

Luftverkehrsszenarien in BEniVer

BEniVer Statuskonferenz, Berlin, 30. Juni 2022

Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Wolfgang Grimme

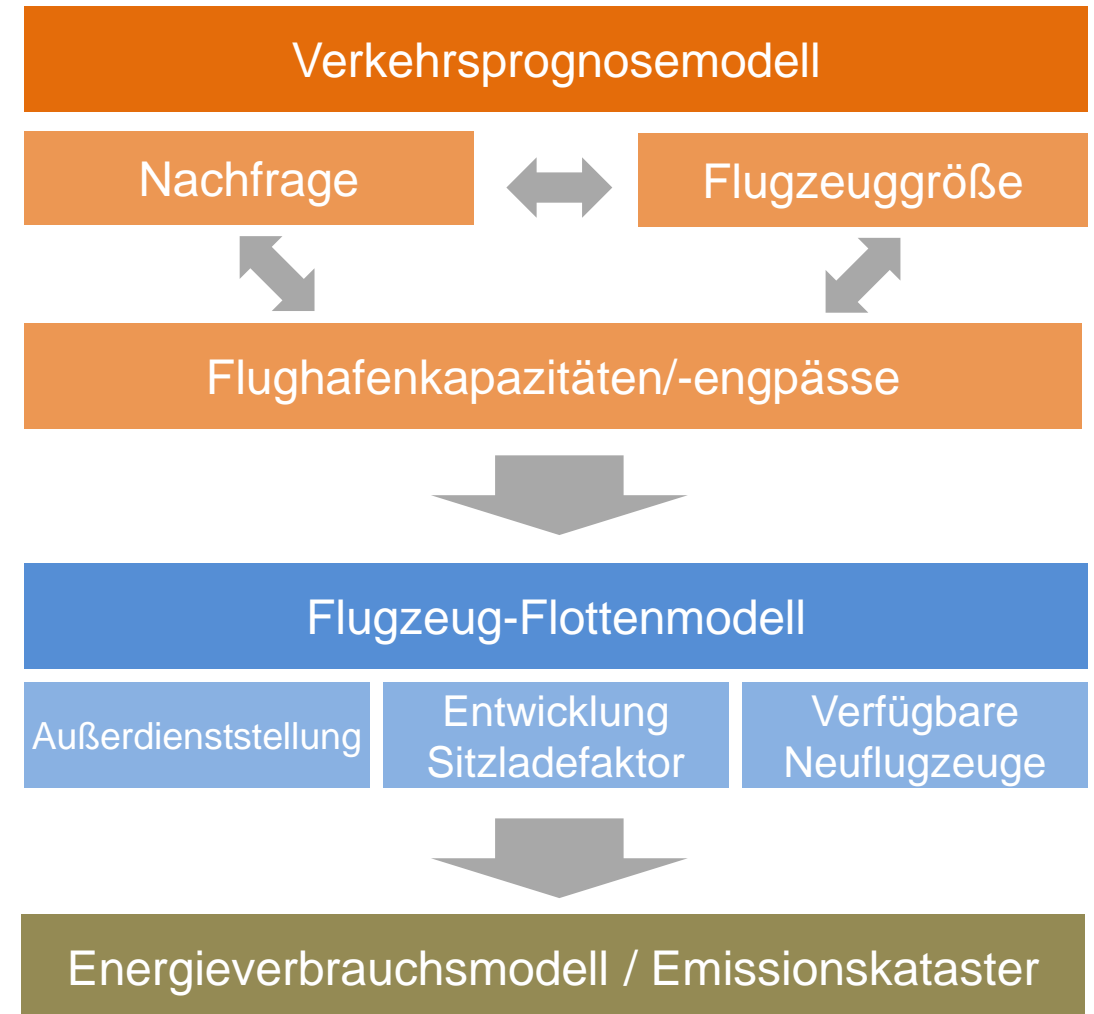


Knowledge for Tomorrow



Das Luftverkehrsprognosemodell

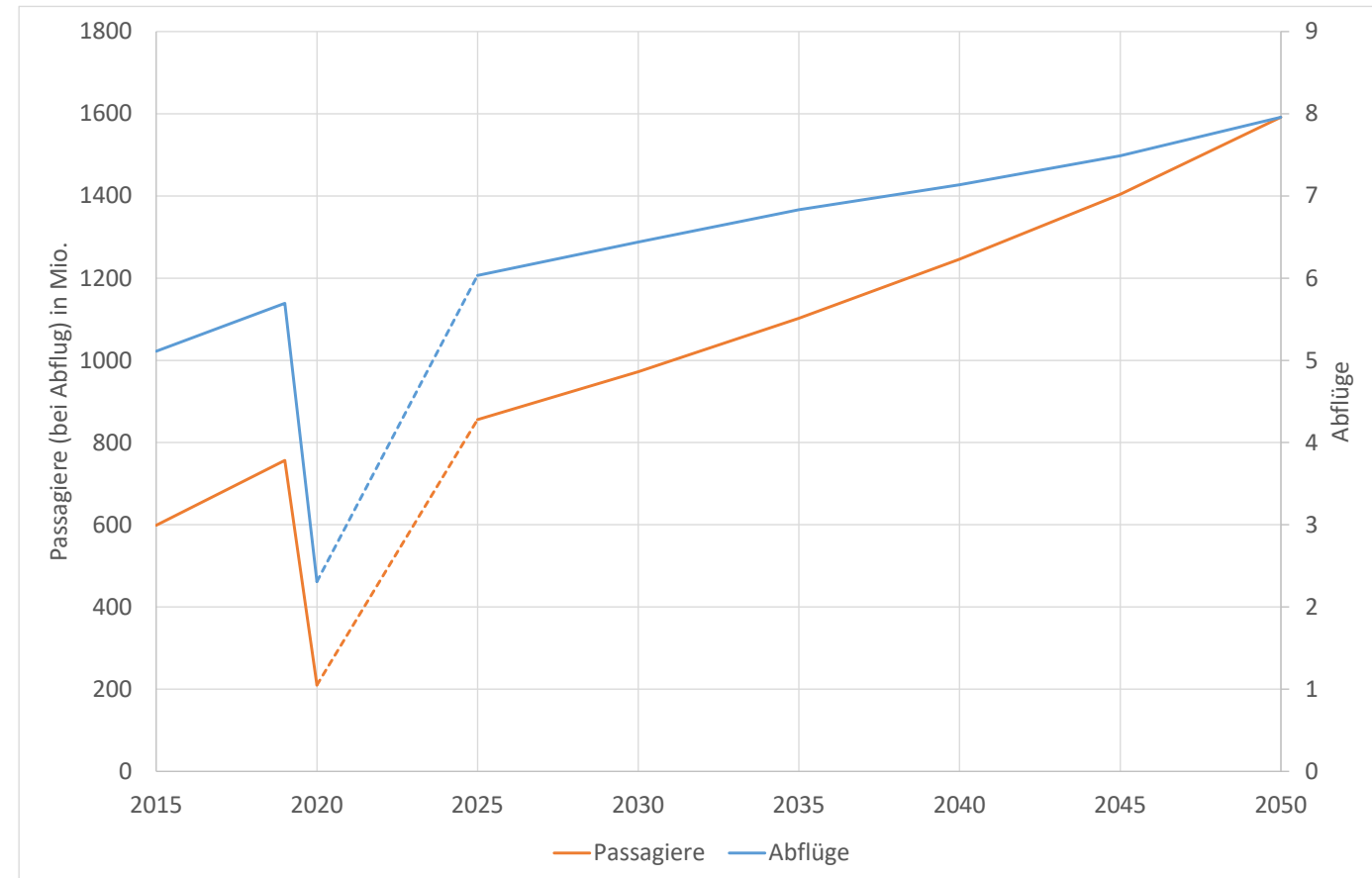
- Einsatz des mehrstufigen FW-Luftverkehrsprognosemodells zur Bestimmung des langfristigen Energiebedarfs im Luftverkehr
- Globale Prognose bis 2050 unter Berücksichtigung externer Rahmenbedingungen und Annahmen zu Entwicklungen im Luftverkehrssystem
- Granulare geografische Auflösung bis auf Ebene der Flughafenpaare
- Grundannahmen der BEniVer-Verkehrsprognose abgestimmt auf DEPA2050 (Development Pathways for Aviation up to 2050) – DLR-Langfristszenarien/Technologieroadmap (www.dlr.de/content/de/downloads/2021/dlr-studie-depa-2050.pdf)



Verkehrsentwicklung bis 2050

- Trotz kurzfristigem, heftigen Einbruch durch Corona ist mittel- und langfristiges Wachstum zu erwarten
- Realität überholt Arbeitshypothese der Corona-Auswirkungen (5-jährige Rechtsverschiebung der Nachfrageentwicklung)
- Anstieg der Passagiernachfrage > Anstieg der Flugbewegungen \Rightarrow durchschnittliche Flugzeuggröße steigt an
- DLR-Prognose geht von einem Wachstum der Passagierzahlen in der EU zwischen 2019 und 2050 von 2,4% p.a. aus und liegt damit in etwa in der Größenordnung der neusten Airbus-Prognose von 2021

Verkehrsprognose EU27 (Abflüge und Passagiere)



Technologieszenarien

Verkehrsprognose

Sustainable Aviation Fuels

- Drei verschiedene Technologieentwicklungen:
 - “Business-as-usual” – Eingefrorener Technologiestand von 2019
 - “Konservativ” – Flugzeugtechnologien entwickeln sich nur wenig weiter
 - “Progressiv” – Neue Flugzeugtechnologien mit hohen Effizienzsteigerungen
- Beimischung von SAF gemäß Kommissionsvorschlag ReFuelEU Aviation / Fit-for-55 (Stufenweiser Anstieg bis auf 63% SAF-Quote in 2050)

Wasserstoff

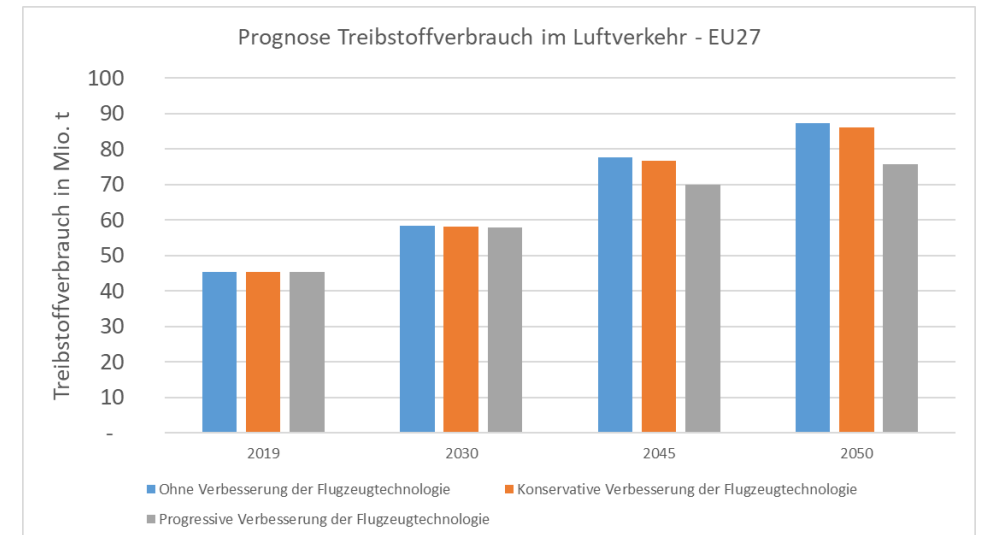
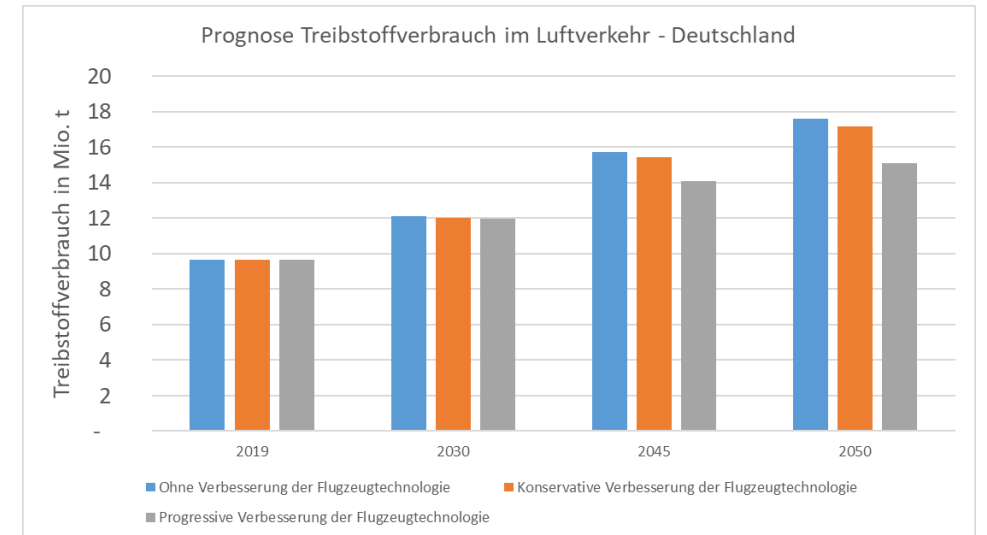
- Einführung von Wasserstoffflugzeugen (40-250 Sitze, 1850-2780km Reichweite) ab dem Jahr 2040
- Potentialanalyse: 100% Marktanteil der Wasserstoffflugzeuge für Ersetzung/Wachstum
- Konventionelle Flugzeuge entwickeln sich „progressiv“

Batterieelektrische Antriebe werden auch langfristig aufgrund der begrenzten Energiedichte und der Anforderungen im Luftverkehr (z.B. Reserven) nur in kleineren Flugzeugen und mit Range Extender (Gasturbine/Brennstoffzelle) erwartet



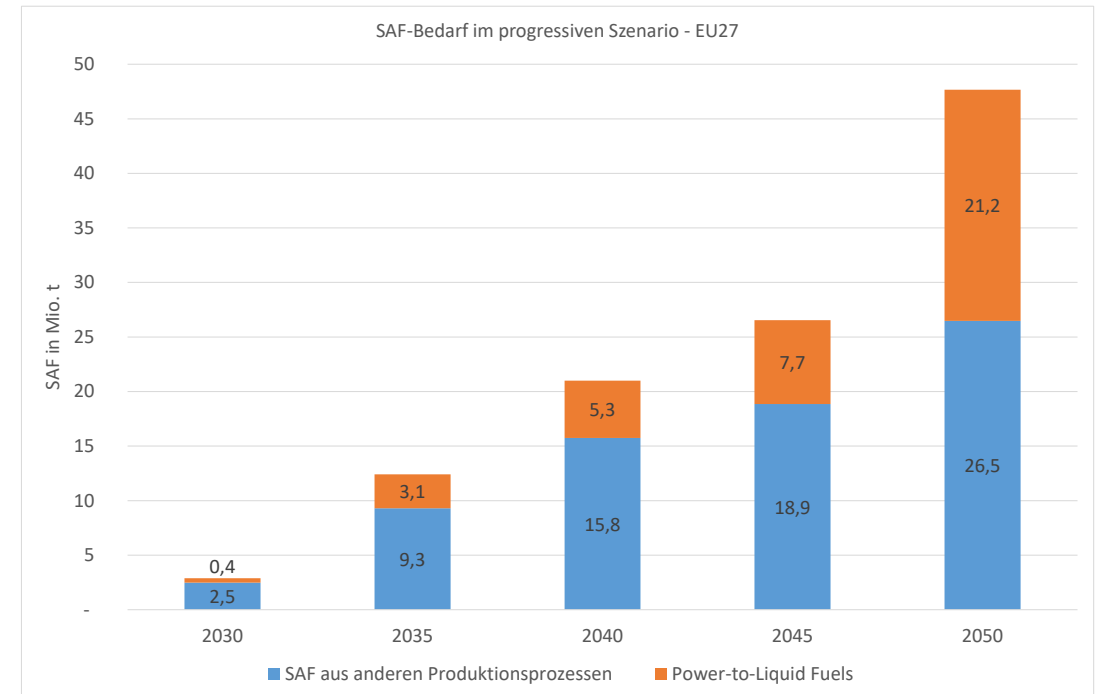
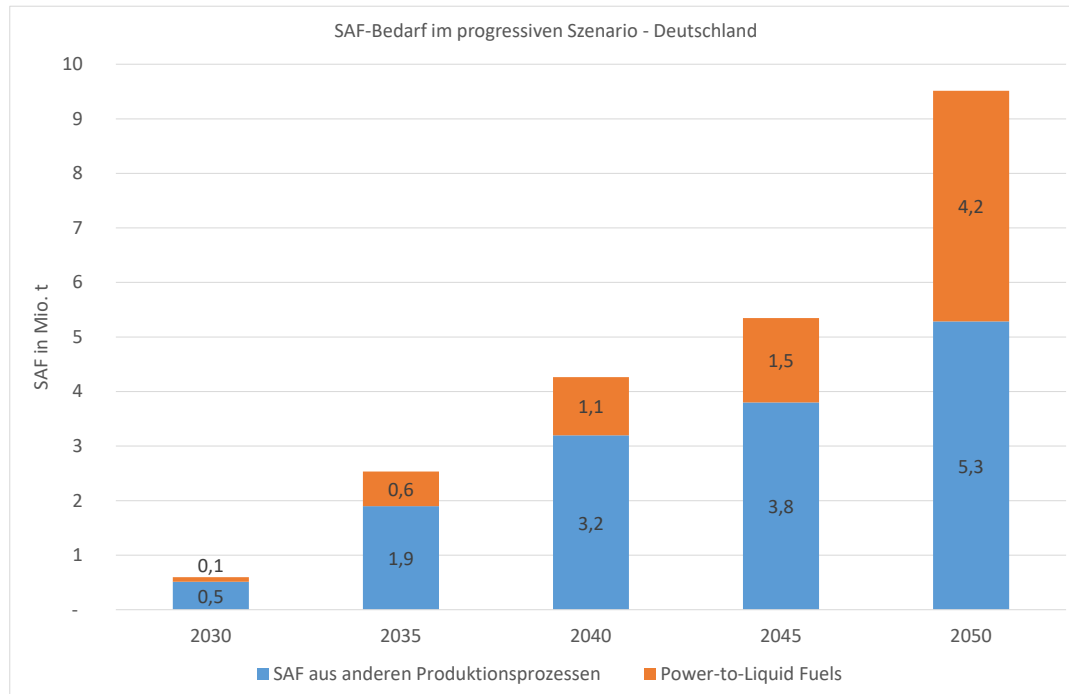
Energiebedarf im Sustainable Aviation Fuels-Szenario (I)

- Anstieg des Treibstoffverbrauchs im Luftverkehr:
 - Deutschland von 9,7 Mio. t im Jahr 2019 auf 15,1-17,6 Mio. t im Jahr 2050 (+56% bis +82% insgesamt / +1,5% bis +2,0% p.a.)
 - EU-27 von 45,2 Mio. t im Jahr 2019 auf 75,7-87,2 Mio. t im Jahr 2050 (+67% bis +93% insgesamt / +1,7% bis +2,1% p.a.)
- Selbst bei hoher Effizienzsteigerung (Flugzeuge, Triebwerke, operationelle Verfahren) steigt Treibstoffnachfrage langfristig an, d.h. Verkehrswachstum > Effizienzsteigerung



Energiebedarf im Sustainable Aviation Fuels-Szenario (II)

Bedarf an Sustainable Aviation Fuels in Deutschland und Europa im Kommissionsvorschlag ReFuelEU Aviation

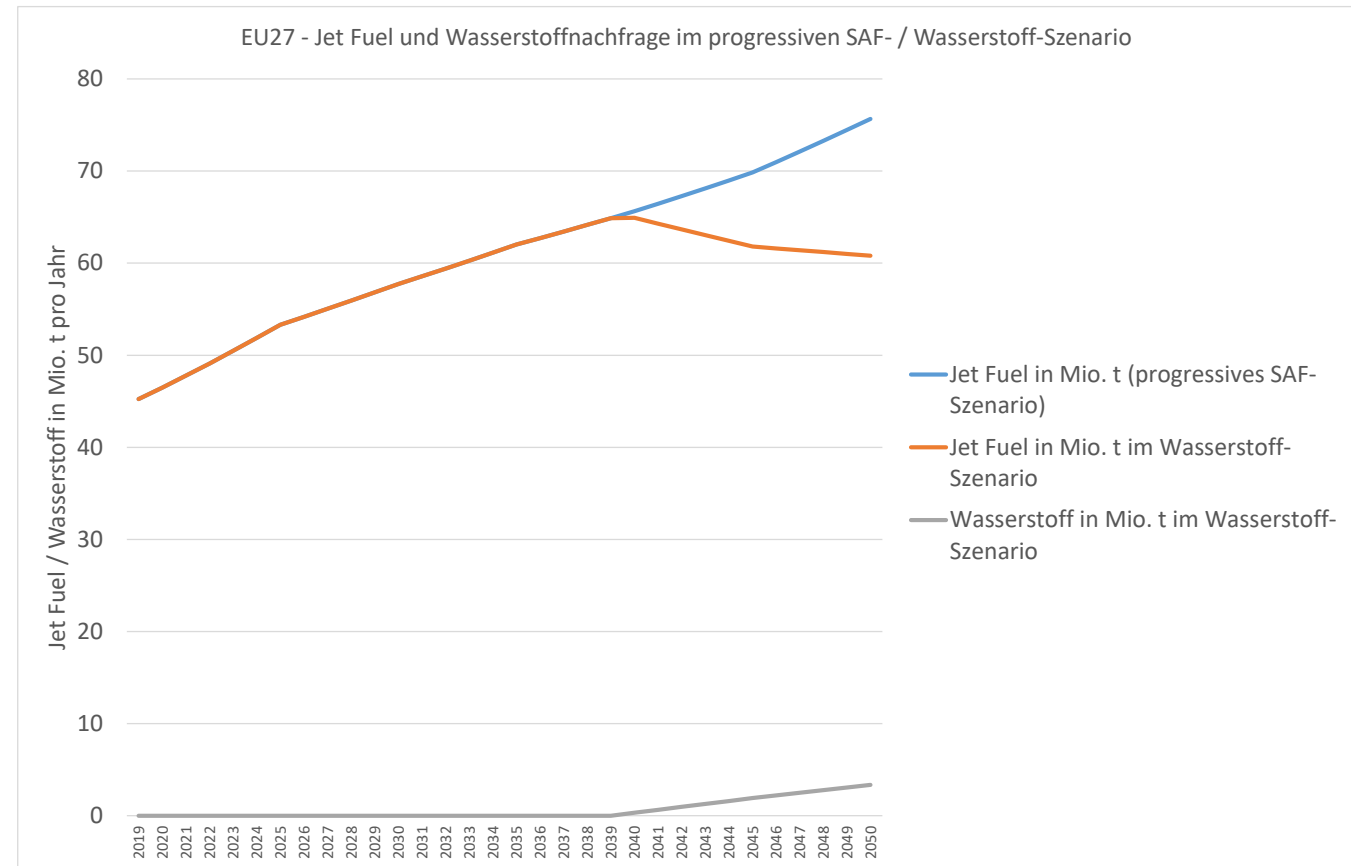


Bis zum Jahr 2050 entsteht ein Bedarf von etwa 10 Mio. t (Deutschland) bzw. 50 Mio. t (EU27) Sustainable Aviation Fuels.



Energiebedarf im Wasserstoff-Szenario (I)

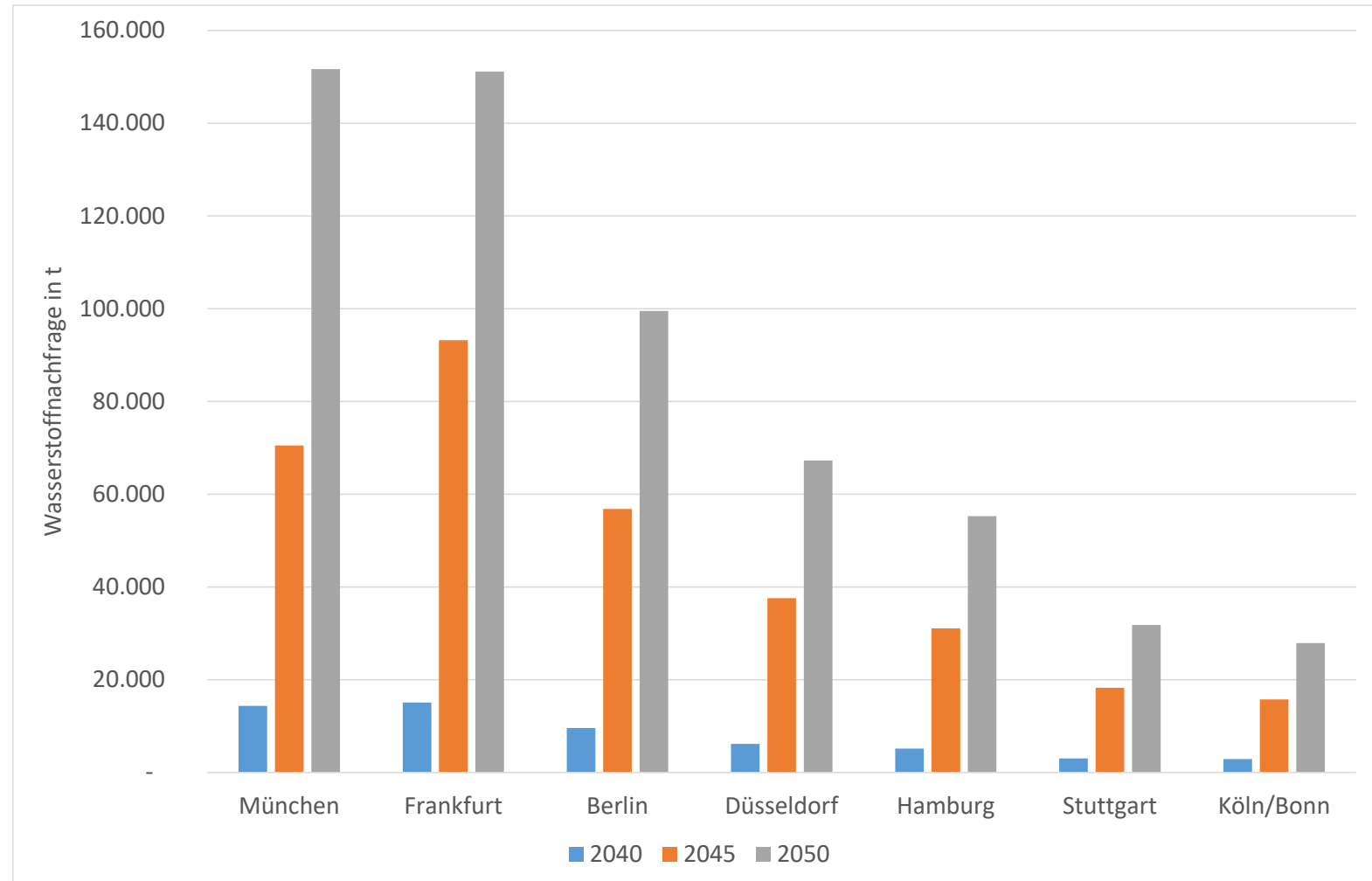
- Einführung der Wasserstoff-Flugzeuge führt zu einem Rückgang der Kerosin-Nachfrage im Jahr 2050 von 75,7 Mio. t auf 60,8 Mio. t im progressiven Szenario in der EU27
- Wasserstoffnachfrage im Luftverkehr in der EU27 ca. 3,3 Mio. t im Jahr 2050
- Anteil des Wasserstoffs am Energieverbrauch im Luftverkehr 2050: 13,4 % (bei gut 35% der Flüge!)
- Modellergebnis erheblich von Annahmen abhängig:
 - Indienststellung, Reichweite und Marktanteil der Wasserstoffflugzeuge
 - Außerdienststellung konventionelle Flugzeuge
 - Verfügbarkeit von Wasserstoff an Flughäfen (Annahme im Modell: vollständige Engpassfreiheit)



Energiebedarf im Wasserstoff-Szenario (II)

- Der Wasserstoffbedarf an deutschen Flughäfen kann im Jahr bis zu ca. 630.000 t betragen - zum Vergleich: heute werden etwa 1,7 Mio t. Wasserstoff in der Chemieindustrie verbraucht
- Nachfragepotential in Frankfurt und München (2050): jeweils ca. 150.000 t
- Herausforderungen (u.a.):
 - „Makro-Logistik“: Belieferung Flughäfen
 - „Mikro-Logistik“: Verteilung/ Betankung am Flughafen
 - Energiebedarf Wasserstoffverflüssigung

Potentielle Wasserstoffnachfrage an deutschen Flughäfen bis 2050



Fazit

- Verkehrswachstum wird auch nach Corona langfristig voraussichtlich größer als die Steigerung bei der Energieeffizienz sein ⇒ Steigender Energiebedarf im Luftverkehr
- Corona hat kurzfristig zur Modernisierung der Flugzeugflotten beigetragen (beschleunigte Außerdienststellung älterer Flugzeuge) – dies wird jedoch langfristig nur geringe Auswirkungen haben
- Hoher Bedarf an SAF aufgrund politischer Vorgaben erwartbar – bis zu ca. 50 Mio. t im Jahr 2050 über alle Produktionspfade in der EU27
- Wasserstoff wird mit 13,4 % unter günstigen Annahmen nur einen verhältnismäßig geringen Anteil am Energiebedarf im Luftverkehr decken können
- Langfristig sind kohlenwasserstoffbasierte Treibstoffe unabdingbar – insbesondere für den Langstreckenluftverkehr – heute entfallen etwa 50% des Energieverbrauchs auf Flüge >3000km



Annex

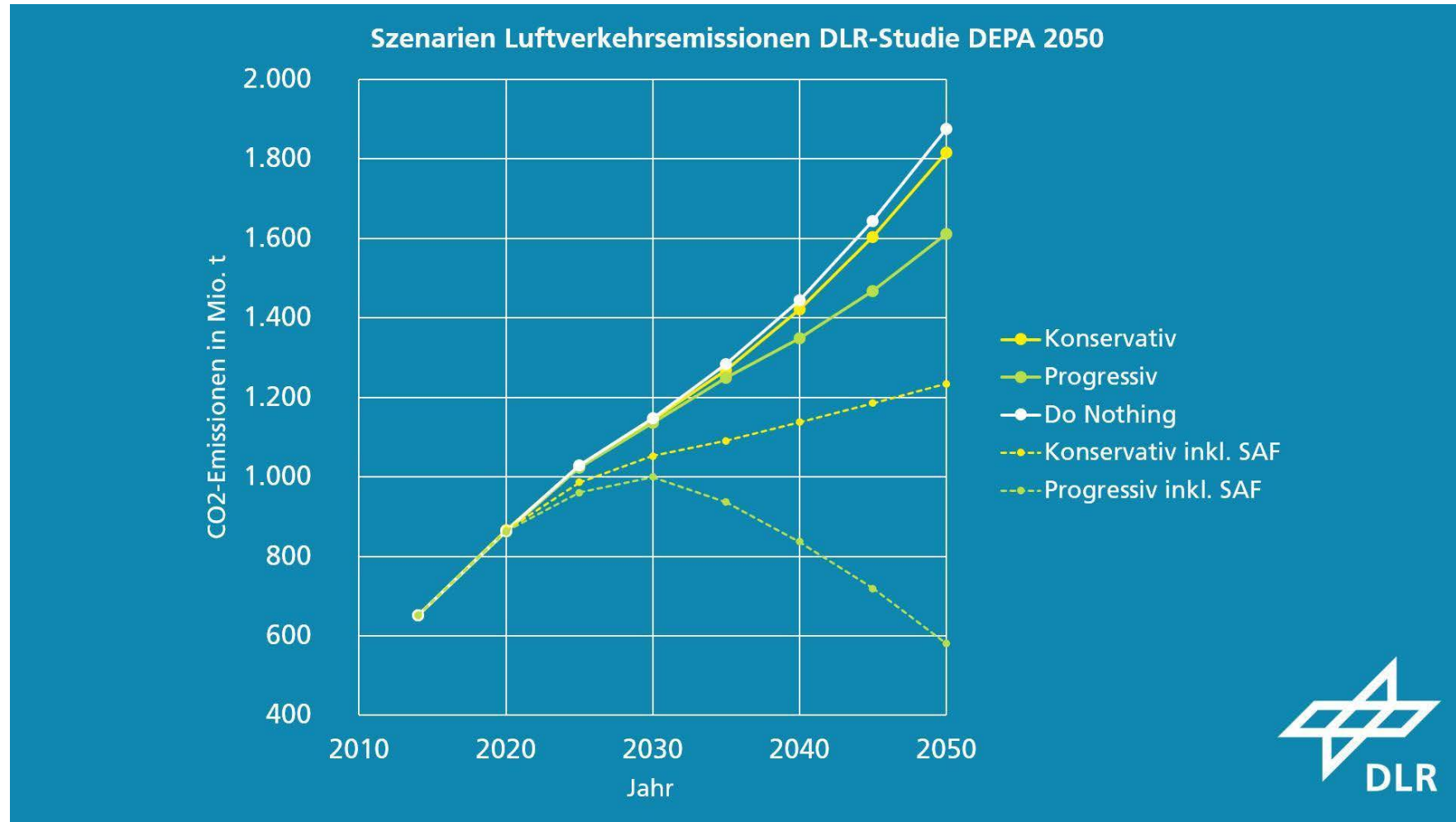


Treibstoffverbrauch/CO₂-Emissionen im Luftverkehr nach Flugzeuggröße/Flugdistanz

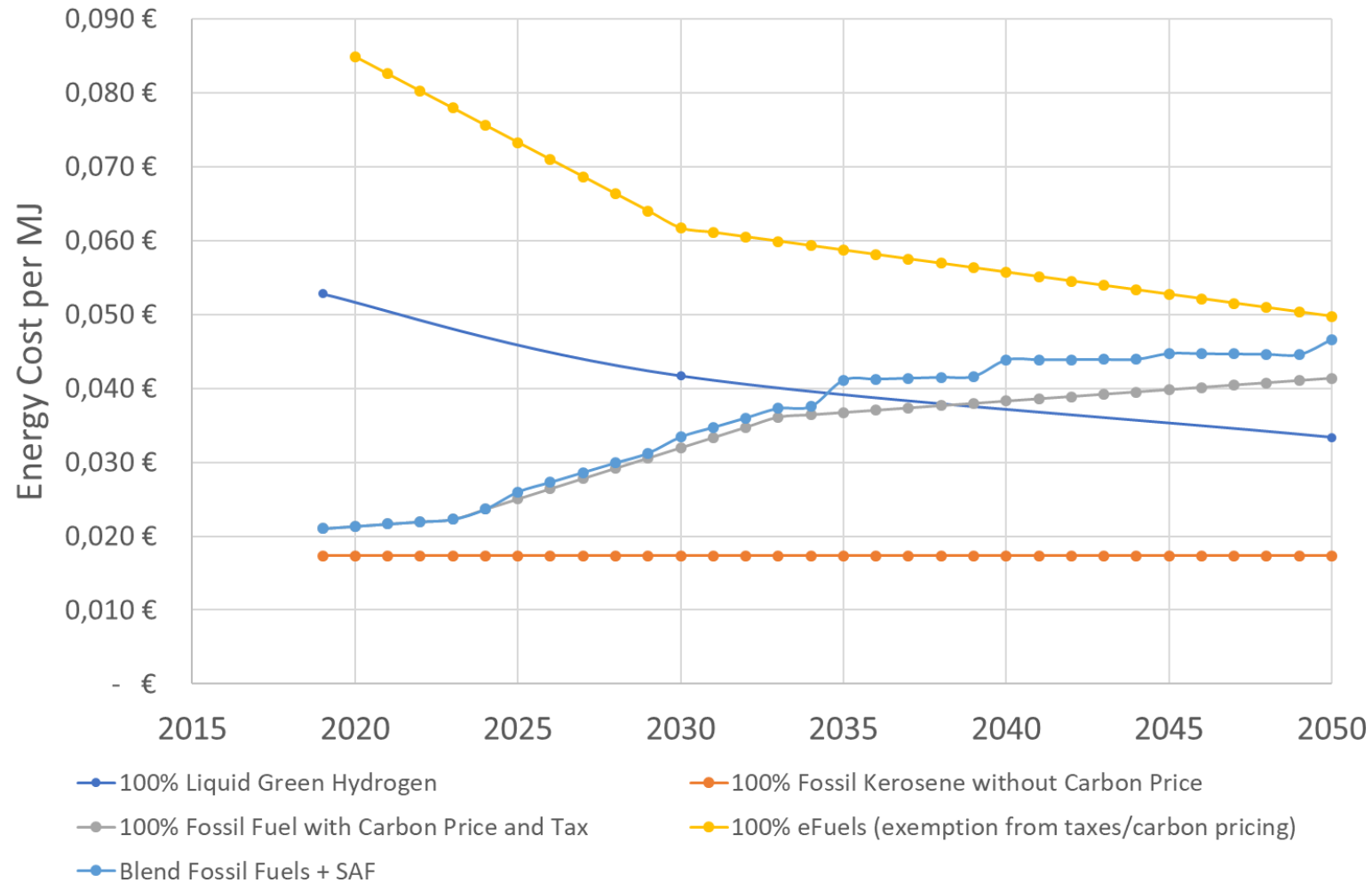
Nur 5% aller Flüge haben eine Flugstrecke > 3000km – auf diese Flüge entfallen jedoch 49% der CO₂-Emissionen



Globale Emissionsentwicklung im Luftverkehr bis zum Jahr 2050



Erwartungen der Preisentwicklung für Energieträger im Luftverkehr bis zum Jahr 2050



SAF-Nachfrage in der EU27 und die Verfügbarkeit von SAF aus Biomasse bis zum Jahr 2050

