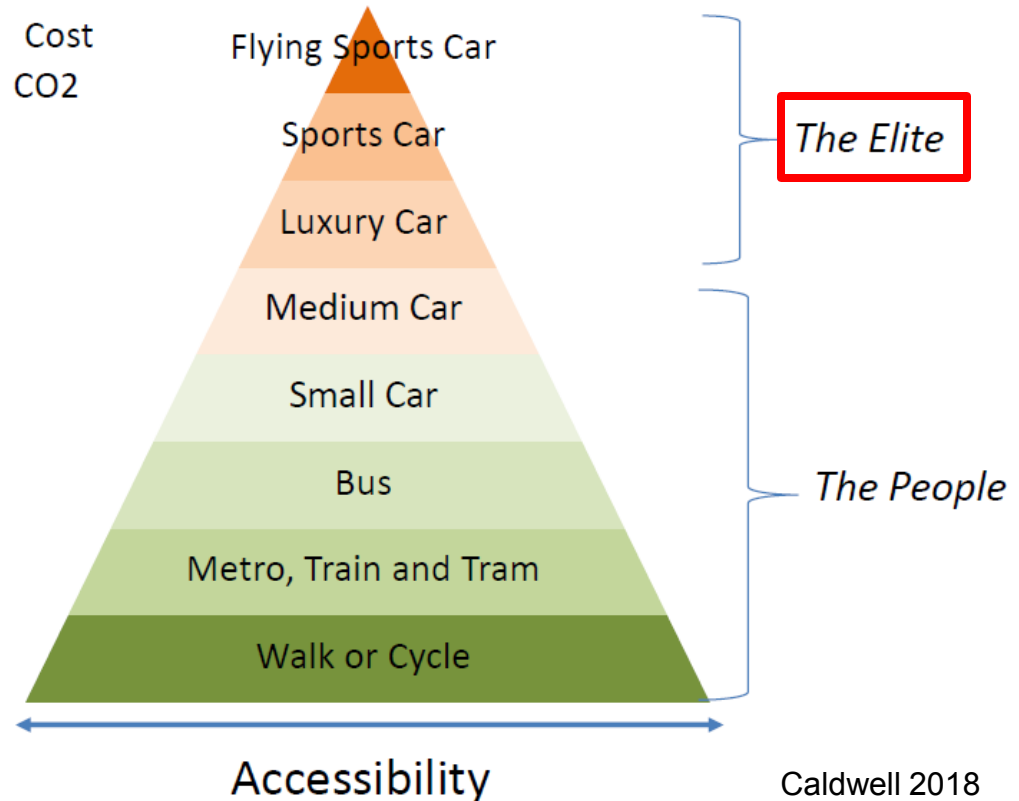


Max Pixel, CC0

Waiting for the City Airbus?
Keine Lösung der Verkehrsprobleme!



Speed
Comfort
Convenience
Style
Cost
CO2



Kurzstrecke

Auf der Kurzstrecke nehmen wir die Bahn!

Elektromobilität, die am Netz betrieben wird gibt es bereits erfolgreich auf der Schiene!



- Aircraft: *Induced drag* is drag due to Lift = Weight. Train: *Rolling Friction* is also drag due to Weight.
- Aircraft: For minimum drag, *induced drag* is 50% of total drag.
- For the same weight, **rolling friction** of a train is **5% of the induced drag** of an aircraft!
- This means: For the same weight, **drag of an aircraft is reduced by $\approx 47.5\%$ if put on rails!**

Mittelstrecke

Auf der Mittelstrecke zwischen Megacities nehmen wir die Bahn!

Verbindung von benachbarten Megacities – Beijing & Shanghai – Vergleich Flugzeug und Zug

| Time | Location | Mode |
|-------|---------------------------------------|--------------------|
| 08:20 | Beijing Capital Times Square | Walk |
| 08:30 | Xidan | |
| 08:40 | | Metro Line 4 |
| 08:50 | | |
| 09:00 | Xuanwumen | Metro Line 2 |
| 09:10 | | |
| 09:30 | | Metro Airport Line |
| 09:40 | Dongzhimen | |
| 09:50 | | Metro Airport Line |
| 10:00 | Beijing Capital International Airport | |
| 10:10 | | Aircraft |
| ... | ... | |
| 11:20 | | Aircraft |
| 11:30 | Beijing Capital International Airport | |
| 11:40 | | Aircraft |
| 11:50 | | |
| ... | ... | Aircraft |
| 13:20 | | |
| 13:30 | | Aircraft |
| 13:40 | Shanghai Hongqiao | |
| 13:50 | Pick-up luggage | |

(a) Travel mode: metro + aircraft

| Time | Location | Mode |
|-------|-------------------------------|--------------|
| 08:20 | Beijing Capital Times Square | Walk |
| 08:30 | Xidan | |
| 08:40 | Beijing South Railway Station | Metro Line 4 |
| 08:50 | | |
| 09:00 | Beijing South Railway Station | Train |
| 09:10 | | |
| 09:20 | | Train |
| 09:30 | | |
| 09:40 | | Train |
| 09:50 | | |
| 10:00 | | Train |
| ... | ... | |
| 11:20 | | Train |
| 11:30 | | |
| 11:40 | | Train |
| 11:50 | | |
| 13:10 | | Train |
| 13:20 | | |
| 13:30 | | Train |
| 13:40 | | |
| 13:50 | new: 13:28 Shanghai Hongqiao | |

(b) Travel mode: metro + high-speed rail

China High Speed Rail (CHR)

Beijing to Shanghai:

- 1200 passengers per train
 - **1200 km distance**
 - 350 km/h
 - ≈ every 20 min. (an A380 every 10 min.)
 - usually fully booked
 - 88000 passengers per day (both directions)
- Example: Train number G1

Sun 2017

- Comparison **air transportation** versus **high-speed rail** for a trip from **Beijing** Capital Times Square to **Shanghai** Hongqiao in China.
- Despite the large spatial distance of more than **1200 km**, **passengers** using either mode **arrive** approximately **at the same time**. **Probability of delays is less on the train.**

Ein Propellerflugzeug für 180 Passagiere mit zwei Triebwerken der A400M ?

... spart erheblich Kraftstoff !



| | m_MTO | M_CR | P_eq | Pax |
|----------|-------|------|-------------|-----|
| A320 | 78 t | 0,76 | xxx | 180 |
| A400M | 141 t | 0,70 | 4 x 8250 kW | xxx |
| ATR 72 | 23 t | 0,46 | 2 x 1950 kW | 72 |
| Q400 | 29 t | 0,60 | 2 x 3780 kW | 78 |
| Smart TP | 56 t | 0,51 | 2 x 5000 kW | 180 |

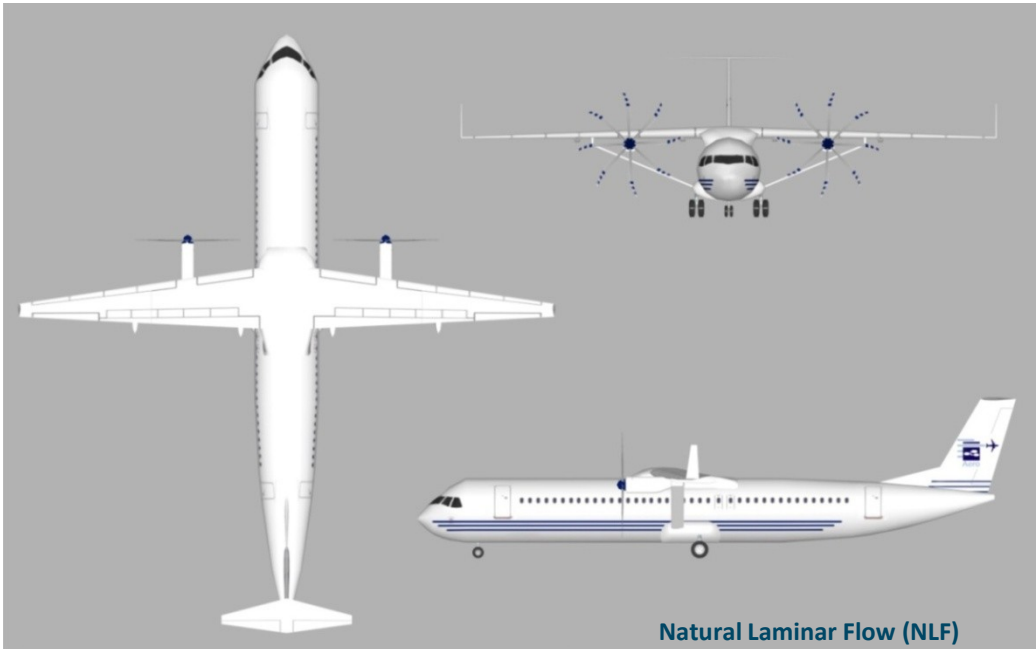
"Smart Turboprop", Entwurf auf Seite 26 bis 28!

"Smart Turboprop": Große Propeller, abgestreifter Flügel, teilweise Laminarströmung

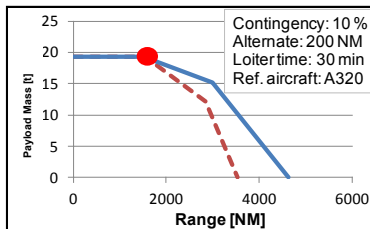
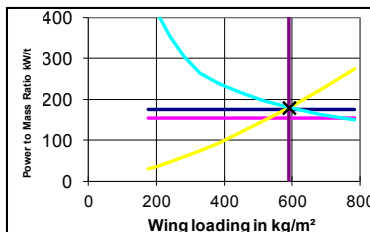


<http://Airport2030.ProfScholz.de>

"Smart Turbo prop": Langsamer und tiefer fliegen bedeutet erheblich umweltfreundlicher fliegen !



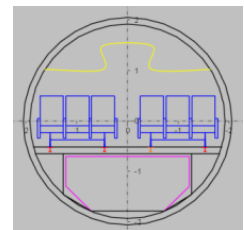
| Parameter | Value | Deviation from A320* |
|---------------------------|-------------|----------------------|
| Requirements | | |
| m_{MPL} | 19256 kg | 0 % |
| R_{MPL} | 1510 NM | 0 % |
| M_{CR} | 0.51 | - 33 % |
| $\max(s_{TOFL}, s_{LFL})$ | 1770 m | 0 % |
| n_{PAX} (1-cl HD) | 180 | 0 % |
| m_{PAX} | 93 kg | 0 % |
| SP | 29 in | 0 % |



| Parameter | Value | Deviation from A320* |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Main aircraft parameters | | |
| m_{MTO} | 56000 kg | - 24 % |
| m_{OE} | 28400 kg | - 31 % |
| m_F | 8400 kg | - 36 % |
| S_W | 95 m ² | - 23 % |
| $b_{W,geo}$ | 36.0 m | + 6 % |
| $A_{W,eff}$ | 14.9 | + 57 % |
| E_{max} | 18.8 | ≈ + 7 % |
| $P_{eq,ssl}$ | 5000 kW | ----- |
| d_{prop} | 7.0 m | ----- |
| η_{prop} | 89 % | ----- |
| $PSFC$ | 5.86E-8 kg/W/s | ----- |
| h_{ICA} | 23000 ft | - 40 % |
| s_{TOFL} | 1770 m | 0 % |
| s_{LFL} | 1300 m | - 10 % |
| t_{TA} | 32 min | 0 % |

36 % weniger Kraftstoff.

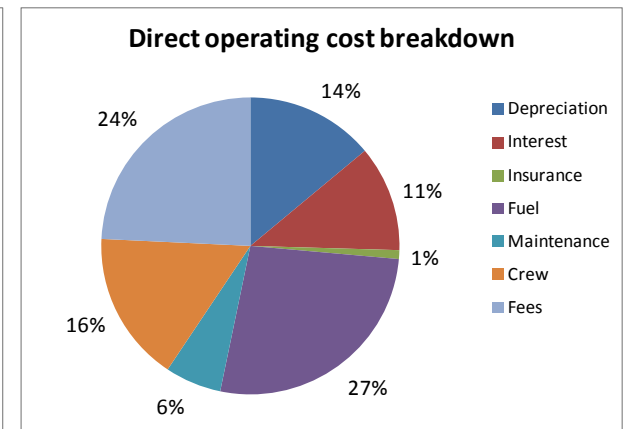
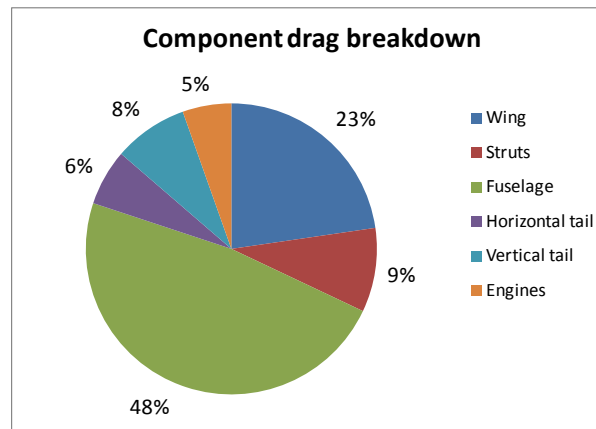
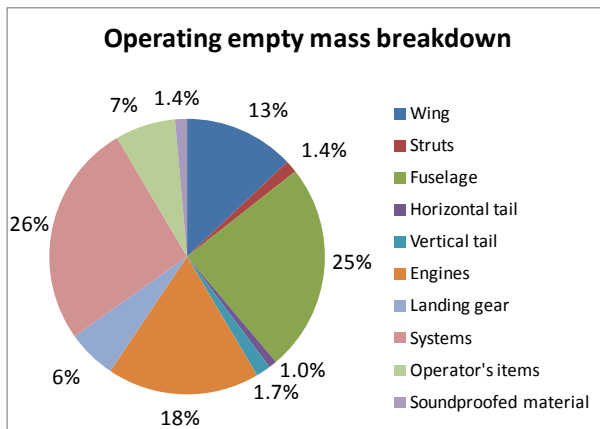
In 23000 ft Flughöhe: kein Strahlungsantrieb durch Aviation Induced Cloudiness (AIC)



"Smart Turboprop": 17 % weniger Betriebskosten !



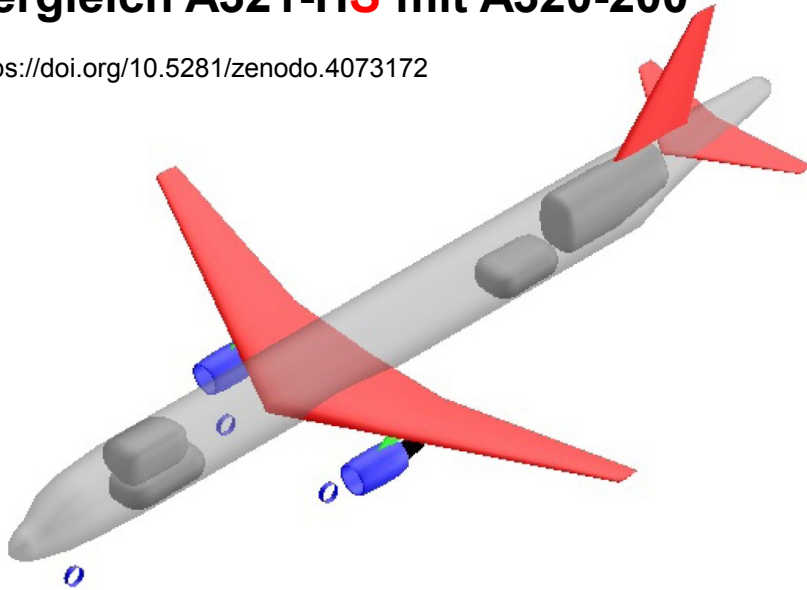
| Parameter | Value | Deviation from A320* |
|---------------------------------|-------------|----------------------|
| DOC mission requirements | | |
| R_{DOC} | 755 NM | 0 % |
| $m_{PL,DOC}$ | 19256 kg | 0 % |
| EIS | 2030 | ----- |
| c_{fuel} | 1.44 USD/kg | 0 % |
| Results | | |
| $m_{F,trip}$ | 3700 kg | - 36 % |
| $U_{a,f}$ | 3600 h | + 5 % |
| DOC (AEA) | 83 % | - 17 % |



A320 umgebaut für Wasserstoff

Vergleich A321-HS mit A320-200

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4073172>

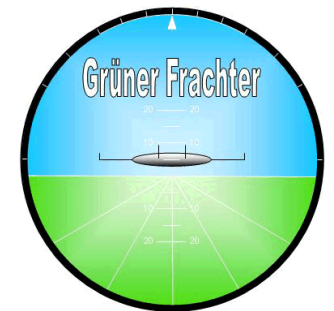
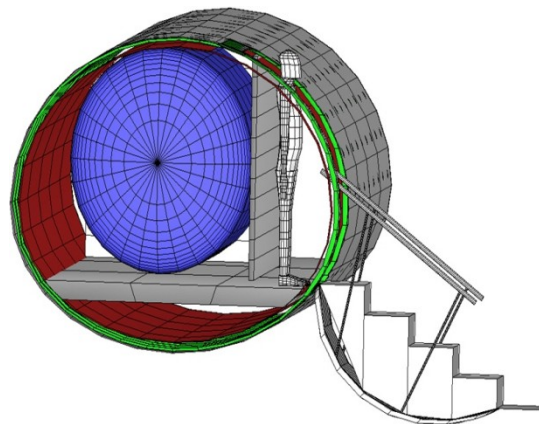
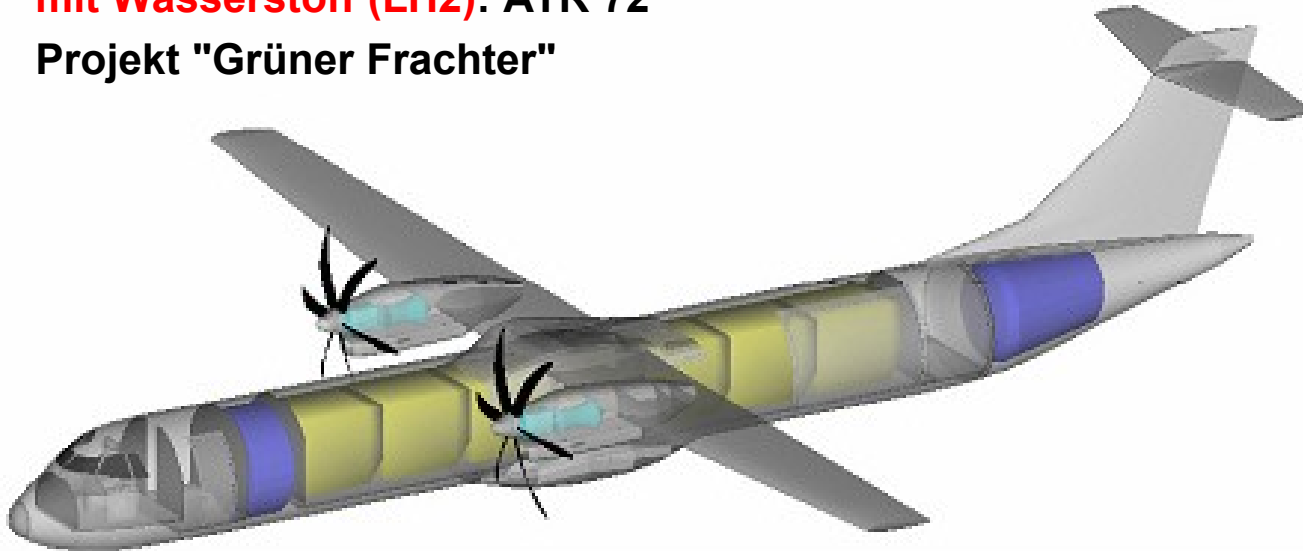


Details of the tanks for the A321-HS

| | Length [m] | Mass of tank [kg] | Mass of fuel [kg] |
|-------------------|------------|-------------------|-------------------|
| Rear upper tank | 4.14 | 581.6 | 1600 |
| Rear lower tank | 5.24 | 315.4 | 1225 |
| Back upper tank | 6.92 | 1385 | 2874.4 |
| Back lower tank | 4.16 | 249.3 | 967.8 |
| Total [kg] | | 2531.3 | 6667.2 |

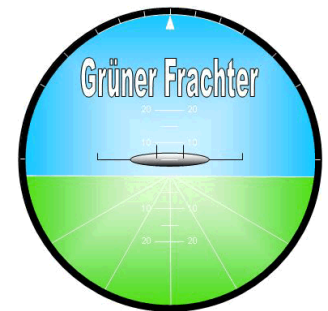
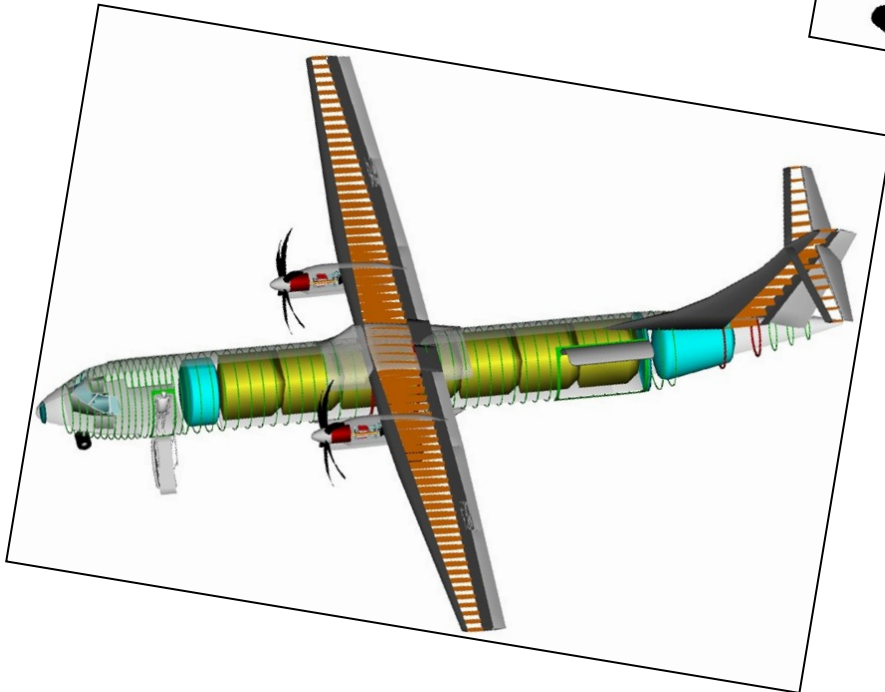
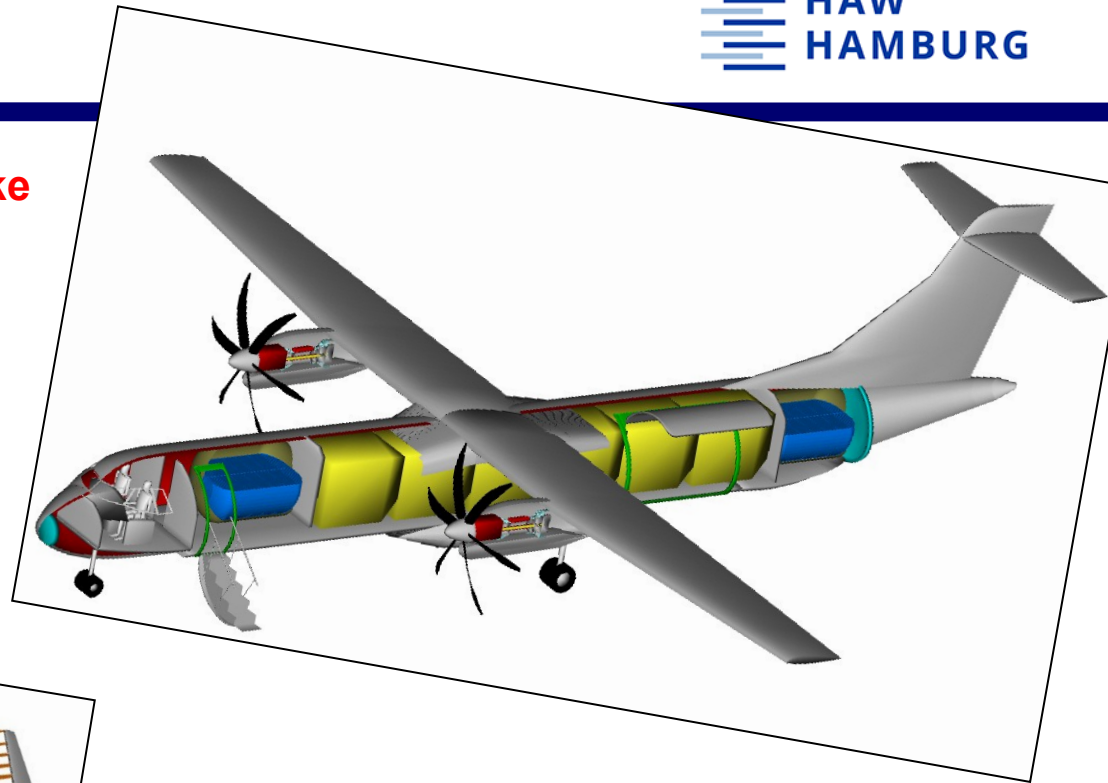
| Parameter | A321-HS | Variation (A320) | |
|------------------------------------|----------|------------------|---|
| m_{MTO} [kg] | 73578 | +1.8 | |
| m_{OE} [kg] | 47658 | +18.6 | |
| m_F [kg] | 6664 | -48.0 | energy up 46 % |
| DOC (AEA) [€/NM/t] | 1.68 | +26.7 | |
| DOC (TUB) [€/NM/t] | 1.49 | +29.3 | |
| l_F [m] | 49.4 | +28.8 | A321: $l_F = 44.5$ m |
| S_W [m ²] | 131.1 | +9.0 | Delta fuselage length: 4.9 m. |
| $b_{W,geo}$ [m] | 35.3 | +4.4 | Further stretch or A319 cabin required. |
| $A_{W,eff}$ | 9.5 | 0 | |
| ϕ_{25} [°] | 25 | 0 | |
| λ | 0.21 | 0 | To do: "Smart Turboprop" |
| E_{max} | 17.6 | +0.4 | with LH2 to combine best of both solutions. |
| T_{TO} [kN] | 103.9 | -5.0 | |
| BPR | 6 | 0 | |
| SFC [kg/N/s] | 5.79E-06 | -65.0 | |
| h_{CR} [ft] | 37706 | -3.0 | |
| m_{MTO}/S_W [kg/m ²] | 560.7 | -6.6 | |

**Beispiel: Frachter für Mittelstrecke
mit Wasserstoff (LH2): ATR 72
Projekt "Grüner Frachter"**



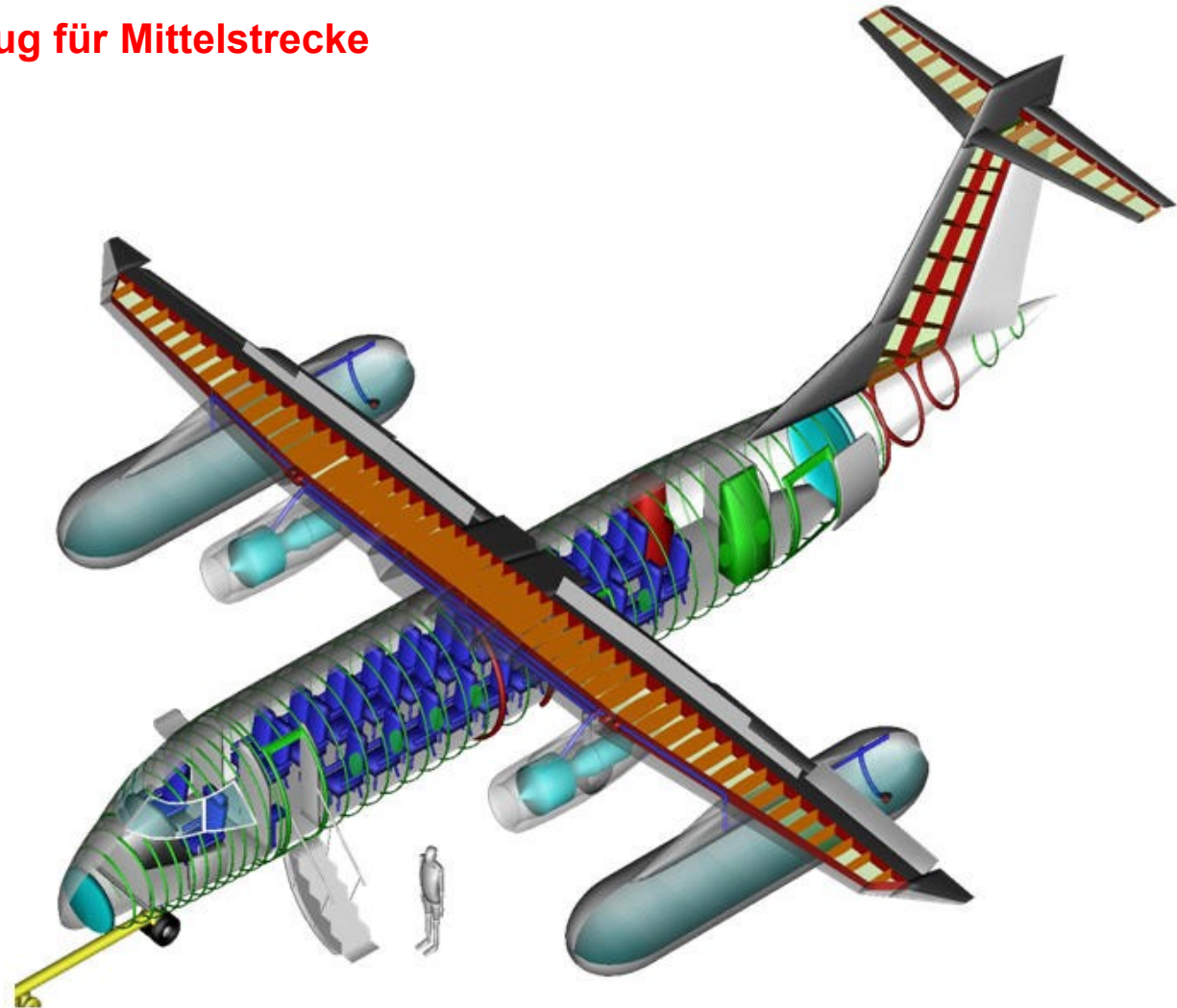
<http://GF.ProfScholz.de>

**Beispiel: Frachter für Mittelstrecke
mit Wasserstoff (LH2): ATR 72
Projekt "Grüner Frachter"**



HEINZE, TU Braunschweig, 2009
see <http://GF.ProfScholz.de>

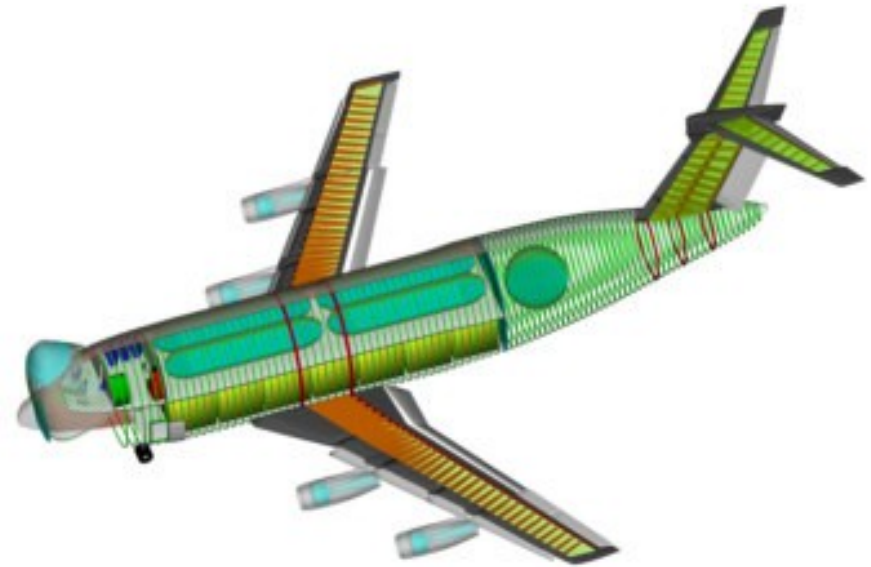
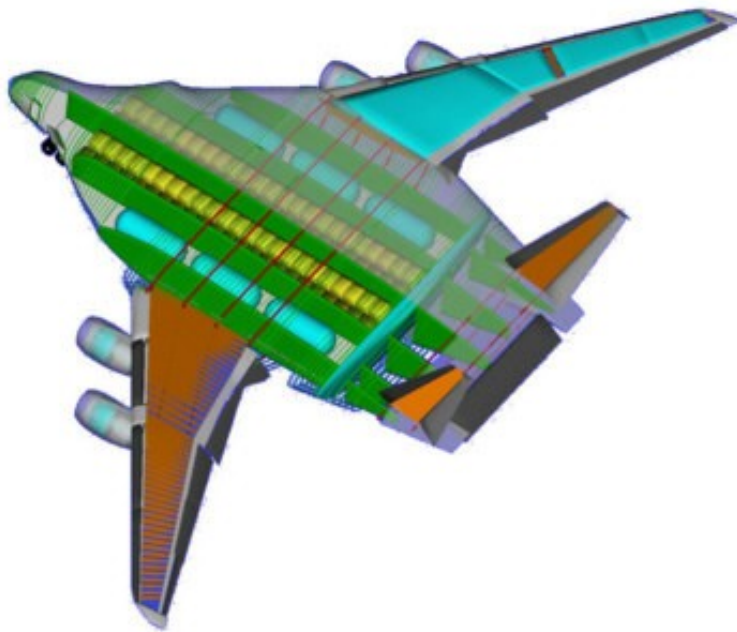
**Beispiel: Passagierflugzeug für Mittelstrecke
mit Wasserstoff (LH2)
Projekt "Grüner Frachter"**



HEINZE, TU Braunschweig, 2009
see <http://GF.ProfScholz.de>

Langstrecke

**Frachtflugzeug für die Langstrecke
mit Wasserstoff (LH2) aus dem Projekt
"Grüner Frachter"**



HEINZE, TU Braunschweig, 2009
siehe <http://GF.ProfScholz.de>

Großes Passagierflugzeug für LH2 und extreme Langstrecke

Lockheed 1976

DESIGN GROSS WT - 266.429 KG

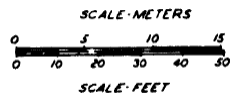
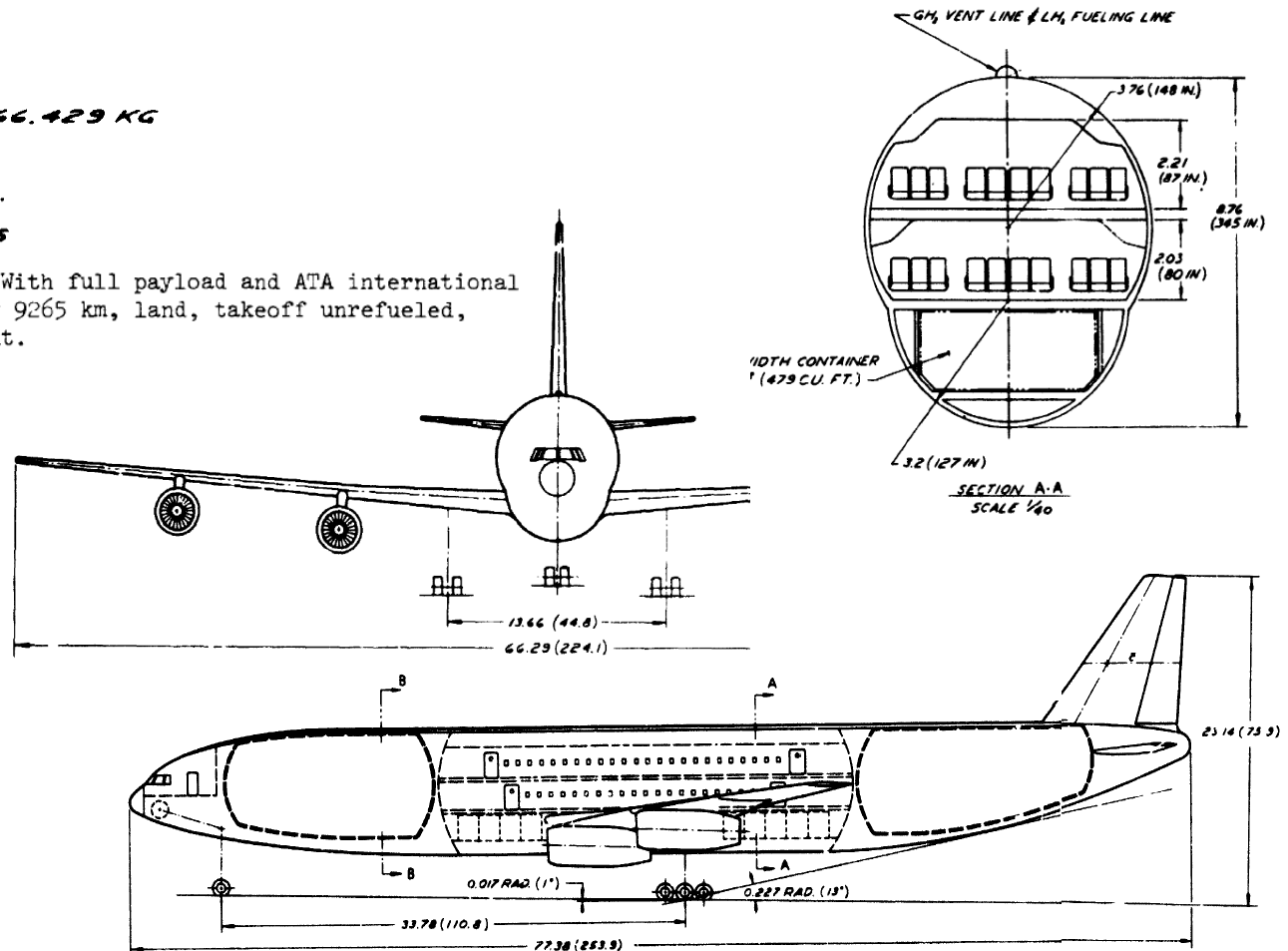
PASSENGERS - 400

FUEL (LH₂) - 68.424 KG.

RANGE - 9.265 KM RADIUS

9265 km (5000 n.mi.) radius. With full payload and ATA international reserves for each segment, fly 9265 km, land, takeoff unrefueled, and fly another 9265 km segment.

Range: 18530 km = 10000 NM

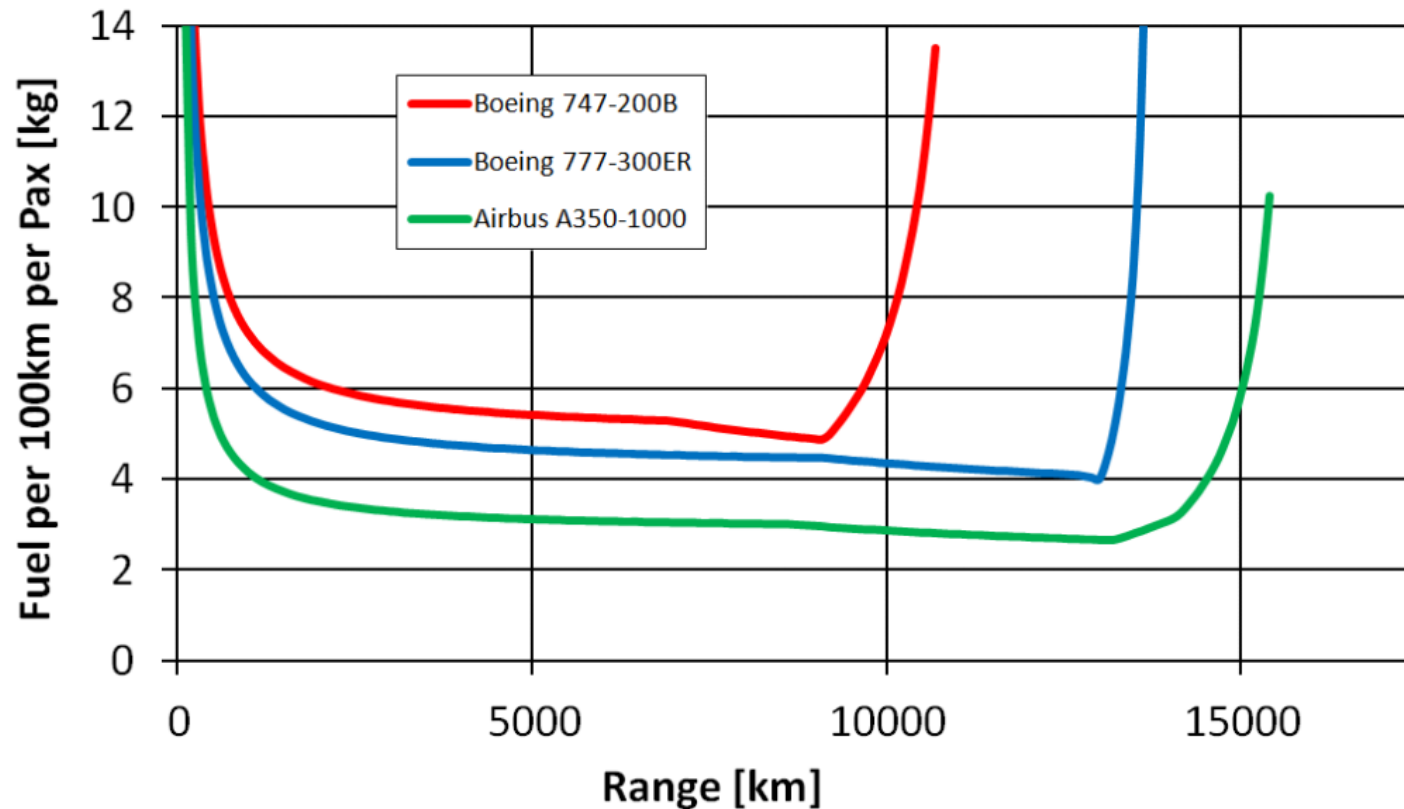


BREWER, G.D., MORRIS, R.E., 1976. *Study of LH2 Fueled Subsonic Passenger Transport Aircraft*. Lockheed, NASA CR-144935. Available from: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19760012056>

Neue Energien, Antriebe und Flugzeuge

Grundlagen und Bewertung

Der Kraftstoffverbrauch pro 100 km und Person hängt von der Flugdistanz ab!



BURZLAFF, Marcus, 2017. *Aircraft Fuel Consumption - Estimation and Visualization*. Project. Hamburg University of Applied Sciences, Aircraft Design and Systems Group (AERO). Available from: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:18302-aero2017-12-13.019>

Objektiv über Kraftstoffverbrauch reden!

Forderung:

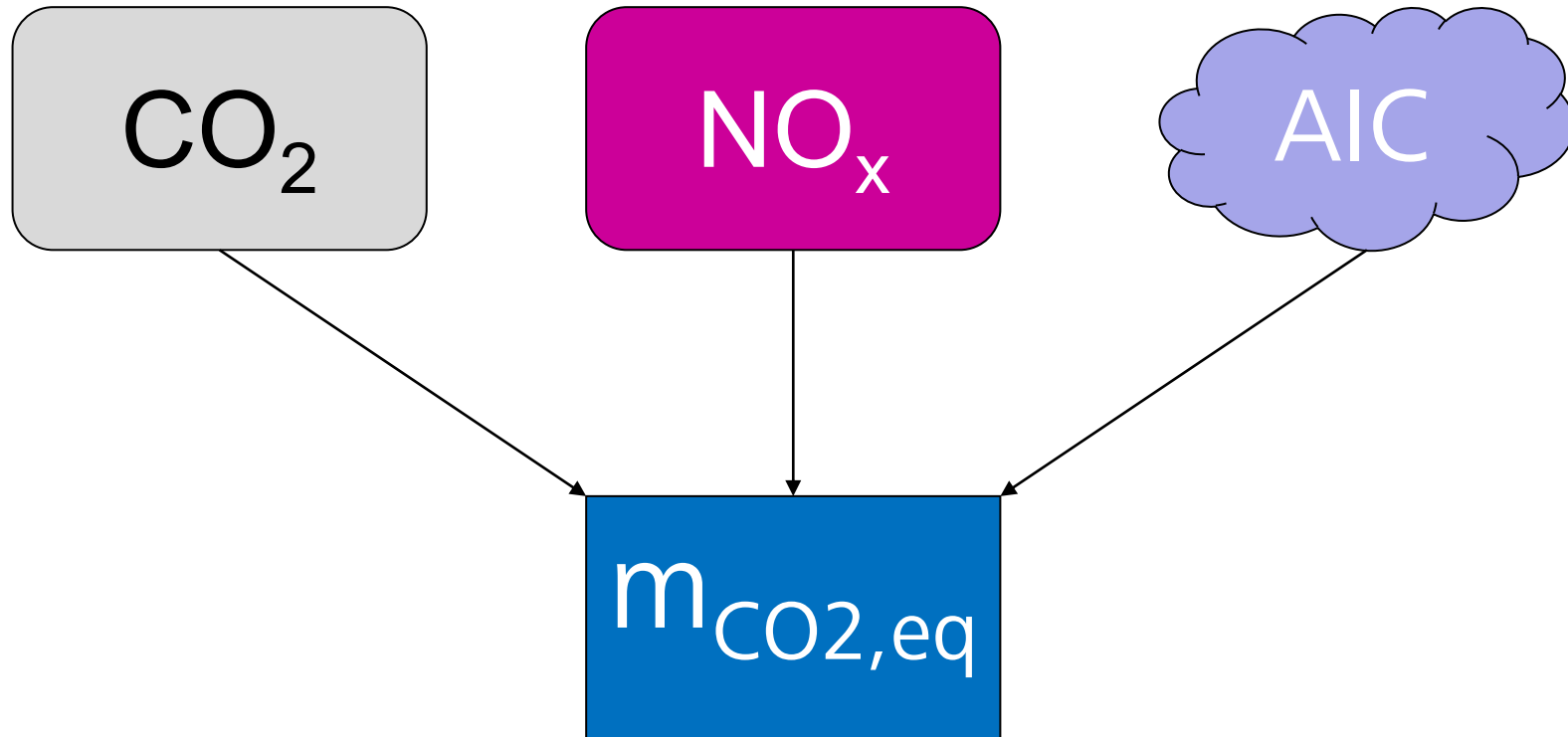
Der Kraftstoffverbrauch von Flugzeugen muss definiert und angegeben werden!

Ansonsten bleiben die Bürger uninformiert darüber, was "alte Stinker" (T. Jarzombek) sind und warum für ein "Abwrackprogramm" bzw. eine Flottenerneuerung 1 Mrd. Euro ausgegeben werden.

<https://youtu.be/jzl2zpoCuz0>



<https://perma.cc/AV2V-P7Q2>

CO₂ – Äquivalente



CAERS, Brecht, SCHOLZ, Dieter, 2020. *Conditions for Passenger Aircraft Minimum Fuel Consumption, Direct Operating Costs and Environmental Impact*. German Aerospace Congress 2020 (DLRK 2020), Online, 01.-03.09.2020.
 Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4068135>

Positive Umweltwirkung: Tiefer fliegen!

| | | Mach number | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | |
| Altitude (m) | 3000 | 0,053 | 0,023 | 0,012 | 0,011 | 0,018 | 0,035 | 0,058 | 0,092 | 0,155 | |
| | 3500 | 0,062 | 0,027 | 0,012 | 0,008 | 0,013 | 0,026 | 0,047 | 0,078 | 0,135 | |
| | 4000 | 0,072 | 0,032 | 0,013 | 0,006 | 0,008 | 0,019 | 0,037 | 0,064 | 0,117 | |
| | 4500 | 0,083 | 0,038 | 0,015 | 0,005 | 0,005 | 0,013 | 0,028 | 0,052 | 0,100 | |
| | 5000 | 0,097 | 0,046 | 0,018 | 0,006 | 0,002 | 0,008 | 0,020 | 0,042 | 0,085 | |
| | 5500 | 0,114 | 0,057 | 0,025 | 0,009 | 0,003 | 0,006 | 0,016 | 0,035 | 0,074 | |
| | 6000 | 0,133 | 0,068 | 0,032 | 0,012 | 0,003 | 0,004 | 0,012 | 0,028 | 0,065 | |
| | 6500 | 0,155 | 0,083 | 0,041 | 0,018 | 0,006 | 0,004 | 0,009 | 0,023 | 0,057 | |
| | 7000 | 0,192 | 0,110 | 0,062 | 0,035 | 0,020 | 0,015 | 0,018 | 0,030 | 0,061 | |
| | 7500 | 0,231 | 0,140 | 0,087 | 0,054 | 0,036 | 0,029 | 0,030 | 0,039 | 0,066 | |
| | 8000 | 0,282 | 0,180 | 0,119 | 0,082 | 0,060 | 0,050 | 0,048 | 0,055 | 0,079 | |
| | 8500 | 0,349 | 0,233 | 0,164 | 0,121 | 0,095 | 0,082 | 0,077 | 0,082 | 0,103 | |
| | 9000 | 0,425 | 0,294 | 0,215 | 0,166 | 0,135 | 0,118 | 0,111 | 0,112 | 0,131 | |
| | 9500 | 0,502 | 0,354 | 0,265 | 0,209 | 0,173 | 0,153 | 0,142 | 0,141 | 0,157 | |
| | 10000 | 0,589 | 0,422 | 0,320 | 0,256 | 0,215 | 0,190 | 0,176 | 0,172 | 0,184 | |
| 10500 | 0,675 | 0,481 | 0,364 | 0,289 | 0,241 | 0,211 | 0,193 | 0,186 | 0,196 | | |
| 11000 | 0,685 | 0,483 | 0,361 | 0,284 | 0,234 | 0,203 | 0,185 | 0,178 | 0,189 | | |
| 11500 | 0,769 | 0,535 | 0,394 | 0,305 | 0,247 | 0,211 | 0,188 | 0,178 | 0,186 | | |
| 12000 | 0,867 | 0,591 | 0,426 | 0,322 | 0,255 | 0,211 | 0,184 | 0,170 | 0,175 | | |
| 12500 | 1,000 | 0,677 | 0,485 | 0,364 | 0,285 | 0,234 | 0,201 | 0,183 | 0,184 | | |

“Neutral” mix of 50 – 50 resource depletion and engine emissions

Clear altitude boundary from $m_{CO2,eq}$ visible

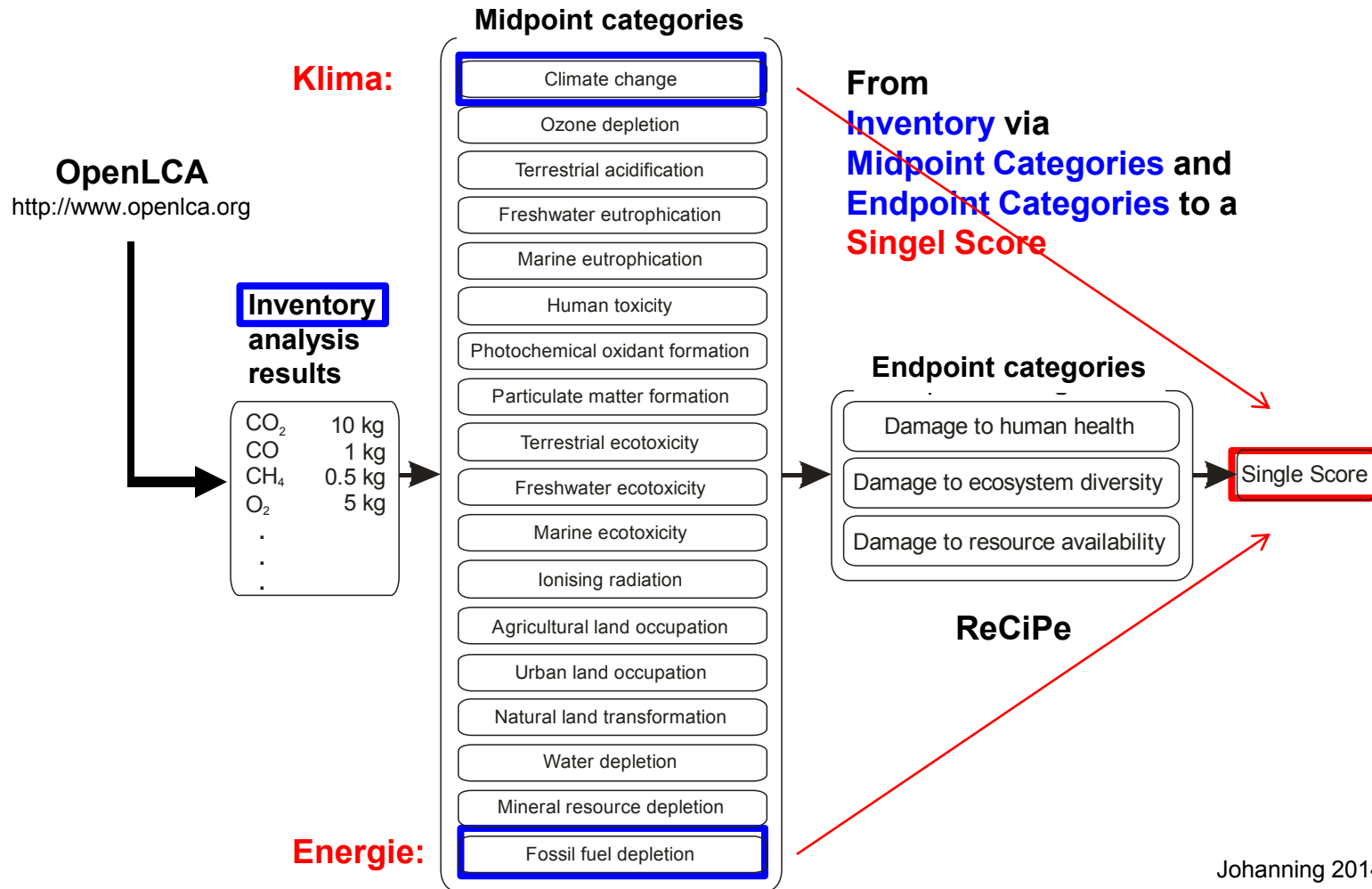
Fuel consumption shape visible

Fly low and slow

Units: normalized value between 0 and 1

LCA und Ökolabel für Flugzeuge

Ökobilanz = Life Cycle Assessment (LCA)



Johanning 2014, 2016, 2017

ReCiPe Method: https://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe_characterisation.pdf

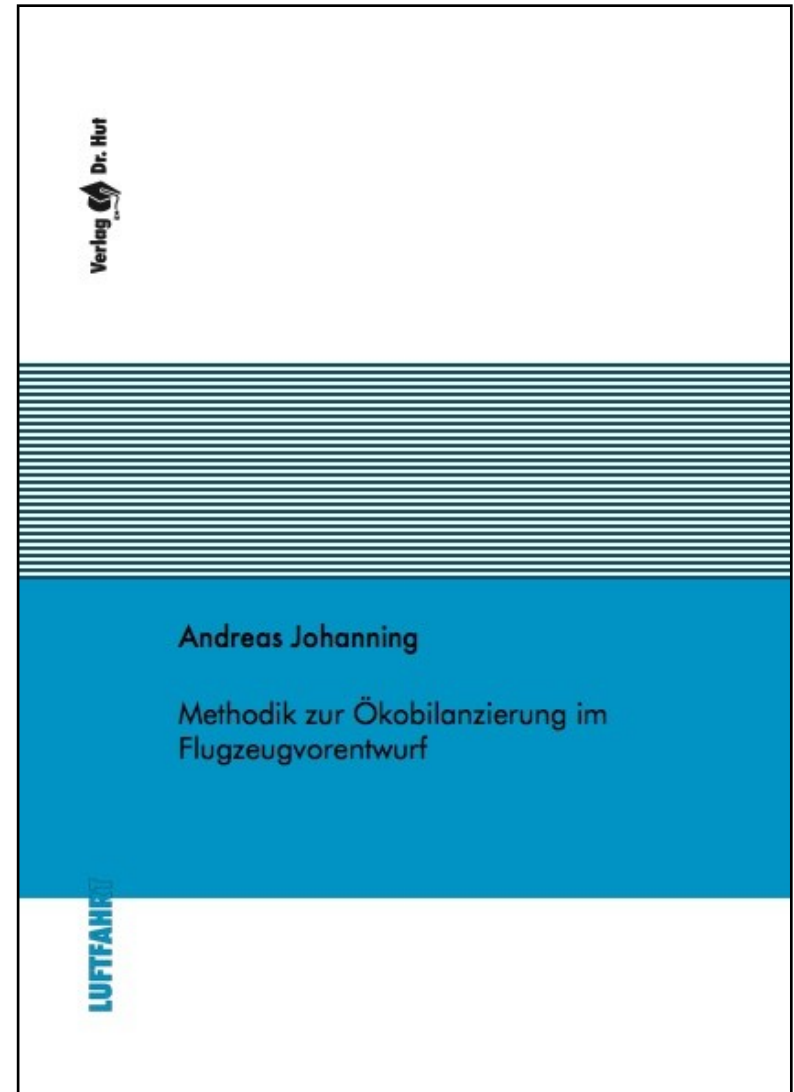
Kooperative Promotion lieferte:

JOHANNING, Andreas: ***Methodik zur Ökobilanzierung im Flugzeugvorentwurf.***

München : Verlag Dr. Hut, 2017. –

ISBN 978-3-8439-3179-3, Dissertation,

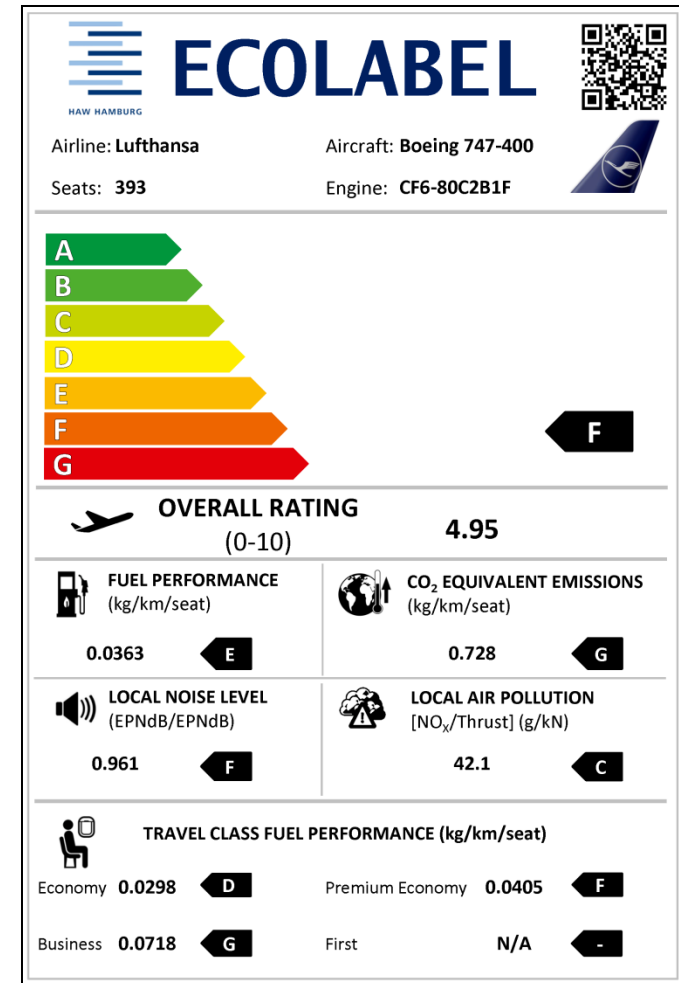
Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>



Von der Ökobilanz zum Ökolabel

Jedes Flugzeug einer Flugesellschaft erhält ein Ökolabel

Vergleich
aller Passagierflugzeuge
untereinander (A bis G)



SCHOLZ, Dieter, 2017. *An Ecolabel for Aircraft*. German Aerospace Congress 2017 (DLRK 2017), Munich, Germany, 05.-07.09.2017. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4072826>

Kraftstoff wird zugeordnet entsprechend der genutzten Kabinenfläche pro Sitzplatz in jeder Klasse.

Wasserstoff (LH2)

Airbus: "Zero-Emission" Hybrid – Wasserstoff Passagierflugzeug



"At Airbus, we have the **ambition** to develop the world's **first zero-emission commercial aircraft** by **2035**."

Statement from 2020-09-21.

Beware! "Zero-emission" is never possible; not for aircraft, not for animals/humans (CO₂, CH₄).

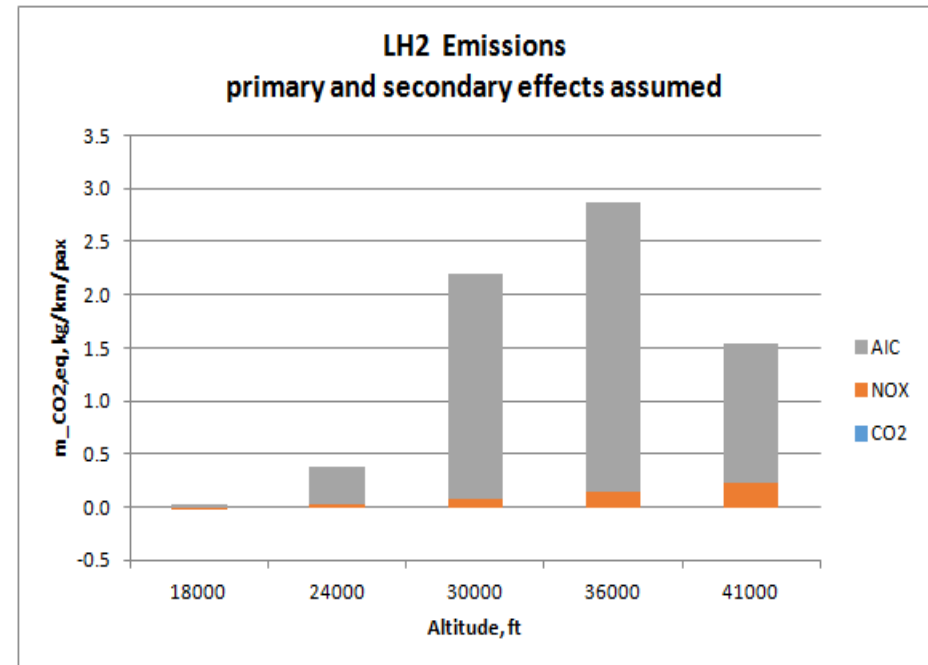
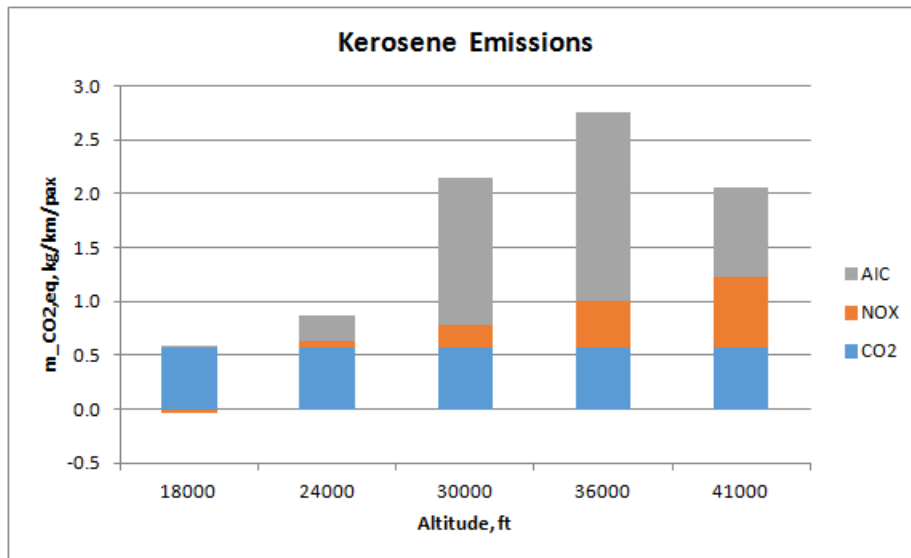
For details: SCHOLZ, Dieter, 2020. [Design of Hydrogen Passenger Aircraft – How much 'Zero-Emission' is Possible?](#)

Berechnung der Emission von Kerosin- und Wasserstoffflugzeugen – Ein Vergleich

Here **secondary effects** are applied on top of the primary effect for **contrails** due to larger ice crystals (factor 0.77) and for visible contrails (factor 0.77 assumed) leading all together to a **reduction factor** of $0.77^2 = 0.6$. The **same factor is assumed** for cirrus clouds. For **NOx** a factor of 0.35 is assumed due to lean combustion and low flame temperature. With that **equivalent CO2 mass is now in the order of that for kerosene propulsion**. See Excel table: <https://doi.org/10.7910/DVN/DLJUUK>

LH2 versus kerosene aircraft as function of altitude. **LH2 aircraft benefit at high or low altitudes** compared to kerosene aircraft.

| Altitude [ft] | rel. to kero |
|---------------|--------------|
| 18000 | 4% |
| 24000 | 44% |
| 30000 | 102% |
| 36000 | 104% |
| 41000 | 74% |



EU-Study, May 2020



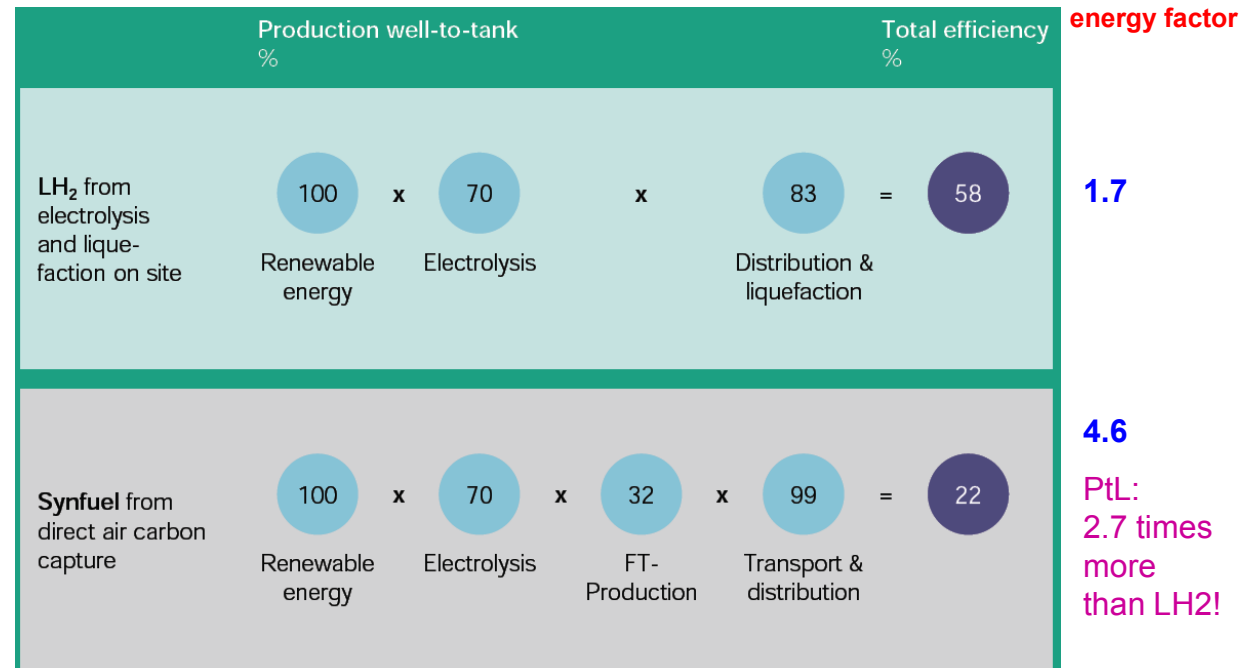
<https://doi.org/10.2843/471510>
 Archived at: <https://perma.cc/BJJ6-5L74>

AIRBUS and many others

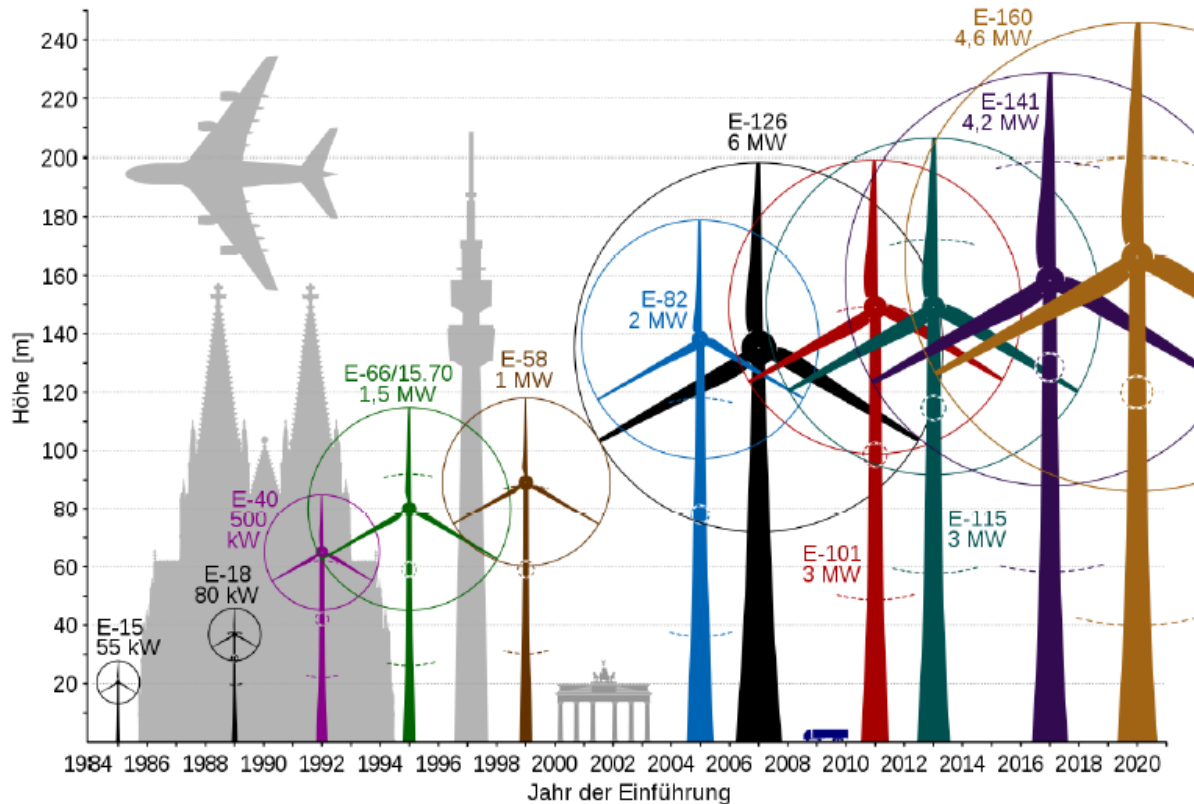
Emissions

| Average values | CO ₂ | NO _x | Water vapor | Contrails | Total |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------|------------------|
| Kerosene | 100% | 100% | 10% | 100% | 310% |
| Synfuel | 0% | 100% | 10% | 75% | 185% |
| H₂ turbine | 0% | 35% | 25% | 60% | 120% ≠ 0% |
| H ₂ fuel cell | 0% | 0% | 25% | 30% | 55% |

Energy / Primary Energy



Betankung eines A350 einmal pro Tag kann mit 52 großen Windrädern (je 4.6 MW) erreicht werden



Airbus A350-900:

Kraftstoffkapazität: 138.000 L

1x Volltanken pro Tag

entspricht

52x E-160 4,6 MW

(Annahmen: $CF=50\%$, $\eta_{PIL} = 0.45\%$)

Elektrisches Fliegen ?

Berechnung der maximalen Reichweite beim batterie-elektrischen Fliegen

$$e_{bat} = \frac{E_{bat}}{m_{bat}} \quad L = W = m_{MTO} g \quad E = \frac{L}{D} \quad D = \frac{m_{MTO} g}{E}$$

$$P_D = DV = \frac{m_{MTO} g}{E} V = P_T = P_{bat} \eta_{prop} \eta_{elec} \quad V = \frac{R}{t}$$

$$P_{bat} = \frac{E_{bat}}{t} = m_{bat} e_{bat} \frac{V}{R}$$

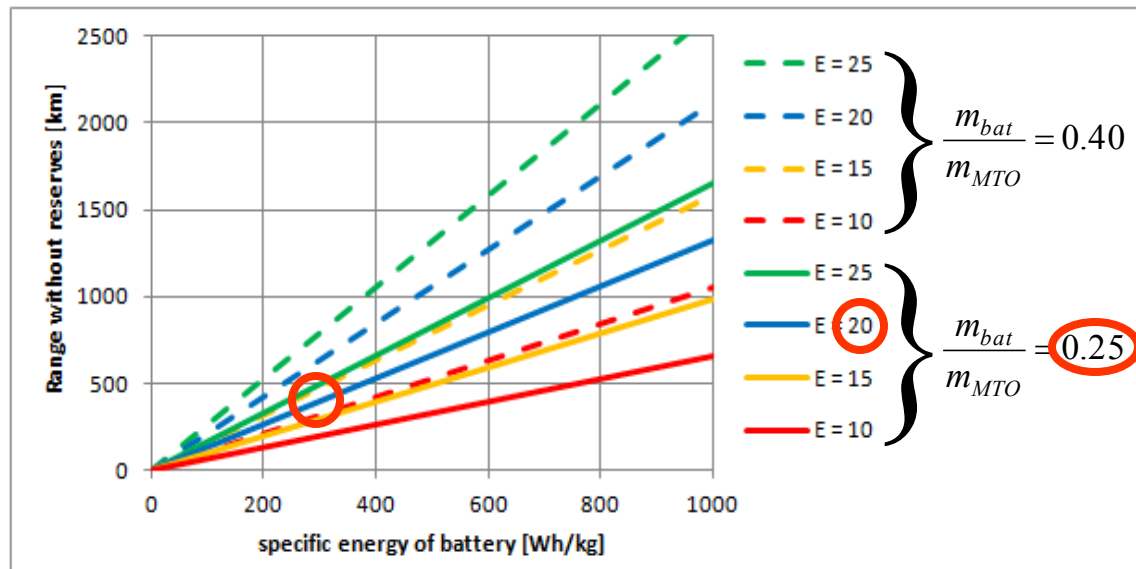
$$m_{bat} e_{bat} \frac{V}{R} \eta_{elec} \eta_{prop} = \frac{m_{MTO} g}{E} V$$

$$R = \frac{m_{bat}}{m_{MTO}} \frac{1}{g} e_{bat} \eta_{elec} \eta_{prop} E$$

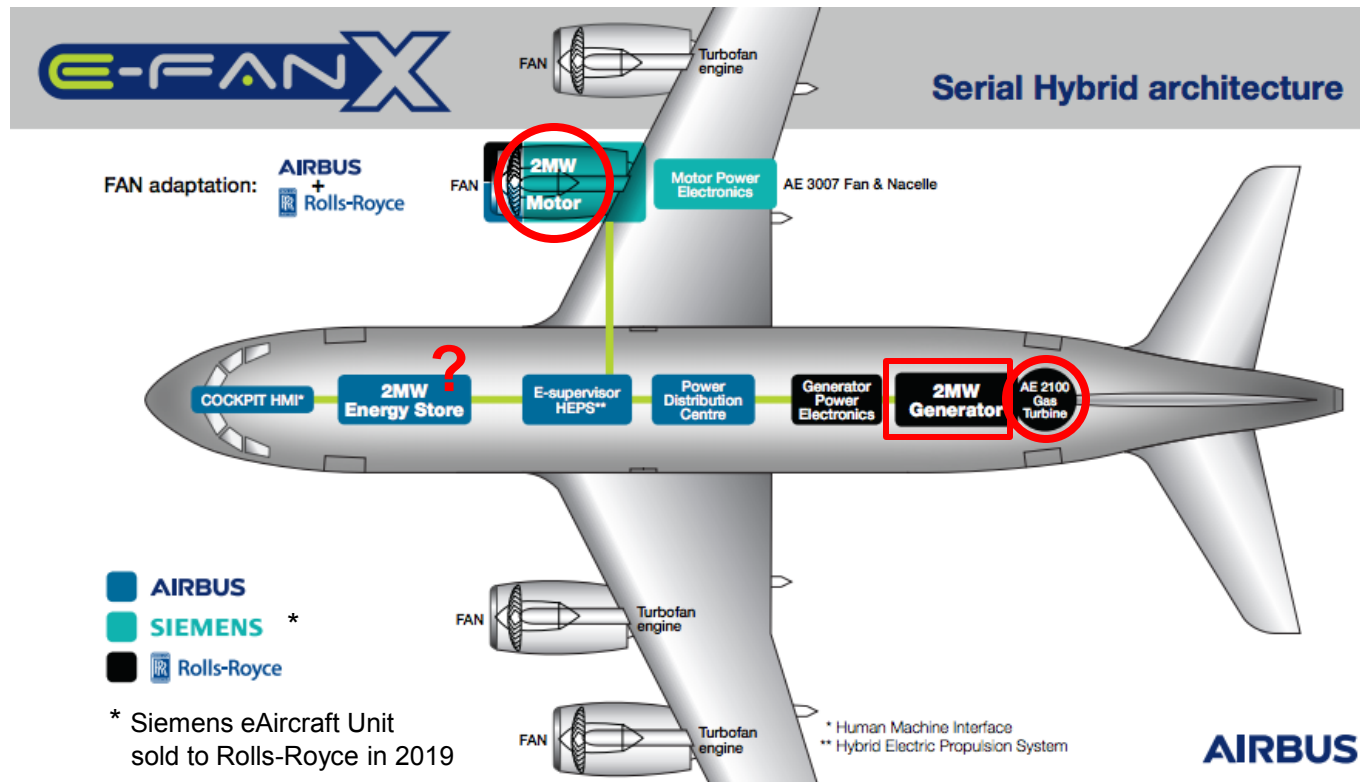
$$\eta_{elec} = 0.9; \quad \eta_{prop} = 0.8$$

○ : realistic parameters

- e_{bat} : specific energy
- E_{bat} : energy in battery
- E : glide ratio(aerodynamic efficiency)
- L : lift
- D : drag
- W : weight
- V : flight speed
- R : range
- t : time
- g : earthacceleration
- P : power
- η : efficiency(prop: propeller)



Airbus / Rolls-Royce: E-Fan X: hybrid–elektrisches Fliegen



- Electric engines have at best the same mass as an aviation gas turbine.
- The new propulsion system (gas turbine, generator, electric motor) has **at least 3 times the mass of the original propulsion system**, which could do with only the gas turbine.

ROLLCE-ROYCE, 2017. We've Teamed up with Airbus and Siemens to Fly a Hybrid-Electric Aircraft by 2020. Twitter, 2017-11-28. Available from: <https://twitter.com/RollsRoyce/status/9354443638137622528>
 Archived at: <https://perma.cc/C26X-PLCR>

Weniger Fliegen !

Größte Reduktion der Emissionen in der Luftfahrtgeschichte durch die Corona-Pandemie



Ikreis, CC BY-SA, <https://bit.ly/2Jn11T0>



Traffic reduction is more efficient than technology



<https://stay-grounded.org>

It's about more than just CO2

Aviation must reduce its total impact on climate

Lehre

Aktuelle Themen in den Unterricht / Aktuelle studentische Arbeiten

- **Öffentlicher Vortrag zur Projektarbeit:**
"Soziale Bewertung von Flugzeugen – Das Projekt Airbus A380"



2005: 1. A380

**Rosengarten /
Neuenfelde**



Eine umstrittene
Startbahnverlängerung,
die keiner brauchte.



2006: 2. A380

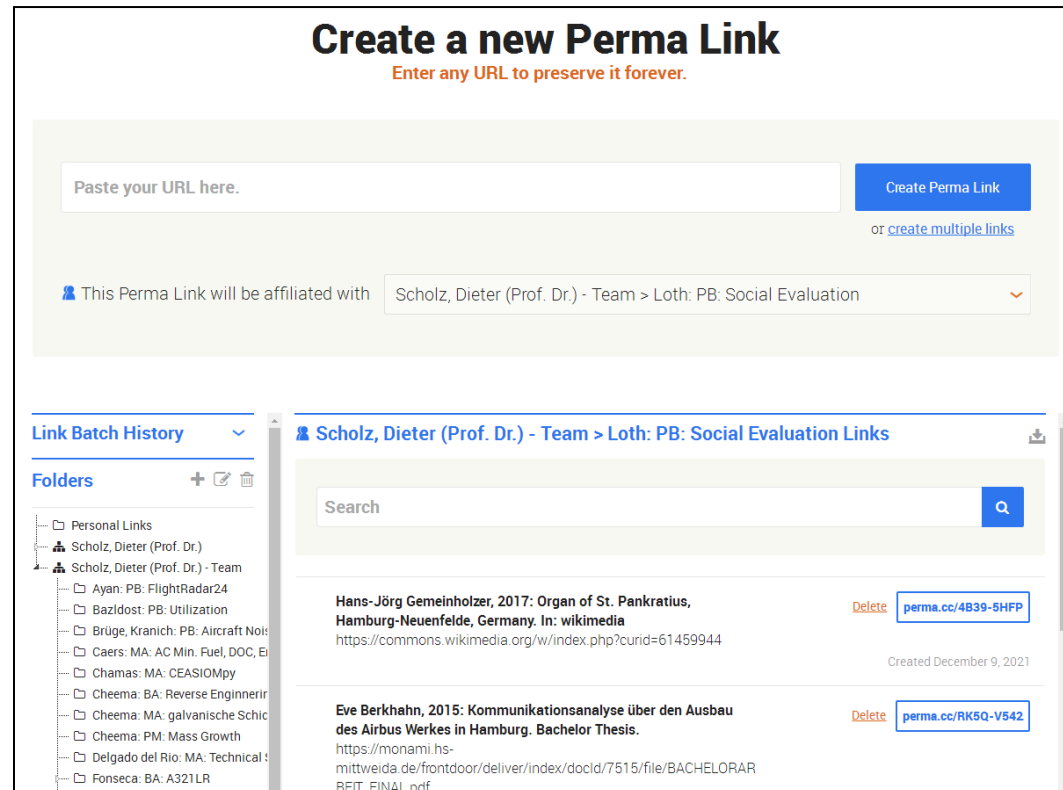


Aktuelle Themen in den Unterricht / Aktuelle studentische Arbeiten

- **Bachelorarbeit:**
**"Direct Operating Costs, Fuel Consumption,
 and Cabin Layout of the Airbus A321LR"**

Nie wieder 404-Fehler!

- **perma.cc** (Harvard University):
 Archivieren von WWW-Seiten
 und von PDFs aus dem WWW.
 Sicher vernetzen von Arbeiten
 über das Literaturverzeichnis.
- Hochladen auf internationale
 Seiten mit **ETD (Electronic
 Theses and Dissertations)**



Create a new Perma Link
 Enter any URL to preserve it forever.

Paste your URL here. [Create Perma Link](#)
 or [create multiple links](#)

This Perma Link will be affiliated with Scholz, Dieter (Prof. Dr.) - Team > Loth: PB: Social Evaluation

Link Batch History

Folders

- Personal Links
- Scholz, Dieter (Prof. Dr.)
- Scholz, Dieter (Prof. Dr.) - Team
 - Ayan: PB: FlightRadar24
 - Bazldost: PB: Utilization
 - Brüge, Kranich: PB: Aircraft Noi
 - Caers: MA: AC Min. Fuel, DOC, E
 - Chamas: MA: CEASIOMpy
 - Cheema: BA: Reverse Engineerir
 - Cheema: MA: galvanische Schic
 - Cheema: PM: Mass Growth
 - Delgado del Rio: MA: Technical
 - Fonseca: BA: A321LR

Scholz, Dieter (Prof. Dr.) - Team > Loth: PB: Social Evaluation Links

Search

Hans-Jörg Gemeinholzer, 2017: Organ of St. Pankratius, Hamburg-Neuenfelde, Germany. In: wikimedia
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61459944>
 Created December 9, 2021 [Delete](#) perma.cc/4B39-5HFP

Eve Berkahn, 2015: Kommunikationsanalyse über den Ausbau des Airbus Werkes in Hamburg. Bachelor Thesis.
https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/deliver/index/docId/7515/file/BACHELORARBEIT_FINAL.pdf
perma.cc/RK5Q-V54Z

Perma.cc – etwas besonderes in Europa

- **perma.cc**: Bibliothek der HAW Hamburg ist Registrar (Account: Prof. Scholz)

Perma.cc is used and supported by libraries and institutions around the world.



ETD: Electronic Theses and Dissertations

- Repository mit Anschluss an WorldCat, GVK, ... (<http://repository.ProfScholz.de>)

Repository

Aircraft Design and Systems Group (AERO)
@ Hamburg University of Applied Sciences
- Prof. Dr. Scholz (Reports @ AERO)

Reach this repository via: <http://repository.ProfScholz.de>
See what you are allowed to do: <http://RepositoryPolicies.ProfScholz.de>

This repository has two collections A) and B):

A) Student Results: Project Report, Bachelor Thesis, Master Thesis, Diplomarbeit, Dissertation (ETDs)

- Digital Library - Projects & Theses - Prof. Dr. Scholz
- Browse: <http://Library.ProfScholz.de>
- On the page of this collection: Make use of the search function from the browser!

Google custom search

ENHANCED BY Google

Search this collection. Text search for Names, Titles, Keywords (German and English), DDC, RVK Descriptors.

B) Research Results from AERO: Reports, Technical Notes, Memos, and Papers (if not disseminated otherwise)

- Reports @ AERO
- Browse: <http://Reports-at-AERO.ProfScholz.de>
- On the page of this collection: Make use of the search function from the browser!

Both collections are harvested by:



... listed by:



Library on WorldCat



WorldCat Registry ID: 263356
ISIL: OCLC-DEADS

We started as a Library on WorldCat ("the world's largest library catalog, helping you find library materials online") with only a small number of Items so far - but growing:

Items from Collection A and Items from Collection B



WorldCat: "Ask a Librarian"
If you cannot find on this page what you need, find your contact to ask at [AERO!](#)

New Documents

Tweets by @AERO_at_HAW



Pilot Measures against Cabin Air Conta...
Author: Lukas Stichernath, Abstract, Purp...
fzl.haw-hamburg.de

Dec 7, 2021

Aircraft Design and Systems Group (AERO) Retweeted

HAW Hamburg @HAW_Hamburg

#Flugzeugbau-#Absolvent der #HAWHH durch @DGLReV mit dem Nachwuchs-#Preis "Ozeanflieger Hermann Köhl" ausgezeichnet. Moritz Herberhold wurde der Preis bereits am 18. November überreicht, er ist mit 1.500 EUR dotiert: haw-hamburg.de/detail/news/ne... @HamburgAviation



Dec 2, 2021

Aircraft Design and Systems Group | @AERO_at_HAW

Embed View on Twitter

ETDs gibt es hier:



Forschung

Aktuelle Themen im Fokus: Forschung, Lehre, öffentlicher Diskurs

Navigation

Auf dieser Seite:
[Veranstaltungen](#)
[Archiv](#)
[Organisationsteam](#)
[Historie / Aufgaben](#)
[Verteiler / Bestätigung](#)
[FAQ](#)

Auf weiteren Seiten:
[Archiv \(als Homepage\)](#)
[Langzeitarchivierung](#)
[Verbreitung](#)
[Statistik 1974-2015](#)

Langzeitarchiv @:
 CERN / Zenodo:
[View](#) - [Search](#) - [About](#)



hamburg.de:
[HAMBURG OPEN SCIENCE](#)

Veranstaltungskalender:
<http://events.AeroLectures.de>

Soziale Medien:
 RAeS, Group:




Hamburg Aerospace Lecture Series

Hamburger Luft- und Raumfahrtvorträge

<http://www.AeroLectures.de>







Suche im Archiv der Hamburg Aerospace Lecture Series:

ENHANCED BY Google

Luft- und Raumfahrtinformationen für Hamburg und die Welt!

Kostenlose Online-Vorträge zu Themen der Luft- und Raumfahrt, die gemeinsam von [DGLR](#), [RAeS](#), [VDI](#), [ZAL](#) und [HAW Hamburg \(PSL\)](#) organisiert werden. Ziel ist der Informationsaustausch zwischen Fachleuten und die Aus- und Weiterbildung von Studierenden und jungen Ingenieuren. Die Themen reichen von historischen Rückblicken bis hin zur Beschreibung von aktuellen Trends. **Eine nichtkommerzielle, ehrenamtliche Aktivität von engagierten Personen und eingeladenen Vortragenden.**

◀ Dezember, 2021 ▶

| So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 28 | 29 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

09.12.2021, 18:00

Open Science in der europäischen Luftfahrtforschung – Geniestreich oder Wahnsinn?



Continuous Open Access Special Issue "Aircraft Design"

Einstieg über <http://journal.AircraftDesign.org>



 *aerospace*
an Open Access Journal by MDPI

IMPACT FACTOR 1.659 **CITESCORE 3.0 SCOPUS**

Aircraft Design (SI - 3 / 2021)

Guest Editors
Prof. Dr. Dieter Scholz, Prof. em. Egbert Torenbeek

Deadline
31 December 2021

Special Issue
Invitation to submit

mdpi.com/si/75590

F&F Prof.-Seiten auf dem Server der HAW Hamburg im RZBT



← → ↻ 🏠 <https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/>


 Fakultät Technik und Informatik
TI Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Aktive Professoren mit Internetseiten unter
<https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers>

- [Prof. Dr.-Ing. Eckart Nast](#)
- [Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME](#)
- [Prof. Dipl.-Ing. Hans-Dieter Stucke](#)

Homepages und/oder Basisinformationen von Professoren und Mitarbeitern des Departments gibt es ansonsten auf:
<https://www.haw-hamburg.de/hochschule/technik-und-informatik/departments/fahrzeugtechnik-und-flugzeugbau/unser-department/beschaeftigte>.

Vorlesungsunterlagen gibt es ansonsten auch in den EMIL Räumen der Fakultät TI:
<https://emil.haw-hamburg.de>.
 Login für den jeweiligen Kurs erforderlich!

Die Web-Statistik von <https://www.fzt.haw-hamburg.de> (klick in das Bild):



HAW-Login erforderlich (wie z.B. beim HAW-Mailer)!
 Für detaillierte Daten nach dem Login auf den Monat klicken.

| Monat | Ta |
|----------|-------|
| Nov 2018 | 31834 |
| Summen | |

Dies ist eine Information vom [Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau](#).

Letzte Änderung: 19. May 2021

Es geht viel im WWW,
 wenn man aber "richtig" arbeiten will
 dann benötigt man eine
 eigene WWW-Seite auf einem Server.

<https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers>

"Luftfahrt und Gesellschaft" in der Mitgliederversammlung am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Kontakt

info@ProfScholz.de

<http://www.ProfScholz.de>

<http://AERO.ProfScholz.de>

So kann das Dokument zitiert werden:

SCHOLZ, Dieter, 2021. *Luftfahrt und Gesellschaft*. F&F Mitgliederversammlung, HAW Hamburg, Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, Online, 09.12.2021. Available from: <https://purl.org/aero/PRE2021-12-09>

© Copyright by Author, CC BY-NC-SA, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Bibliographie / Literaturhinweise

Cryoplane: Reports, Licentiate, Paper

SEECKT, Kolja, 2010. *Conceptual Design and Investigation of Hydrogen-Fueled Regional Freighter Aircraft*. Stockholm, KTH, Licentiate Thesis in Cooperation with HAW Hamburg. Download: <http://GF.ProfScholz.de>

DIB, Leon, 2015. *The Aviation Fuel and the Passenger Aircraft for the Future – Hydrogen*. Master Thesis. HAW Hamburg. Available from: <http://Library.ProfScholz.de>

SCHOLZ, Dieter, DIB, Leon, 2015. *Hydrogen as Future Fuel Used in Minimum Change Derivatives of the Airbus A321*. German Aerospace Congress 2015 (DLRK 2015), Rostock, Germany, 22.-24.09.2015. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4073172>

EU, 2020. *Hydrogen-Powered Aviation*. Available from: <https://doi.org/10.2843/471510>. Archived at: <https://perma.cc/BJJ6-5L74>

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Design of Hydrogen Passenger Aircraft – How much 'Zero-Emission' is Possible?* Hamburg Aerospace Lecture Series, HAW Hamburg (online), 19.11.2020. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4301104>

Aviation Ethics

SCHOLZ, Dieter, 2012. *Eco-Efficiency in Aviation – Flying Off Course?* German Aerospace Congress 2012 (DLRK 2012), Berlin, Germany, 10.-12.09.2012. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4067014>

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Airbus' Cabin Air Explanations during the Corona Pandemic – Presented, Analyzed, and Criticized*. Available from: <http://purl.org/corona/M2020-06-19> (PDF)

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Review of CO2 Reduction Promises and Visions for 2020 in Aviation*. German Aerospace Congress 2020 (DLRK 2020), Online, 01.-03.09.2020. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4066959>

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Aviation Ethics – Growth, Gain, Greed, and Guilt*. German Aerospace Congress 2020 (DLRK 2020), Online, 01.-03.09.2020. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4068009>

Evaluation of Aircraft Configurations

SCHOLZ, Dieter, 2006. *Die Blended Wing Body Flugzeugkonfiguration*. Hamburg Aerospace Lecture Series, 2006-09-28. Available from: <https://bit.ly/3leyyMr> (PDF)

JOHANNING, Andreas, SCHOLZ, Dieter, 2012. *Novel Low-Flying Propeller-Driven Aircraft Concept For Reduced Direct Operating Costs And Emissions*. In: *CD Proceedings: ICAS 2012 - 28th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences* (ICAS, Brisbane, 23.-28.09.2012). Edinburgh, UK: Optimage Ltd, 2012. Paper: ICAS2012-1.10.5. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

SCHOLZ, Dieter, JOHANNING, Andreas, 2014. *Smart Turboprop – A Possible A320 Successor*. 4th Symposium on Collaboration in Aircraft Design (25.-27.11.2014, Toulouse, France). Presentation. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas, SCHOLZ, Dieter, 2014. *Airport2030, AP4.1: Evolutionäre Flugzeugkonfigurationen - Schlussbericht*. HAW Hamburg, Department F&F, AERO. Berichts-Nr.: Airport2030_AB_Schlussbericht. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

Hybrid-Electric Aircraft

SCHOLZ, Dieter, 2018. Evaluating Aircraft with Electric and Hybrid Propulsion. In: *UKIP Media & Events: Conference Proceedings : Electric & Hybrid Aerospace Symposium 2018* (Cologne, 08.-09.11.2018). Available from: <https://doi.org/10.15488/3986>. Available from: <http://EHA2018.ProfScholz.de> (PDF)

SCHOLZ, Dieter, 2019. *Electric and Hybrid Aviation – From Media Hype to Flight Physics*. Hamburg Aerospace Lecture Series, 2019-04-25. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3265212>

SCHOLZ, Dieter, 2019. *Limits to Principles of Electric Flight*. German Aerospace Congress 2019 (DLRK 2019), Darmstadt, 30.09.-02.10.2019. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4072283>

Life Cycle Analysis (LCA): Dissertation, Paper

JOHANNING, Andreas, 2017. *Methodik zur Ökobilanzierung im Flugzeugvorentwurf*. München: Verlag Dr. Hut. Dissertation. ISBN 978-3-8439-3179-3. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas, 2016: *Life Cycle Assessment in Conceptual Aircraft Design – Excel Tool LCA-AD*. Available from: <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.1531.0485>

JOHANNING, Andreas; SCHOLZ, Dieter, 2014. Conceptual Aircraft Design Based on Lifecycle Assessment. In: *ICAS 2014 - 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences* (St. Petersburg, 07.-12.09.2014). Paper: ICAS2014-9.10.1. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas, SCHOLZ, Dieter, 2014. *Adapting Life Cycle Impact Assessment Methods for Application in Aircraft Design*. German Aerospace Congress 2014 (DLRK 2014), Augsburg, 16.-18.09.2014. Available from: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-201507202456>. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas, SCHOLZ, Dieter, 2015. Comparison of the Potential Environmental Impact Improvements of Future Aircraft Concepts Using Life Cycle Assessment. In: *CEAS: 5th CEAS Air&Space Conference: Proceedings* (CEAS2015, Delft, 07.-11.09.2015). DocumentID: 80. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

Environmental Impact

CAERS, Brecht, SCHOLZ, Dieter, 2020. Conditions for Passenger Aircraft Minimum Fuel Consumption, Direct Operating Costs and Environmental Impact. German Aerospace Congress 2020 (DLRK 2020), Online, 01.-03.09.2020.
Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4068135>

SCHOLZ, Dieter, 2020. *Calculation of the Emission Characteristics of Aircraft Kerosene and Hydrogen Propulsion*. Excel table. Available from: <https://doi.org/10.7910/DVN/DLJUUK>

Further References

CALDWELL, Niall, 2018. Digital Displacement: Hydraulic Power for the Digital Age. In: UKIP Media & Events: *Conference Proceedings : Electric & Hybrid Aerospace Symposium 2018* (Cologne, 08.-09. November 2018)

CANNON, Frank, 2016. Aircraft Cabin Air Contamination and Aerotoxic Syndrome – A Review of the Evidence. In: *Collegium Basilea: Nanotechnology Perceptions*, Vol. 12 (2016), pp. 73-99. Available from: <https://doi.org/10.4024/N08CA16A.ntp.12.02>. Download: URL: <http://skybrary.aero/bookshelf/books/3594.pdf>

SUN, X., ZHANG, Y., WANDEL, S., 2017. Air Transport versus High-Speed Rail – An Overview and Research Agenda. In: *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 2017, Article ID 8426926. Available form: <https://doi.org/10.1155/2017/8426926>