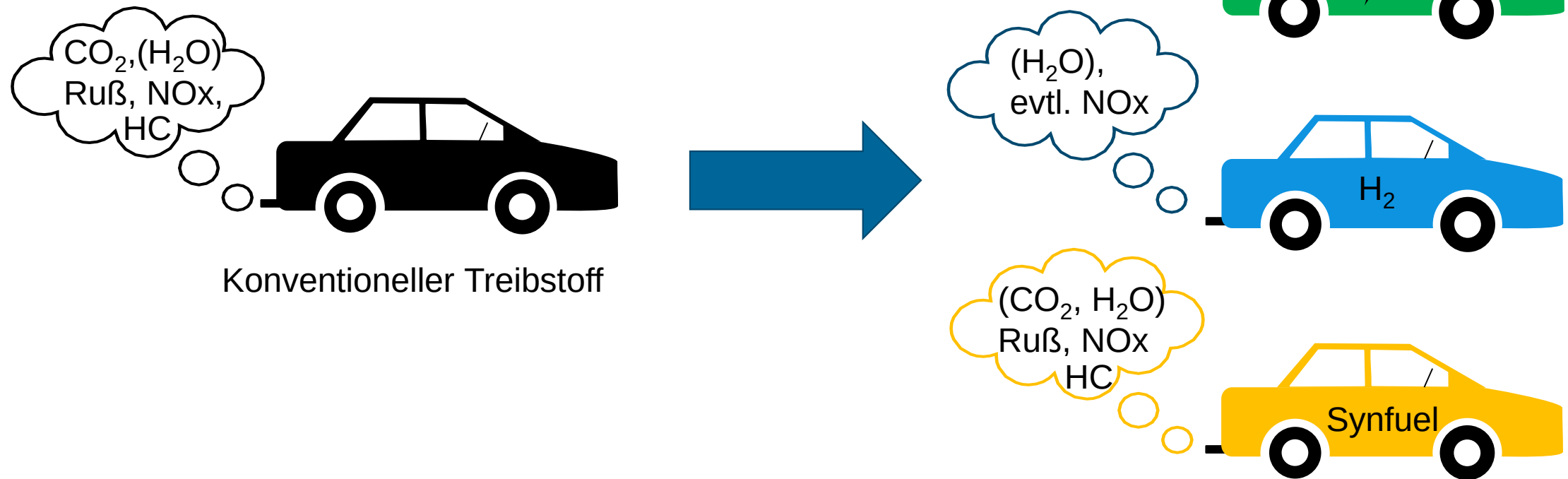


A wide-angle photograph of the TU Wien main building, a large white neoclassical structure with a green copper roof and many windows. The building is set against a clear blue sky, with a cityscape and mountains visible in the background. Trees with yellowing leaves are in the foreground.

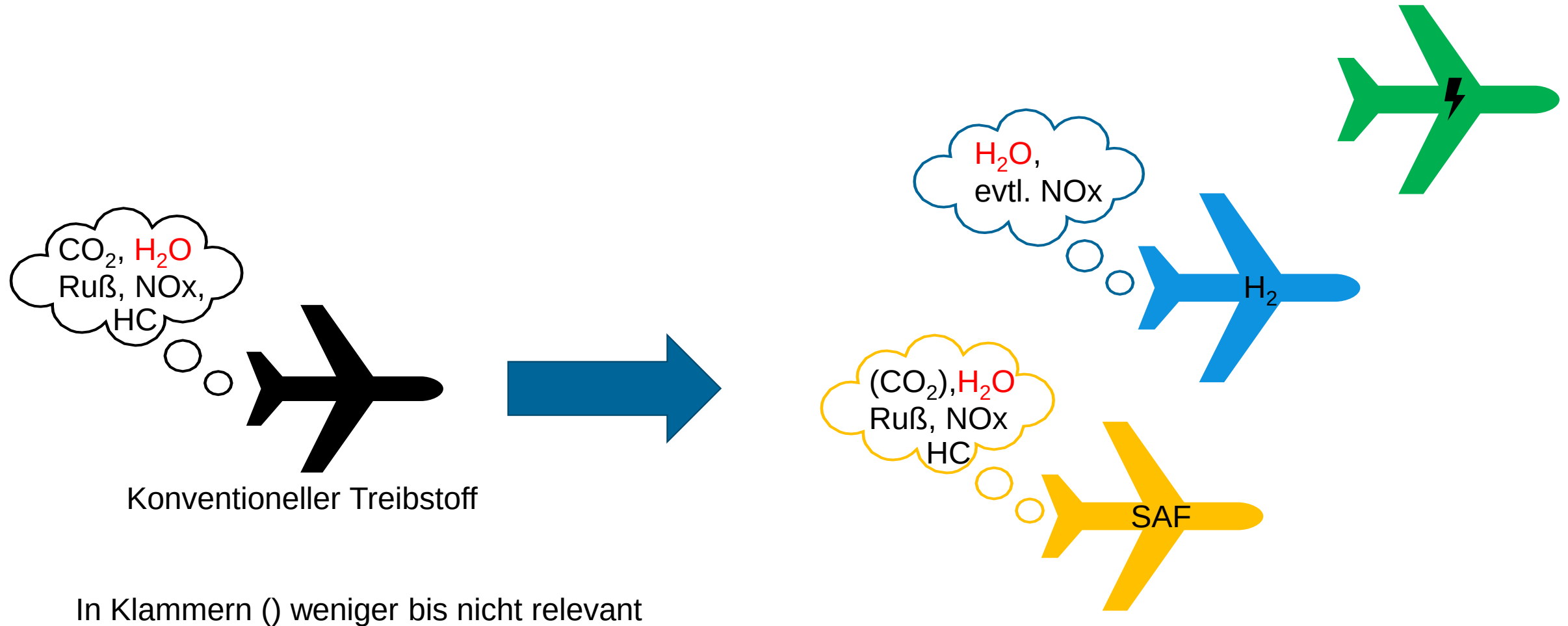
Nachhaltige Energieträger: Besonderheiten und Treiber in der Luftfahrt. Nachhaltige Flugtreibstoffe für Österreich Nationaler Vernetzungsworkshop Martin Berens*, 07.09.2022

Dekarbonisiert = Klimaneutral ?

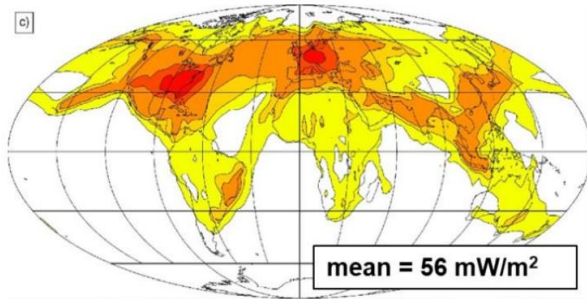


In Klammern () weniger bis nicht relevant

Gelten dieselben Prinzipien in der Luft?



H₂O hat einen Einfluss

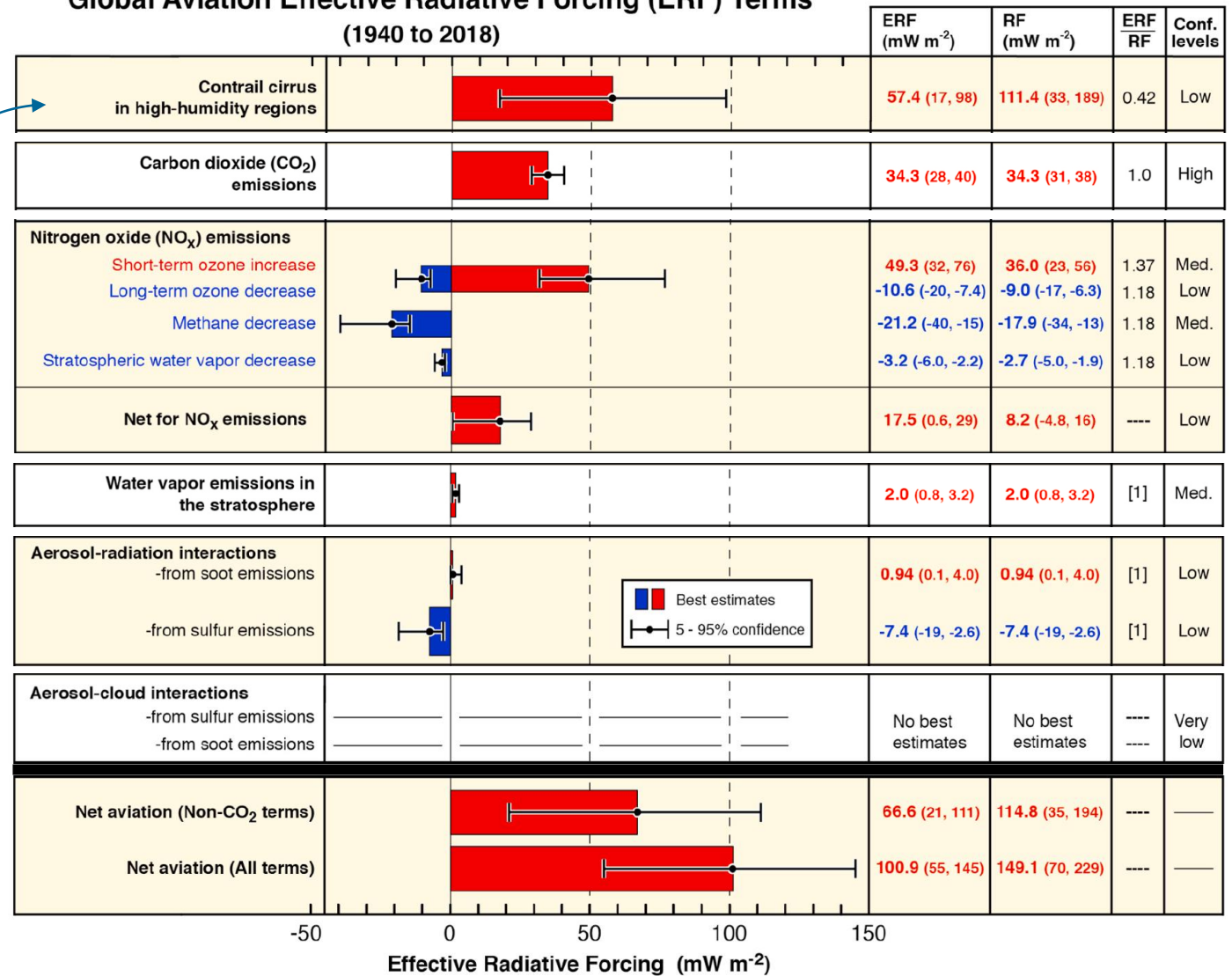


[HTTPS://WWW.FZT.HAW-HAMBURG.DE/PERS/SCHOLZ/DGLR/HH/POSTER_2021_12_02_CONTRAILFORMATION.PDF](https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/scholz/dglr/hh/poster_2021_12_02_contrailformation.pdf)



- Beitrag der Nicht-CO₂ Anteile größer als CO₂
- Wann erwärmen Kondensstreifen das Erdklima?
 - überwiegend nachts und
 - im Winter

Global Aviation Effective Radiative Forcing (ERF) Terms (1940 to 2018)

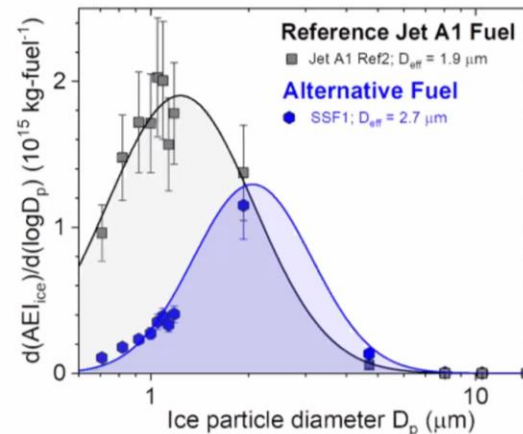
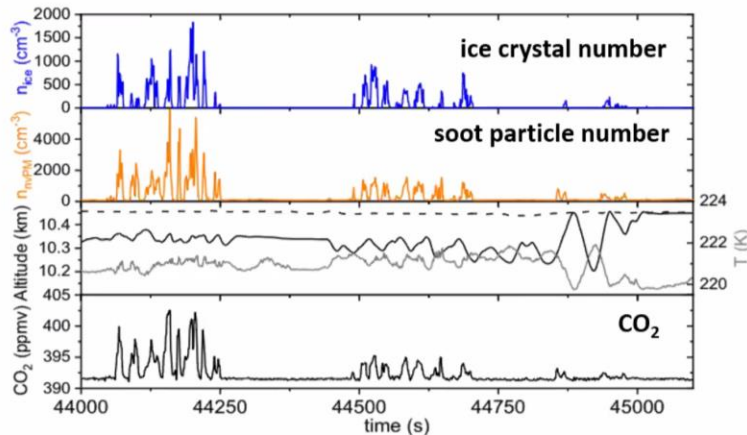


QUELLE: LEE, D. S.; FAHEY, D. W.; SKOWRON, A.; ALLEN, M. R.; BURKHARDT, U.; CHEN, Q. ET AL. (2021): THE CONTRIBUTION OF GLOBAL AVIATION TO ANTHROPOGENIC CLIMATE FORCING FOR 2000 TO 2018 (244)

Jet regime – ice nucleation



Voigt et al., 2021



Ice number concentrations and sizes depend on soot number emission → varies with fuel type.

ULRIKE BURKHARDT: "FORMATION AND CLIMATE IMPACT FROM CONTRAILS", HAMBURG AEROSPACE LECTURE SERIES, DONNERSTAG, 02 DEZEMBER 2021, 18:00 CET

Ansätze um Eiswolkenbildung zu vermeiden

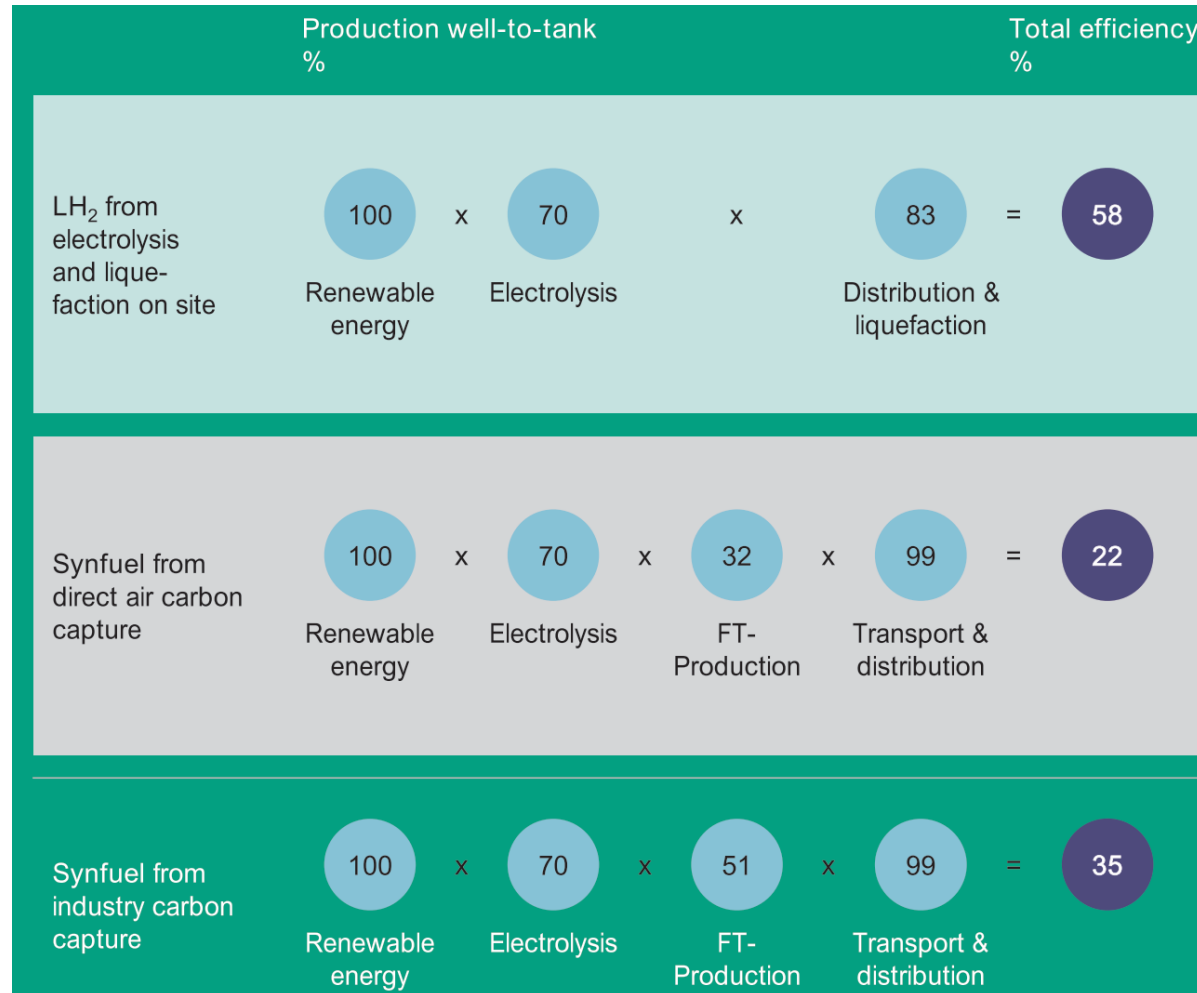
- Bereiche der Atmosphäre mit Bedingungen zur Wolkenbildung vermeiden
 - Änderung Reiseflughöhe
 - Änderung der lateralen Streckenführung
- Durch den kleineren Anteil an Aromaten in **Synfuel bzw. SAF Blends** wird eine geringere Anzahl von Rußpartikeln bei der Verbrennung gebildet.
 - Geringere Anzahl an Kondensationskeimen
 - Größere Eiskristalle
 - Geringere optische Dichte der Wolken

Reduktion von Kondensstreifenbildung und Erderwärmung durch Drop-In SAF.

VOIGT U. A., "CLEANER BURNING AVIATION FUELS CAN REDUCE CONTRAIL CLOUDINESS". DOI: 10.1038/S43247-021-00174-Y

Energieeinsatz für die Herstellung von LH2 im Vergleich zu Synfuel

- “Well-to-Tank”
Gesamtwirkungsgrade
- Entstehende Prozesswärme wird
als Verlust aufgefasst
- Für “Synfuel from direct air
carbon capture” ist die CO2-
Gewinnung im Fischer-Tropsch
Prozessschritt enthalten



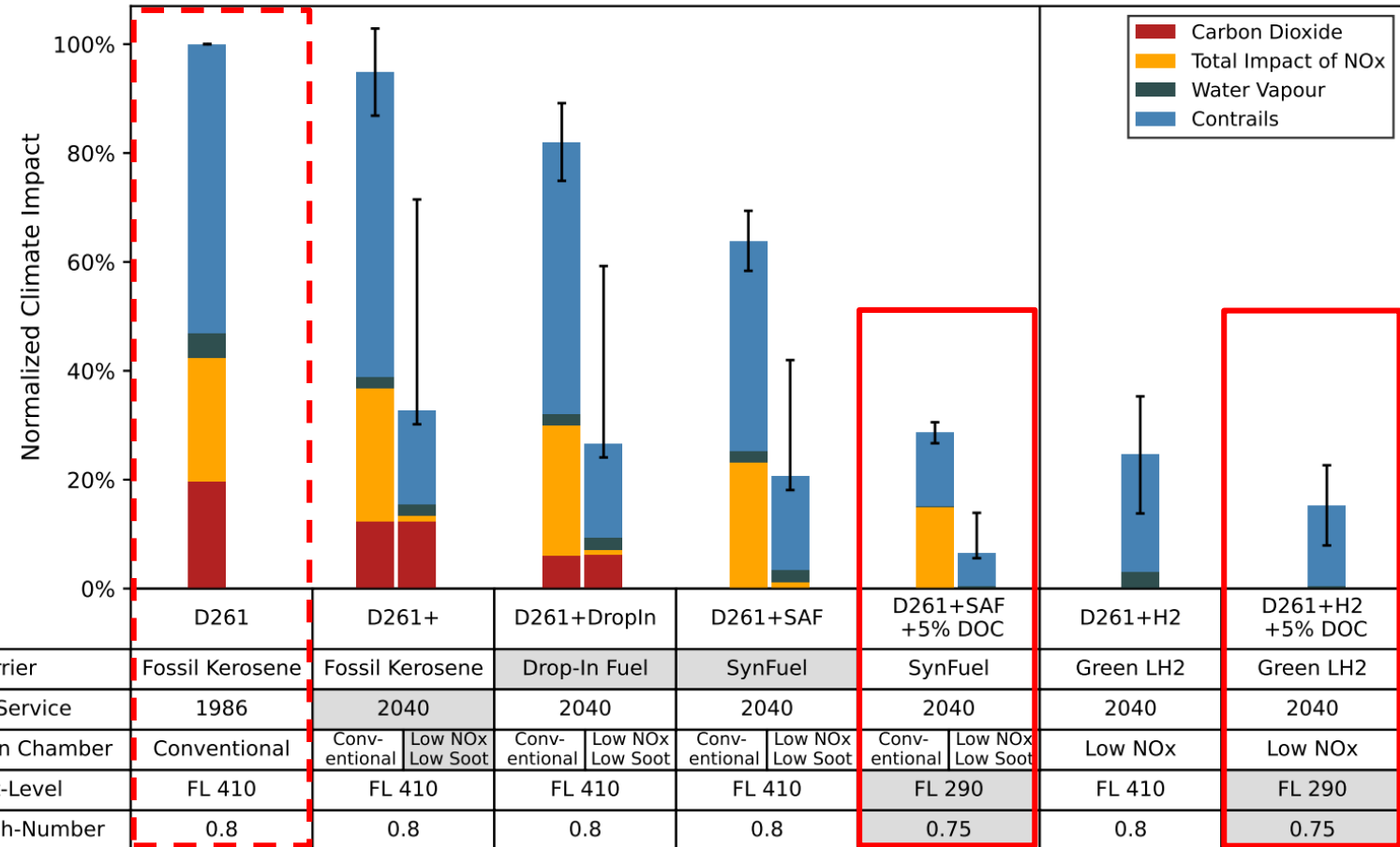
MCKINSEY & COMPANY; CLEAN SKY 2 JOINT UNDERTAKING; FUEL CELLS AND HYDROGEN 2 JOINT UNDERTAKING (2020): HYDROGEN-POWERED AVIATION. A FACT-BASED STUDY OF HYDROGEN TECHNOLOGY, ECONOMICS, AND CLIMATE IMPACT BY 2050. FIRST EDITION. LUXEMBOURG: PUBLICATIONS OFFICE OF THE EUROPEAN UNION.
[HTTPS://DOI.ORG/10.2843/471510](https://doi.org/10.2843/471510)

DLR Studie: Vergleich der Klimawirkungen verschiedener Energieträger, Antriebstypen und –technologien, Flughöhen und Flugmachzahlen

	Unit	Value
Design Range	NM	3900
Design PAX (two class)	-	261
Design Payload	kg	26,100
Cruise Mach number	-	0.8
TOFL (ISA SL)	m	2400
Approach Speed (MLM)	kt	140
Wing Span Limit	m	52



2040 Kerosene D261+SAF



SILBERHORN, D.; DAHLMANN, K.; GÖRTZ, A.; LINKE, F.; ZANGER, J.; RAUCH, B.; METHLING, T.; JANZER, C.; HARTMANN, J. CLIMATE IMPACT REDUCTION POTENTIALS OF SYNTHETIC KEROSENE AND GREEN HYDROGEN POWERED MID-RANGE AIRCRAFT CONCEPTS. APPL. SCI. 2022, 12, 5950. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/APP12125950](https://doi.org/10.3390/app12125950)

Forschungsbedarf: Alternative Antriebe und Energieträger

- Neue Antriebskonzepte
 - LH2, PEMFC, Elektromotor
 - Hybridkonzepte: z. B. Batterie für kurze Einsatzstrecken und Zusatzenergie über mit Drop-In SAF betriebenen Turbogenerator für größere Strecken
- Eine besondere Herausforderung ist die Antriebs-Zellenintegration der Systeme
- Mit Abkehr von Gasturbinenantrieben wächst der Stellenwert eines effizienten Thermalmanagements!
- Kompromiss zwischen Adaption von Technologien aus anderen Sektoren (Automotive) und Eigenentwicklung
- Bislang nur bis zu 4-sitzige Demonstratoren (Hy4). **Marktreife** im SMR-Sektor **2040**?



© TU WIEN – ENTWURFSPROJEKT FE I & II 2022/23: TEAM GAMMER, GRÜNSTEIDL, MENTRUP, EIDLER

Optimierung neuer Systemtopologien in einem dynamischen Umfeld.

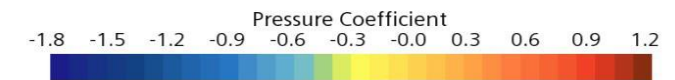
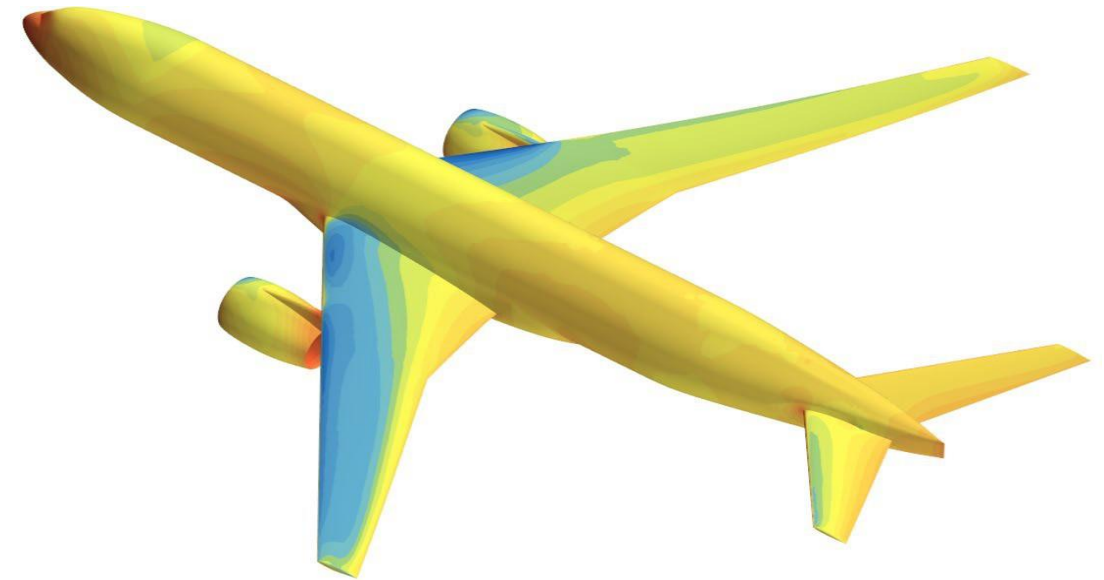
Forschungsbedarf: Weiterentwicklung konventioneller Antriebe?

- Geared Turbofan Technologie
 - A320neo: PW1100G mit -15% Blockfuel im Vergleich zu A320ceo
- Gasturbinenantrieb kompatibel mit
 - Drop-In SAF
 - H2 Verbrennung
- Weiteres Potential für Verbrauchs- und Emissionssenkungen in ähnlicher Höhe durch Weiterentwicklung für **EIS 2025-30**
- Leistungsgetriebe werden für viele Antriebsarten auch in Zukunft benötigt:
 - 2nd Gen. Geared Turbofan
 - Open Rotor (Propeller, CROR, USF)
 - Elektrische Antriebe



[HTTPS://MENTOURPILOT.COM/CFM-RISE-GE-SAFRAN-TO-DEVELOP-OPEN-ROTOR-ENGINE/](https://mentourpilot.com/cfm-rise-ge-safran-to-develop-open-rotor-engine/)

Erprobte Technologie, die auch im Langstreckenflugverkehr zum Einsatz kommen sollte!



NASA Common Research Model

Kontaktinformationen



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. **Martin Berens**, MSc
 BMK Endowed Professorship
 TU Vienna, Institute of Engineering Design and Product Development E307
 Lehárgasse 6 / BD 03 B33 / 1060 Vienna / Austria
 T: +43 1 58801 **30772**
 M: +43 664 60588 2105
martin.berens@tuwien.ac.at