

# DEKARBONISIERUNG DES LUFTVERKEHRS

2021 © Globe 1850-2018 Graphics and lead scientist: Ed Hawkins  
Data: Berkeley Earth, NOAA, UK Met Office, MeteoSwiss, DWD

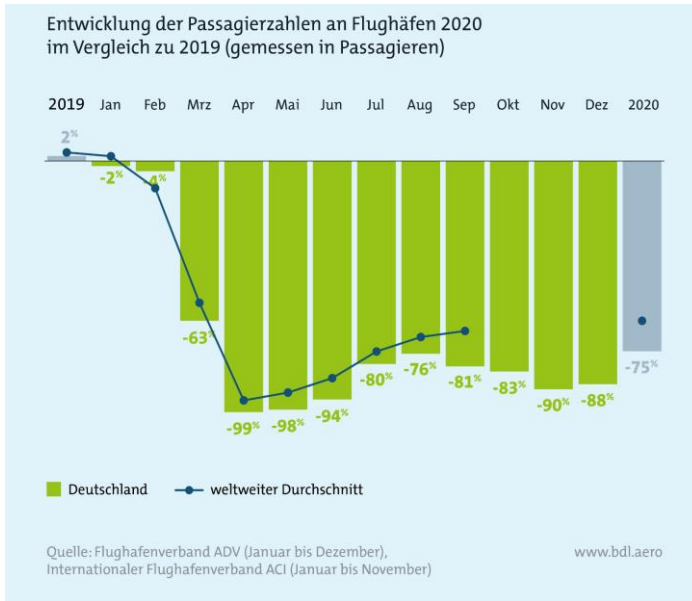
CENA Hessen  
Centre of Competence for Climate, Environment  
and Noise Protection in Aviation

**Dr. Alexander Zschocke**

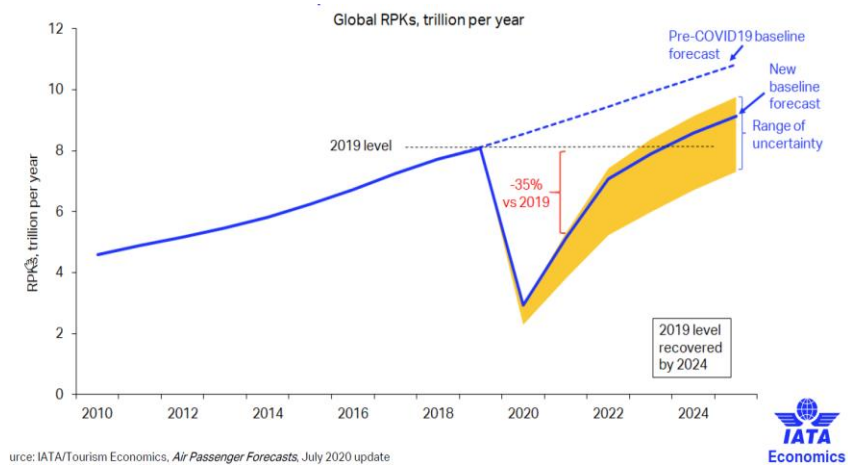
Online-Workshop: Materialinnovation für die Dekarbonisierung des Verkehrs

2.3.2021

# TROTZ DRASTISCHEM CORONABEDINGTEN EINBRUCH LANGFRISTIG WEITER STARKES WACHSTUM DES LUFTVERKEHRS



## Prognose der Passagierentwicklung bis 2024



- Die aktuelle Krise verdeckt die CO2-Problematik der Luftfahrt
- Lösungen zur Dekarbonisierung sind weiterhin dringend erforderlich

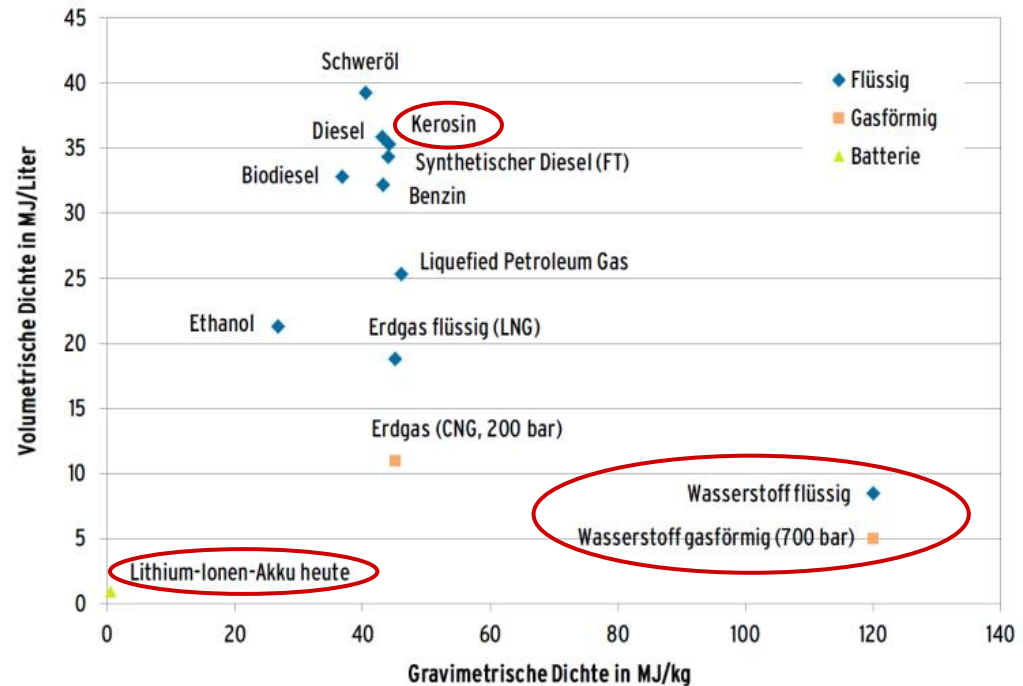
# ELEKTROMOBILITÄT UND WASSERSTOFF SIND AUCH MITTELFRISTIG KEINE ALTERNATIVEN ZUM KEROSIN

## Elektroantrieb

- Geringe Energiedichte (z. Zt. nur ca. 2 % der von Kerosin)
- Hybridantrieb für kleinere Verkehrsflugzeuge bis 2050 machbar, aber immer noch abhängig von Kerosin

## Wasserstoff

- Gute Energiedichte pro Kilogramm, aber schlechte Energiedichte pro Liter
- Energiebedarf für Verflüssigung rund 33%, bei Kompression rund 15% Energiebedarf + Mehrgewicht Druckbehälter
- Völlig andere, wesentlich größere Flugzeuge erforderlich



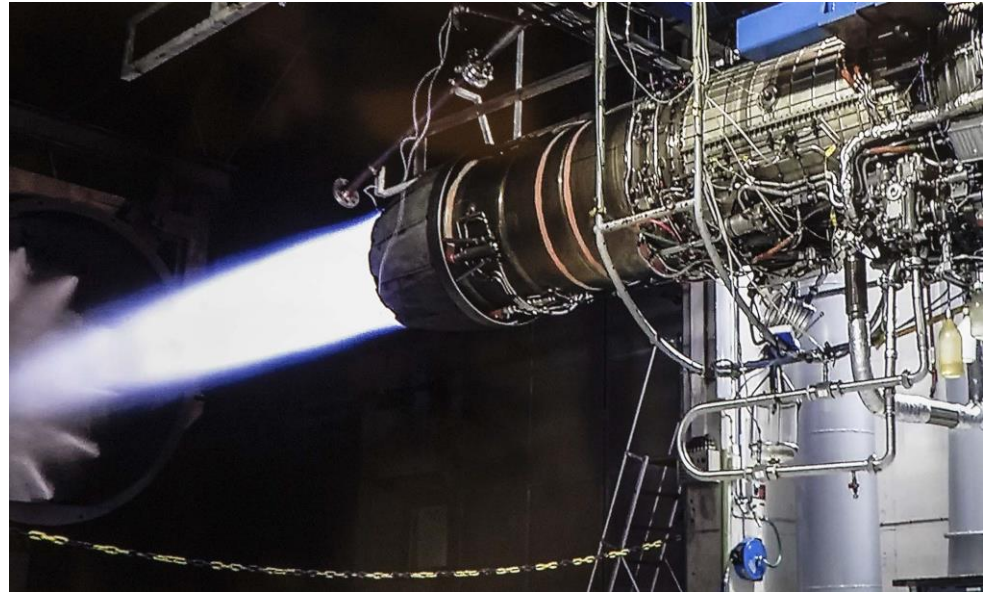
Quelle der Grafik: Umwelt-Bundesamt, Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung

- Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes nur "netto" durch regenerativen, d.h. CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoff
- CO<sub>2</sub>-Kreislauf durch Biokerosin, PtL möglich – Sustainable Aviation Fuel (SAF)

# EIGNUNG VON SAF IM FLUGZEUG MITTLERWEILE ETABLIERT

Arbeit der zurückliegenden 20 Jahre konzentrierte sich auf Entwicklung und Zulassung von Herstellungsverfahren

- 2009 Zulassung von FT-Kerosin (Prozessbeginn 2000)
- 2011 Zulassung von HEFA-Kerosin
- 2014 Zulassung von SIP
- 2015 Zulassung von ATJ aus Isobutanol
- 2018 Zulassung von ATJ aus Ethanol  
Zulassung des Co-processing von Pflanzenölen
- 2020 Zulassung von CHJ  
Zulassung von HC-HEFA  
Zulassung des FT-Co-processing



Quelle: FMV, Pressemeldung über Ergebnisse der Triebwerksprüfläufe mit ATJ-SAK von Swedish Biofuels

- **Zulassung von Produktionsverfahren ist weiterhin Arbeitsgebiet, aber mittlerweile grundsätzlich beherrscht**
- **Produktionsverfahren selber durch Materialinnovationen verbesserbar**
- **Schwerpunkt verlagert sich auf Herkunft des Feedstocks**

# ZWEI VERSCHIEDENE ARTEN VON SAF

## Sustainable Aviation Fuels (SAF)

### Kerosin aus Biomasse und Abfällen

- Aktuell meist aus Anbaubiomasse
- Zunehmend aus Reststoffen (z.B. Stroh) oder aus Abfällen (z.B. Haushaltsabfälle)
- Preis 2 bis 3-faches des Preises von fossilem Kerosin
- Teilweise bereits etablierte Prozesse und existierende rechtliche Regelungen
- Produktionskapazität vorhanden oder kurzfristig aufbaubar
- Verfügbare Flächen für Anbaubiomasse weltweit begrenzt; ILUC-Probleme
- Abfälle und Reststoffe sehr nachhaltig, aber ebenfalls begrenzt

### PtL-Kerosin und verwandte Prozesse

- Erzeugung aus Wasser, CO<sub>2</sub> und Energie
- Energiequelle bei PtL (Power-to-Liquid) elektrischer Strom, bei StL (Solar-to-Liquid) Erwärmung durch Sonneneinstrahlung
- CO<sub>2</sub> aus Industriabgasen, Biogaserzeugung oder direkt aus Atmosphäre
- Junge Technologie, z. Zt. nur Test- oder Demoanlagen
- Herstellungskosten aktuell 10-mal so hoch wie bei fossilem Kerosin
- Flächenbedarf nur ein Bruchteil der Fläche für Anbaubiomasse
- Kann potentiell gesamten Bedarf der Luftfahrt decken

- **Biokerosin bereits jetzt verfügbar, aber Biomassebereitstellung nur begrenzt ausbaubar**
- **PtL-Verfahren teuer und nicht vor Mitte des Jahrzehnts in relevanten Mengen verfügbar, aber besseres Expansionspotential**
- **Raum für Materialinnovationen beim Konversionsprozess (Biomasse, Synthesegas), bei der Elektrolyse und beim StL-Prozess**