

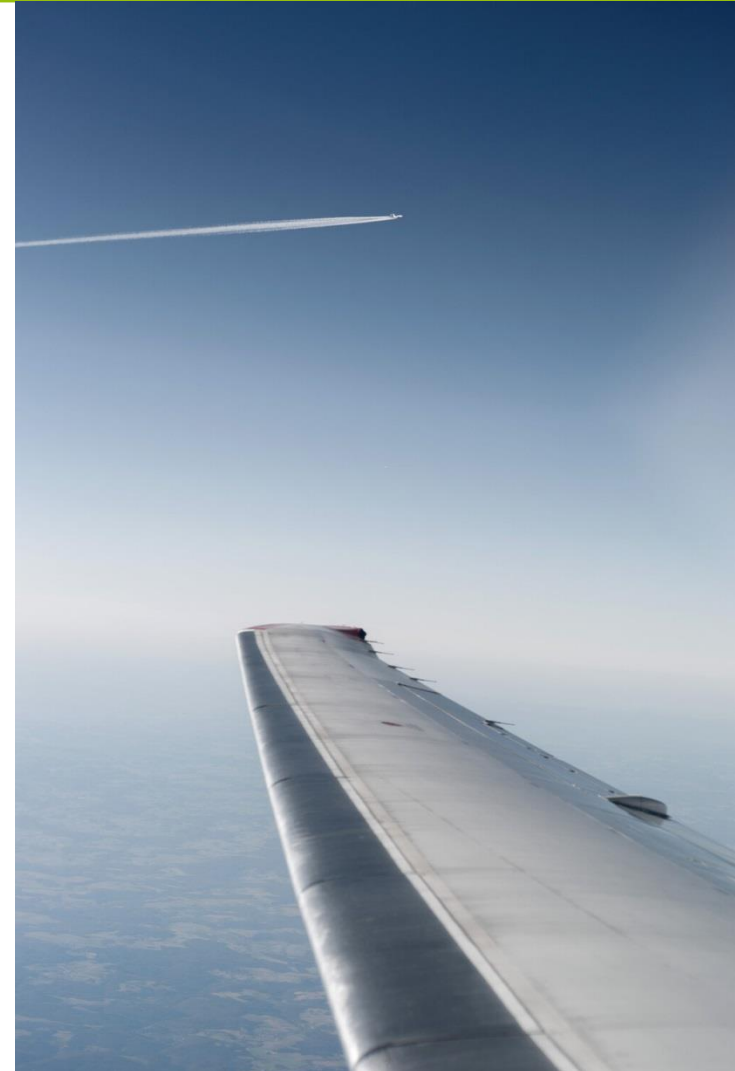
Jenseits der Flugscham?

Der lange Weg zum klimaneutralen Fliegen

Jakob Graichen

14. Master Class Course Conference
"Renewable Energies"

FH Eberswalde, 2. Dezember 2019

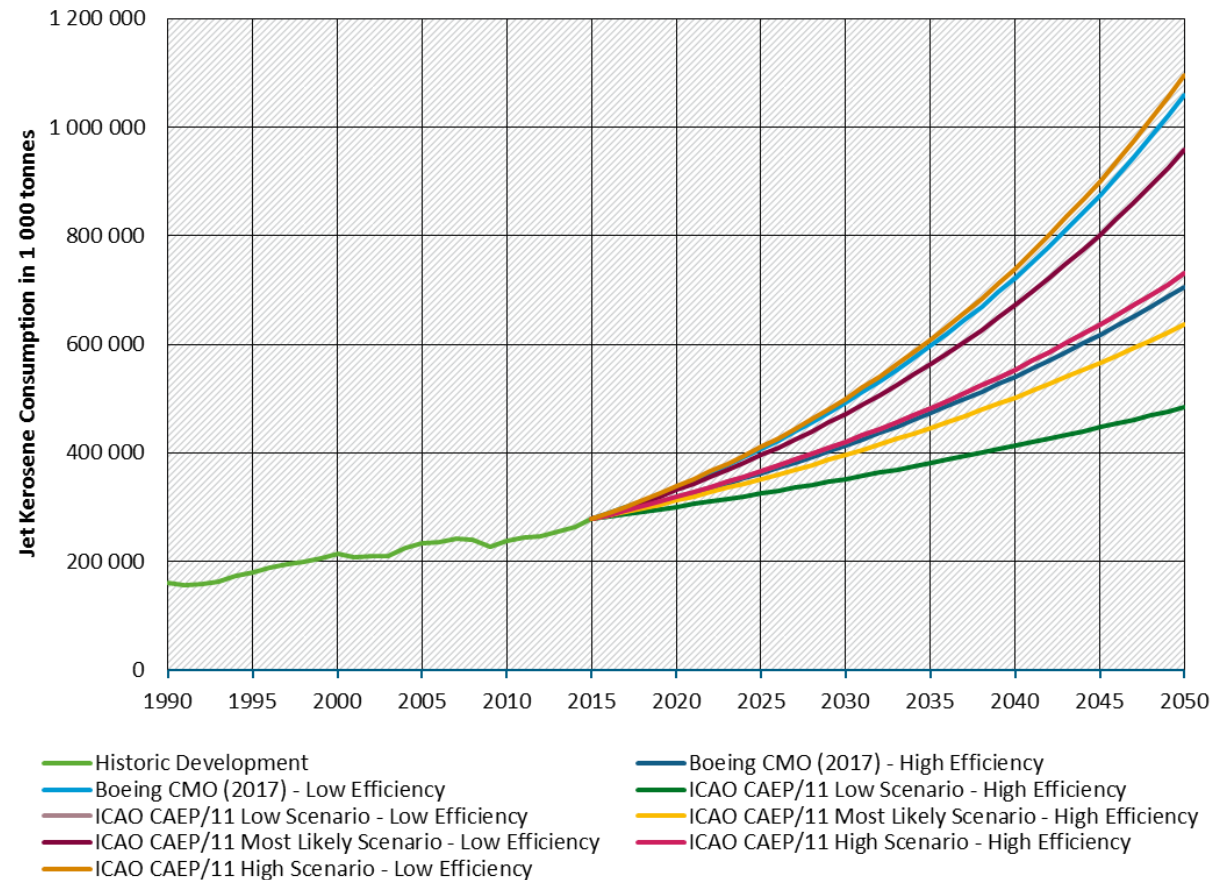


Beitrag des Luftverkehrs zum Klimawandel: heute

- Anteil an globalen THG-Emissionen in 2018:
 - Ca. 2% an gesamten Treibhausgas-Emissionen
 - Ca. 2,5% an CO₂-Emissionen
 - entspricht Anteil der deutschen THG-Emissionen
- Besonderheit: Nicht-CO₂-Effekte
 - NO_x, Wasserdampf, Ruß beeinflussen Strahlungsbilanz direkt & indirekt
 - Luftverkehr führt zu Kondensstreifen und Zirruswolken
 - Gesamtwirkung 2 bis 5 mal höher als CO₂ alleine
- Gesamtbeitrag 4-10% des menschlichen Treibhauseffekts

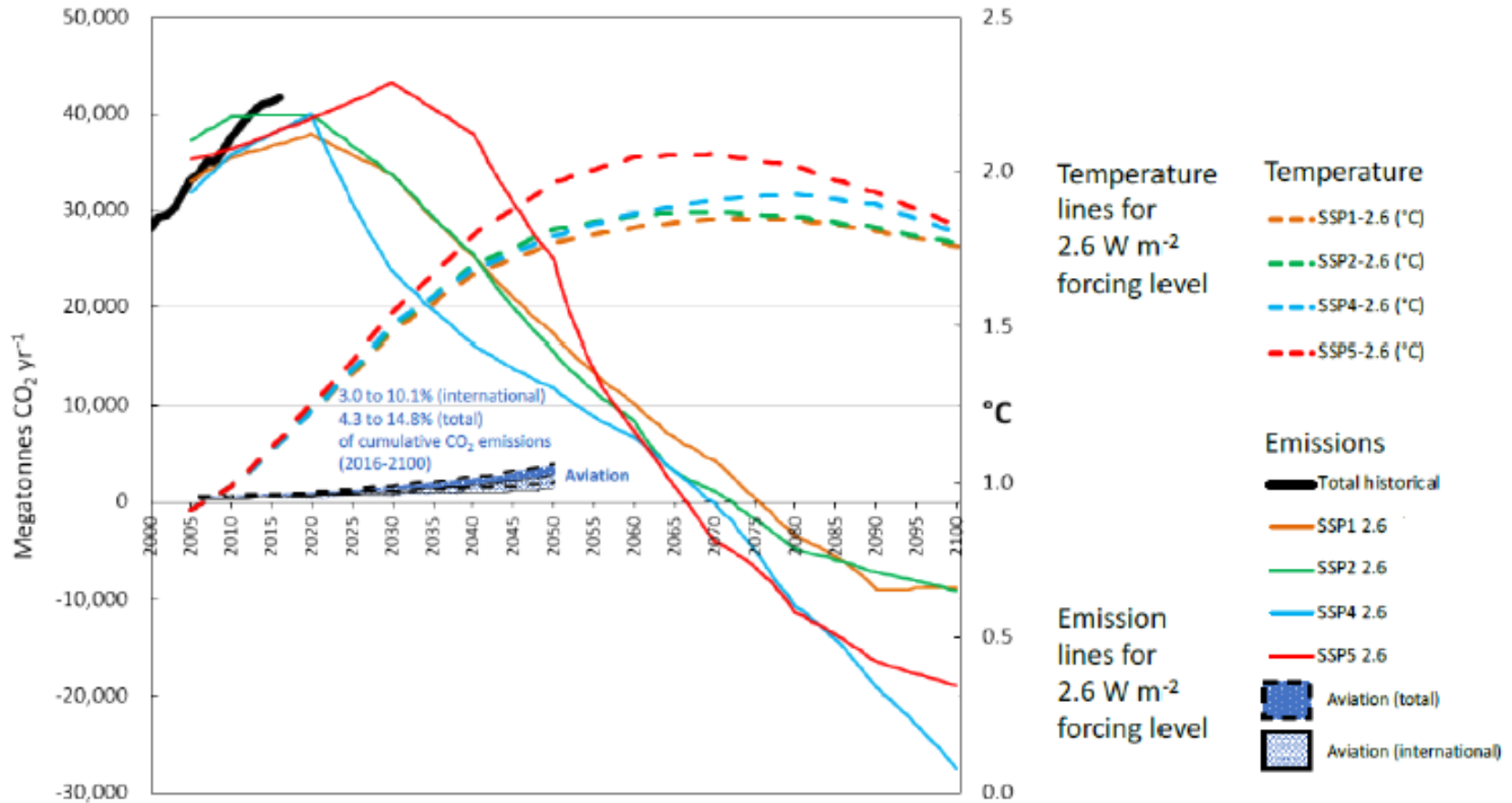
Beitrag des Luftverkehrs zum Klimawandel: 2050

- Transportleistung und Emissionen steigen stark
- Energiebedarf 2050: 2-4 x höher als 2015
- Paris Agreement: Netto-Null Emissionen bis $\approx 2050-2080$ notwendig



Emissionen des Luftverkehrs im Vergleich zu Emissionspfaden „well below 2°C“

Global CO₂ emissions for SSP1, SSP2, SSP4, SSP5 (2.6 W m⁻²) and temperature responses in context with total/international aviation emissions



Aktion auf internationaler Ebene

- Paris Agreement
 - Deckt alle menschlichen THG-Emissionen ab
 - Internationaler Luftverkehr nicht Teil der nationalen Beiträge (NDCs). Ausnahme: EU
 - Staaten sollen durch ICAO arbeiten
- International Civil Aviation Organisation: CORSIA
 - Einführung global, nicht alle Länder erfasst/beteiligt
 - Kompensation des Emissionswachstum ab 2020, nur internationale Flüge
 - Qualität der Ausgleichsmaßnahmen zweifelhaft
 - Keine Auswirkungen auf Emissionen des Sektors
 - Nicht kompatibel zum Paris Agreement

Aktion auf europäischer und nationaler Ebene

- Europäischer Emissionshandel
 - Erfasst Intra-EU Flüge (7% des globalen Flugverkehrs)
 - Cap bis 2020 ist 95% der Emissionen 2005
 - 15% Auktionierung, 85% freie Zuteilung nach Benchmarking
 - Hohe Zahlungsbereitschaft des Sektors:
 - Zukauf von Zertifikaten von Energie- und Industrieanlagen
 - Minimale Auswirkung auf Emissionen des Luftverkehrs
 - Aktueller CO₂-Preis von 25 EUR/t entspricht Kerosinsteuer von 7 cent/Liter
- Kommissionspräsidentin von der Leyen: freie Zuteilung im europäischen Emissionshandel reduzieren

Steuerliche Behandlung des Luftverkehrs

- Energiesteuern
 - Mindestsatz EU Energiesteuerrichtlinie: 33 Cent/Liter Kerosin
 - Deutschland Energiesteuergesetz: 65 Cent/Liter
 - Wird im kommerziellen Luftverkehr nicht erhoben
 - Subvention von ca. 8 Mrd. EUR/Jahr (DE) bzw. 27 Mrd. EUR (EU)
- Mehrwertsteuer:
 - nicht erhoben im internationalen Flugverkehr
 - voller Satz für innerdeutsche Flüge
 - Subvention von ca. 5 Mrd. EUR/Jahr (DE) bzw. 30 Mrd. EUR (EU)
- Luftverkehrssteuer
 - Ticketabgabe nach Zielregion (7,40 bis 41,50 EUR pro Abflug)
 - Einnahmen ca. 1,2 Mrd. EUR (2019), ab 2020 ca. 2 Mrd. EUR/Jahr

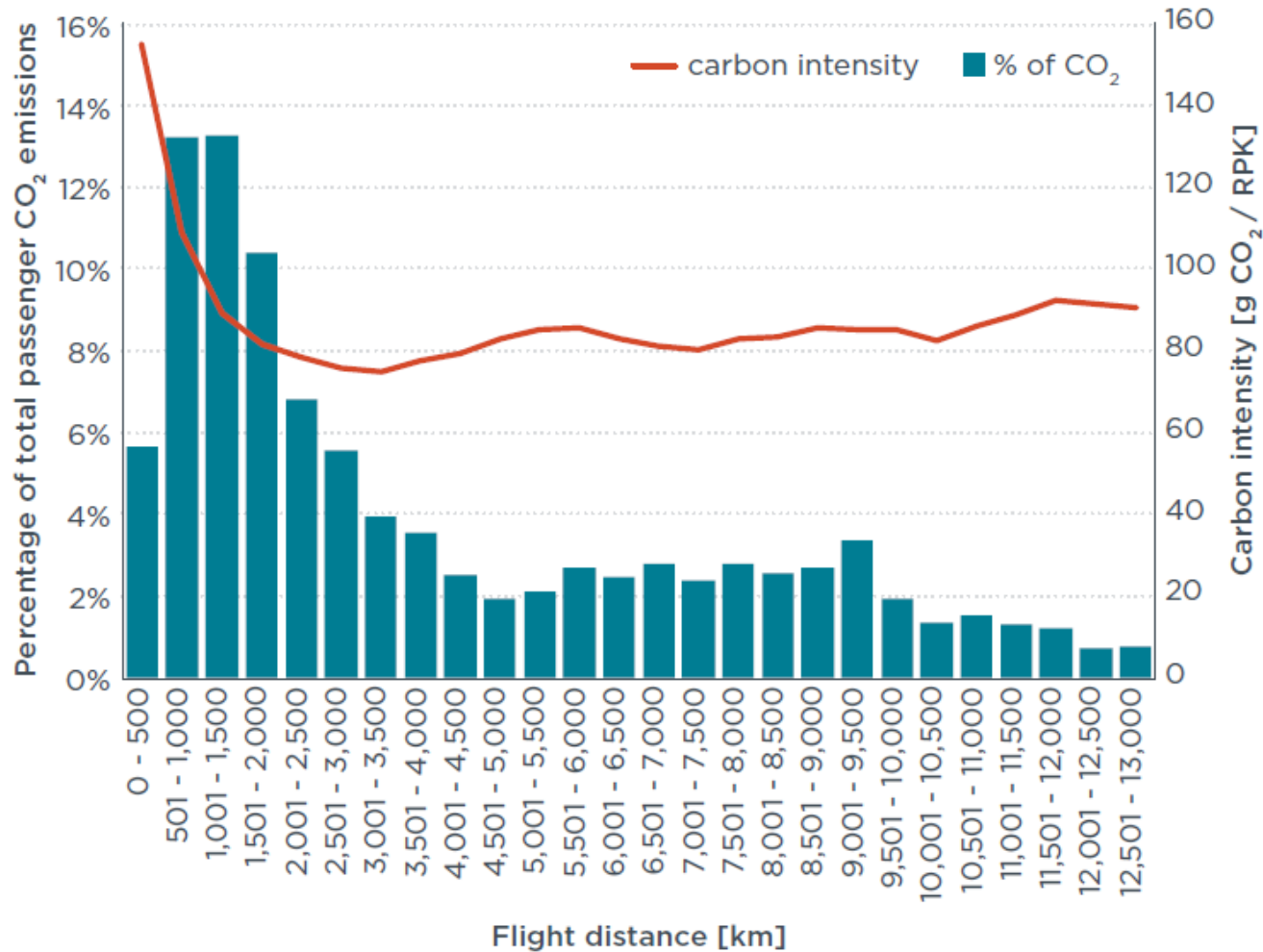
Zusammenfassung Ist-Situation

- Aktueller Beitrag des Luftverkehrs an globalem Klimawandel moderat aber relevant
- Erheblicher Anteil an globalen Emissionen in einer 1,5°C/2°C Welt
- Schädliche Subventionen des Luftverkehrs
- Maßnahmen auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene nicht ausreichend

Emissionsneutraler Flugverkehr?

- Kompensation von Flugemissionen
 - Auf individueller Ebene heute möglich
 - Ansatz CORSIA: Wachstum kompensieren
 - Nullemissionswelt: keine Kompensation mehr möglich
- Reduktion der Emissionen des Sektors
 - Flüge vermeiden
 - Effizienz verbessern: Flugzeuge, Routenoptimierung, Auslastung, elektrische Zugmaschinen am Boden, ...
 - Hybridelektrische und elektrische Antriebe
 - Strombasierte synthetische Kraftstoffe

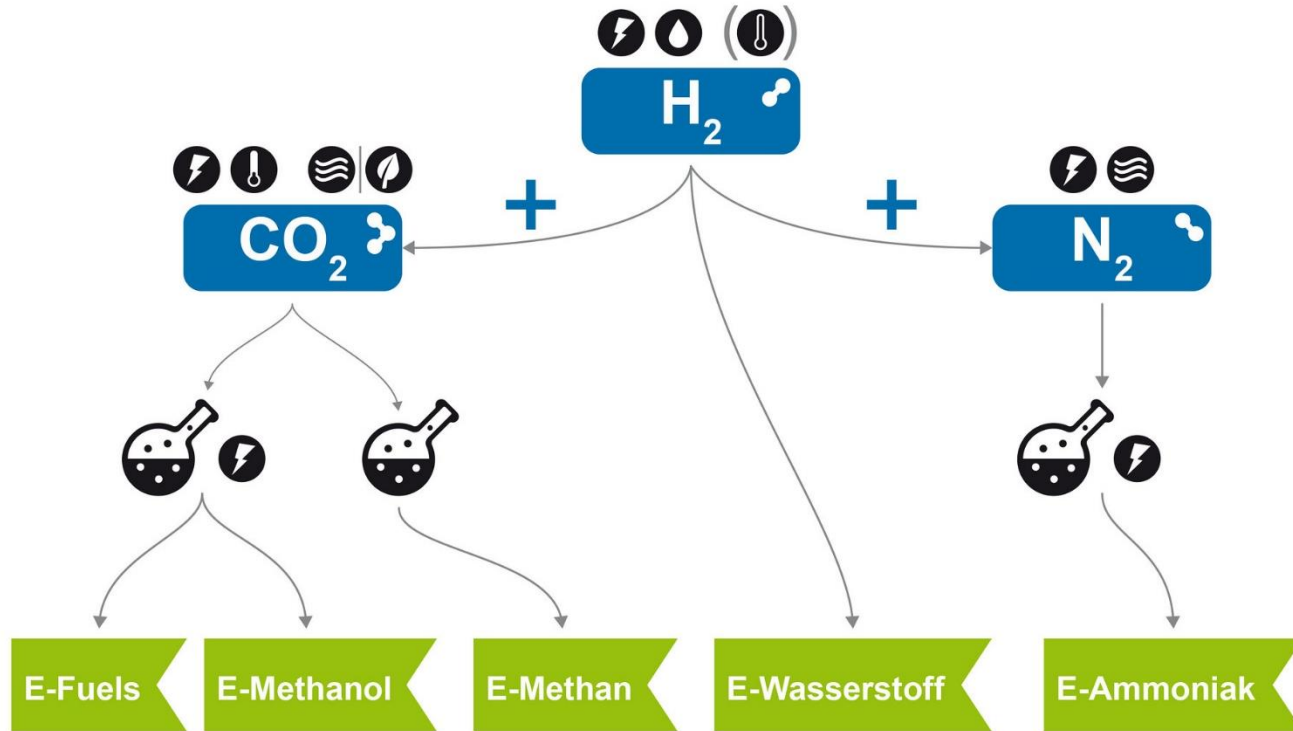
Anteil der CO₂-Emissionen des Passagierverkehrs nach Entfernung



Synthetische Kraftstoffe (E-Fuels)

- Ansatz
 - Herstellung von künstlichem Kerosin aus CO₂ und Strom
 - Emissionsneutral:
 - wenn CO₂ aus Luft oder nachhaltiger Biomasse stammt
 - Strom erneuerbar produziert wird
 - Weniger nicht-CO₂ Effekte wegen sauberer Verbrennung
- Pilotanlagen existieren
- Hohe Kosten im Vergleich zu fossilem Kerosin (langfristig ≈ Faktor 2-3 mal höher)
- Erheblicher Energiebedarf: aktuelle globale Produktion an erneuerbarem Strom für aktuellen Kerosinverbrauch notwendig

Power-to-X: Ausgangsstoffe, Prozesse und Produkte



Zufuhr von:

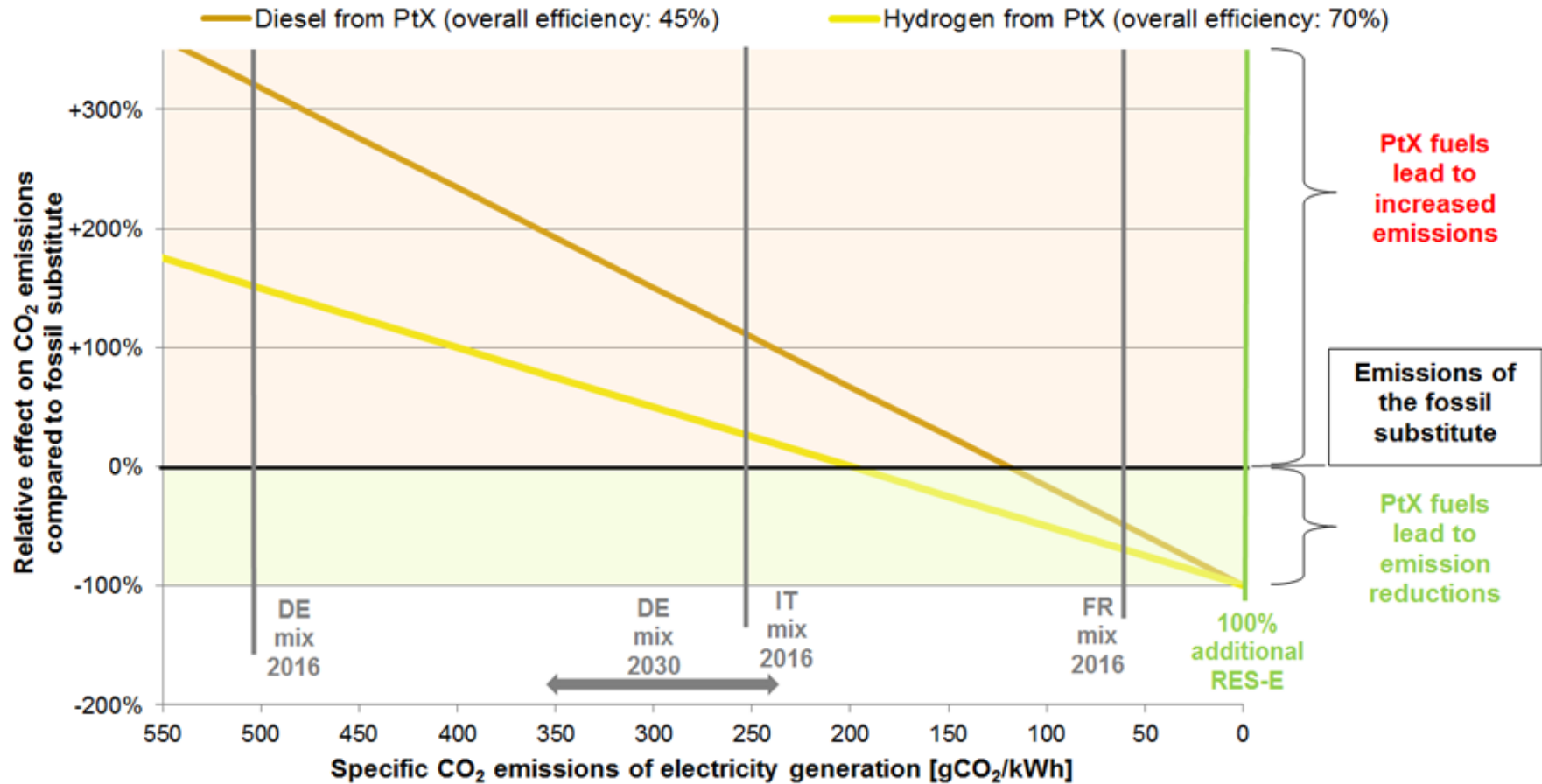
- Strom
- Wasser
- Luft
- Niedertemperaturwärme
- Hochtemperaturwärme
- nachhaltige Biomasse

Syntheseprozess

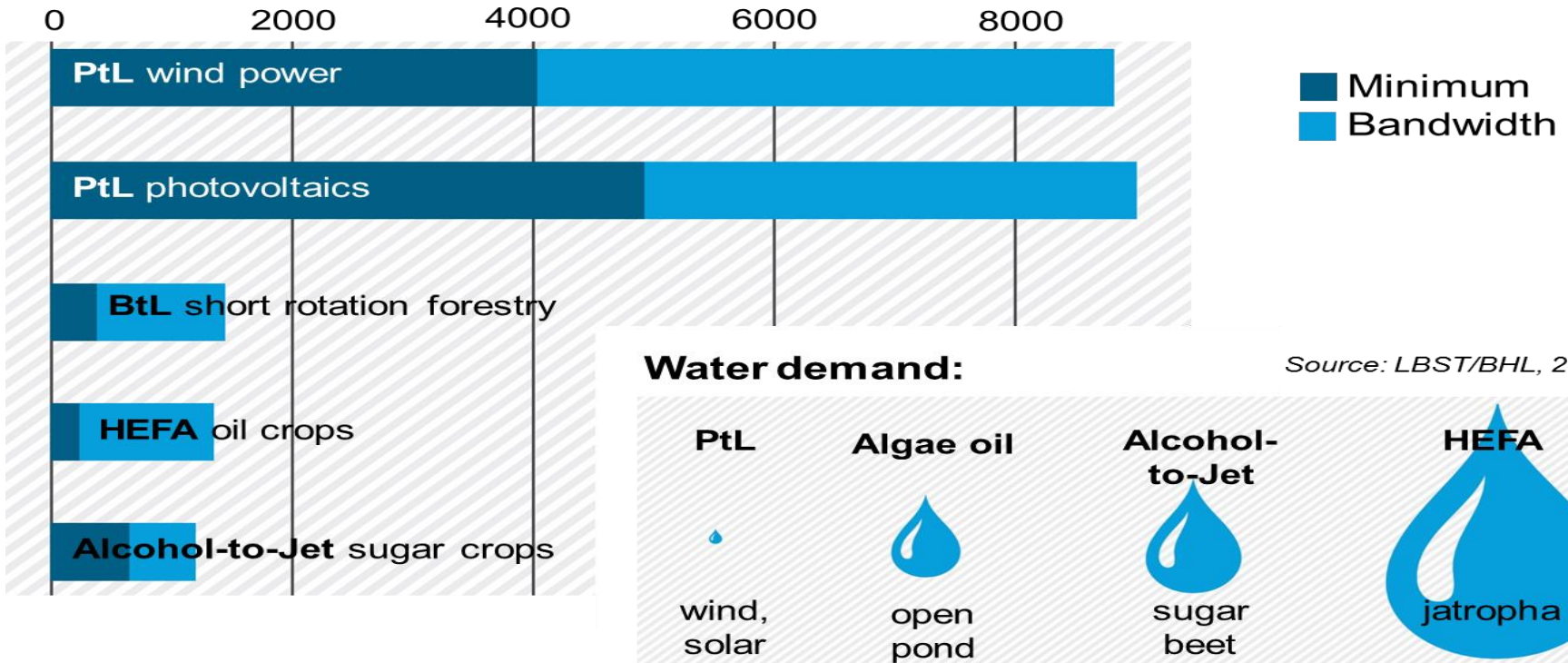


QUELLE: ÖKO-INSTITUT 2019, CC BY-SA 2.0

THG-Emissionen strombasierter Kraftstoffe in Abhängigkeit des Strommixes



Achievable air mileage for an A320neo per ha of land [km/(ha·yr)]



Flugscham?

- Aus Klimasicht: Nur ein vermiedener Flug ist ein guter Flug
- Fliegen auf individueller Ebene emissionsintensivste Handlung
- Kompensation mit hochwertigen (!) Zertifikaten Schritt in richtige Richtung
- Mittelfristig muss Flugverkehr emissionsneutral werden
- Energiebedarf für e-Kerosin im Konflikt zu Strombedarf für Licht, Heizung, Straßenverkehr, Kommunikation, ...
- Politik muss Weichen stellen
 - Fliegen verteuern
 - Förderung von synthetischen Kraftstoffen

Jakob Graichen

Senior Researcher

Bereich Energie & Klimaschutz

Öko-Institut e.V.

Schicklerstr. 5-7

D-10179 Berlin

E-Mail: j.graichen@oeko.de