

Hamburg
20.06.2019

Wasserstoff in der Luftfahrt

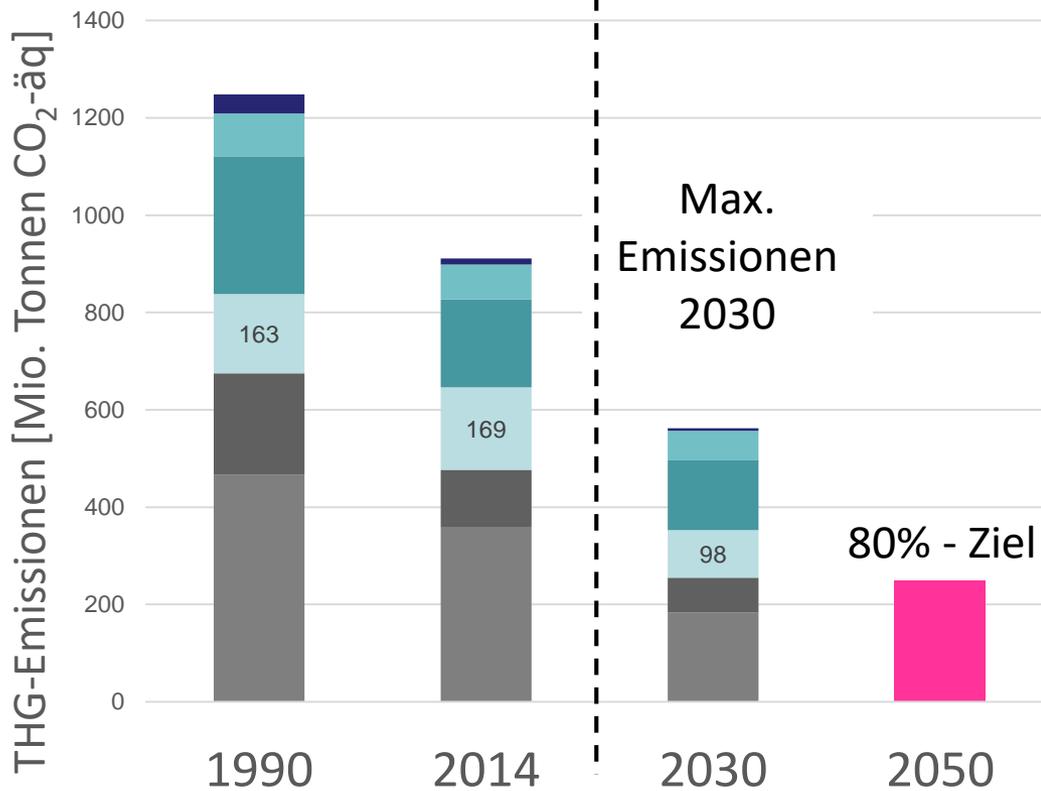
– synthetisches Kerosin made in Norddeutschland –

Fabian von Gleich (Airbus)
Ulf Neuling und Martin Kaltschmitt (TUHH)



1. Warum brauchen wir überhaupt synthetischen Kraftstoff?
2. Warum synthetischer Kraftstoff (Kerosin) für die Luftfahrt?
3. Wie kann man synthetischen Kraftstoff erzeugen?
4. Warum synthetischer Kraftstoff aus Norddeutschland?
5. Was sind die nächsten Schritte?

CO₂-äq-Emissionen in Deutschland



Differenz einzelner Sektoren im Vergl. zu 1990

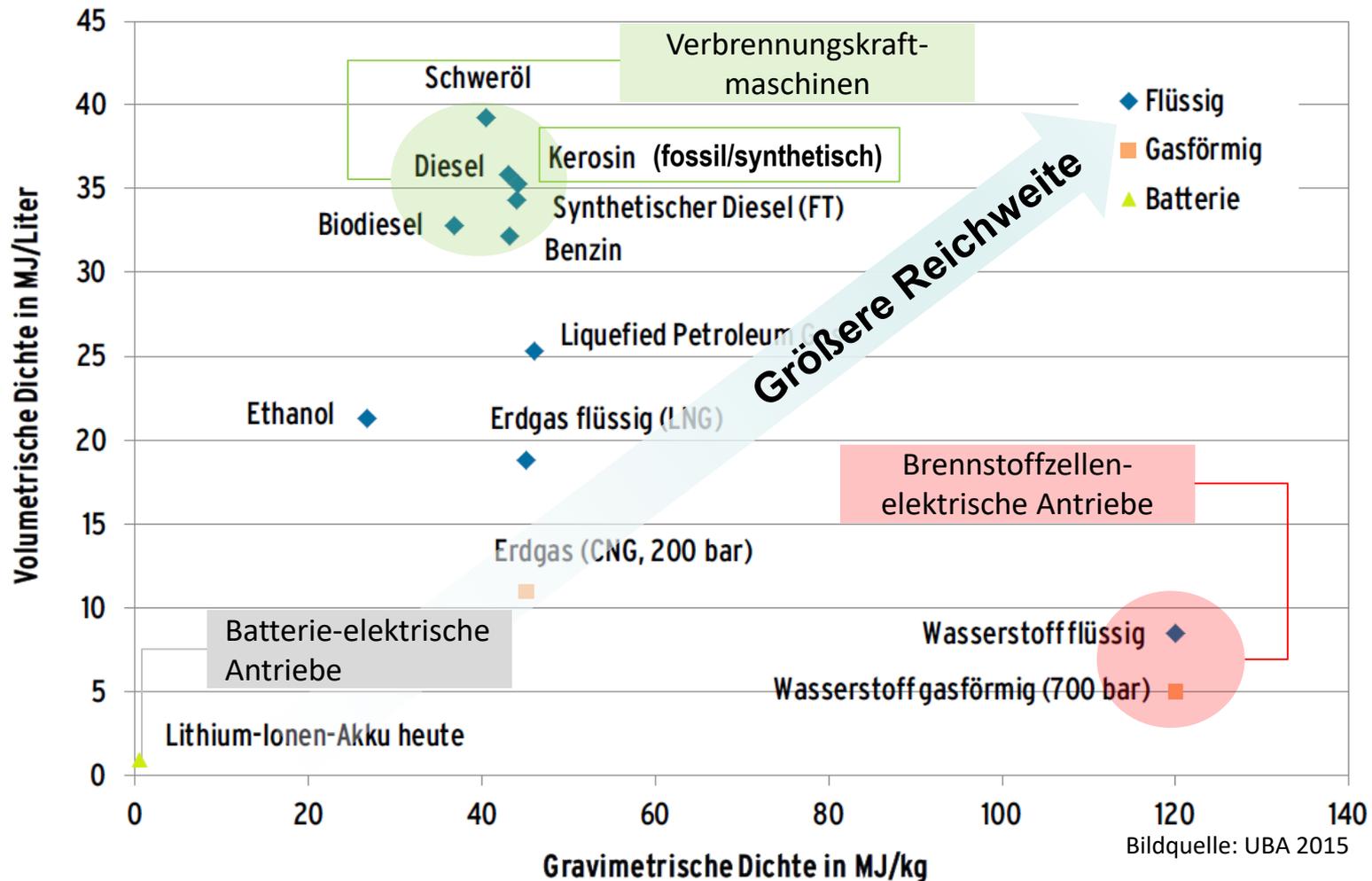
	2014	2030	
		min	max
Energiew.	-23,2%	-61%	-62%
Gebäude	-43,1%	-66%	-67%
Verkehr	+3,7%	-40%	-42%
Industrie	-36,0%	-49%	-51%
Landw.	-18,2%	-31%	-34%
Sonstige	-69,2%	-87%	-87%

■ Energiewirtschaft ■ Gebäude ■ Verkehr ■ Industrie ■ Landwirtschaft ■ Sonstige

➔ Das Verkehrssektor hat einen Aufholbedarf bei der CO₂ Reduktion

Quelle: Klimaschutzplan 2050

Energieträger und mögliche Antriebssysteme



➔ Synthetisches Kerosin kann wie fossiles Kerosin eingesetzt werden (Drop-in)

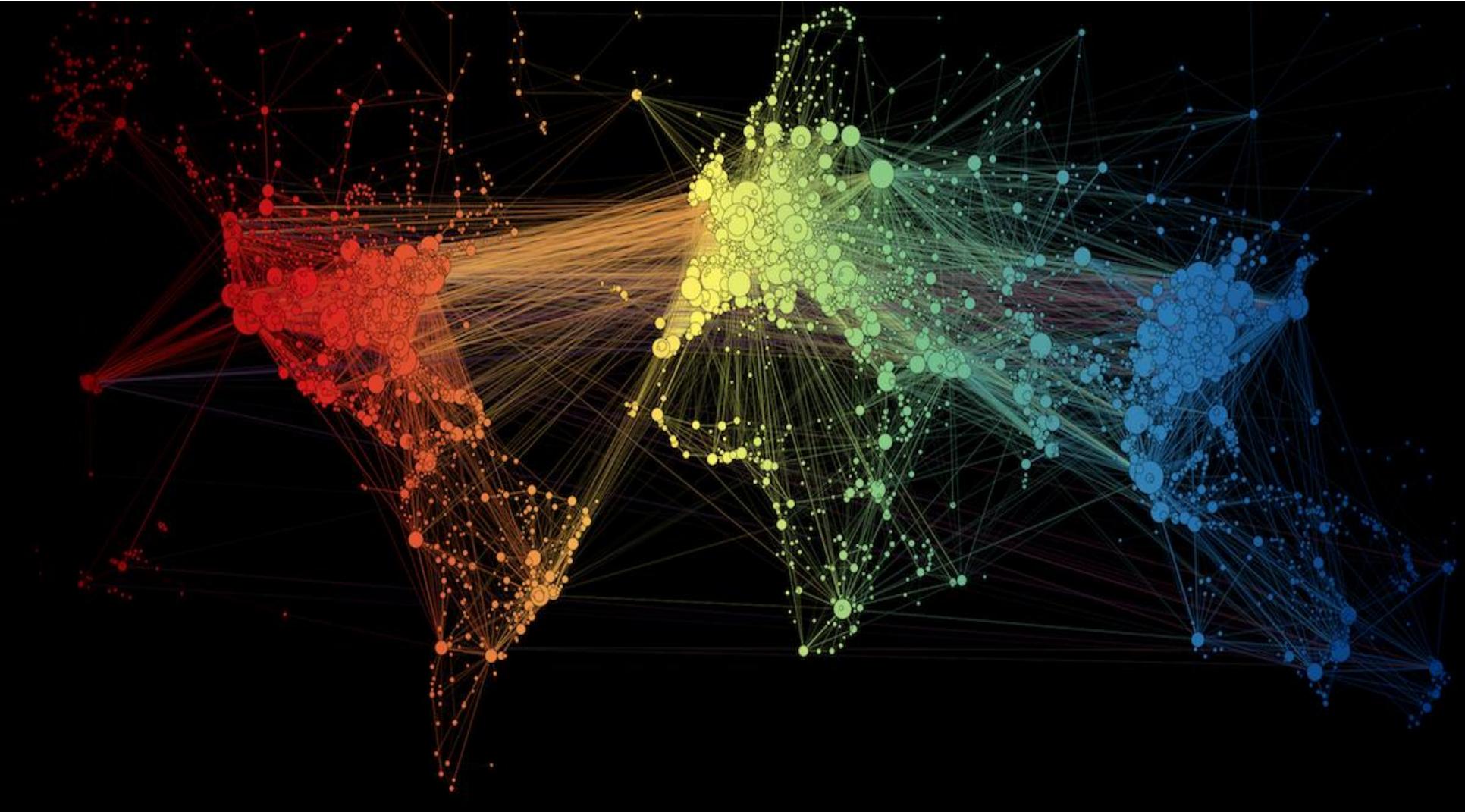
Luftfahrt ist eine Triebfeder der Weltwirtschaft

THE
FIVE

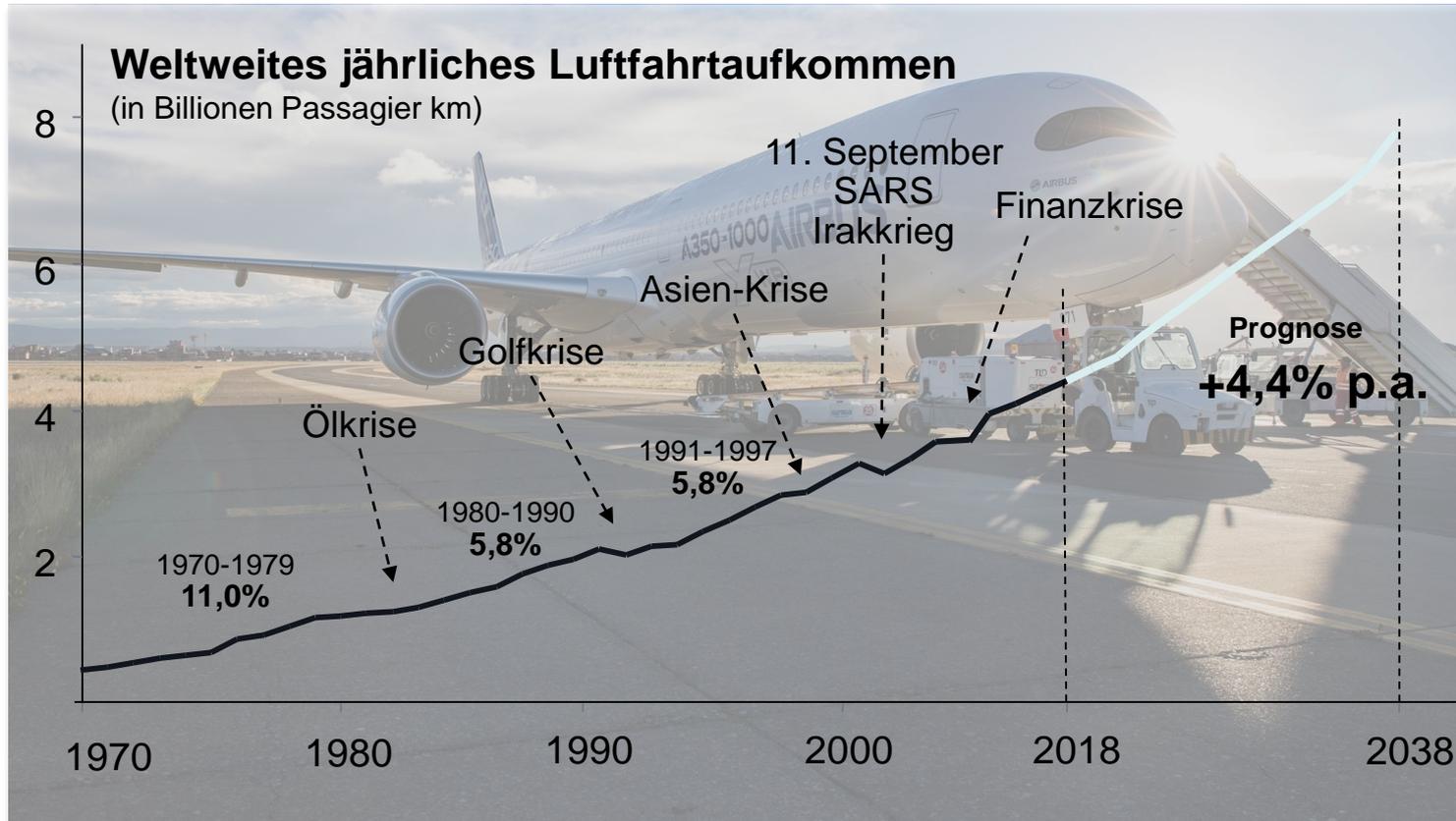
AIRBUS



- **3,6** Milliarden Passagiere
- **62,7** Millionen Arbeitsplätze
- **51,2** Millionen Tonnen Fracht
- **\$2,7** Billionen zum Welt-BIP pro Jahr



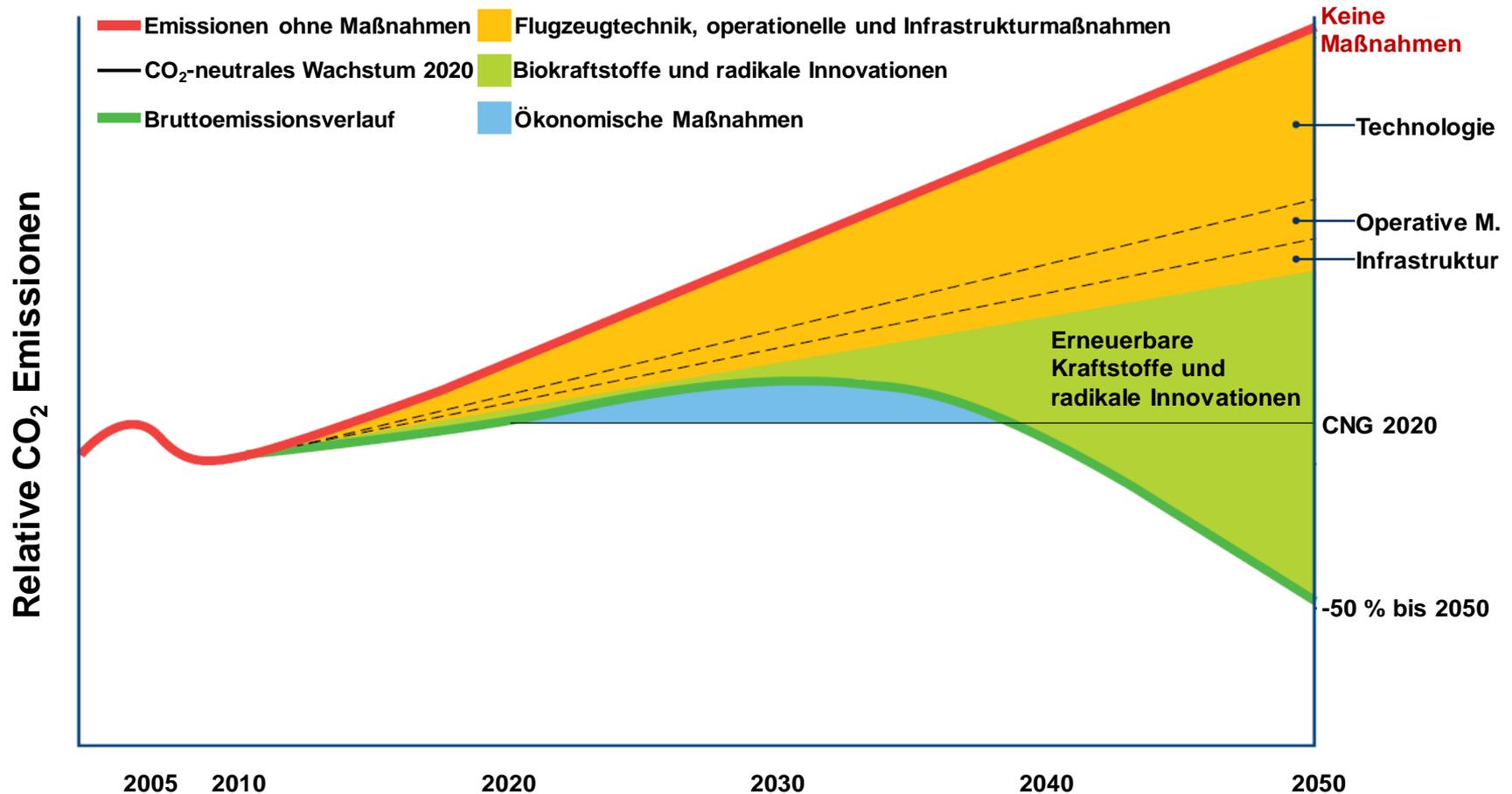
Wachstum des Luftverkehrs geht weiter



- **Luftverkehr verdoppelt sich alle 15 Jahre**
- Bedarf an **36.560** neuen Flugzeugen bis 2038.
- Marktwert von **\$5,8 Billionen**

➔ Ohne Innovationen würden die CO₂-Emissionen proportional steigen!

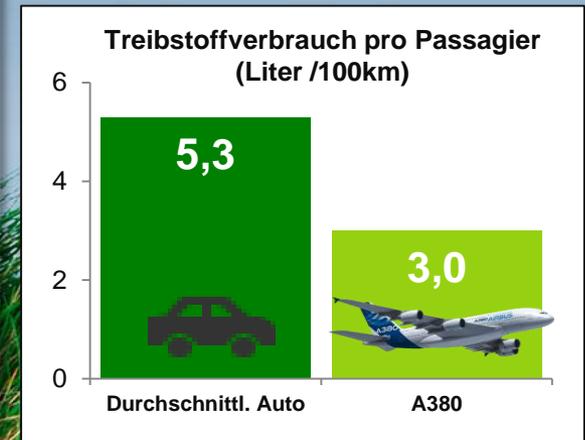
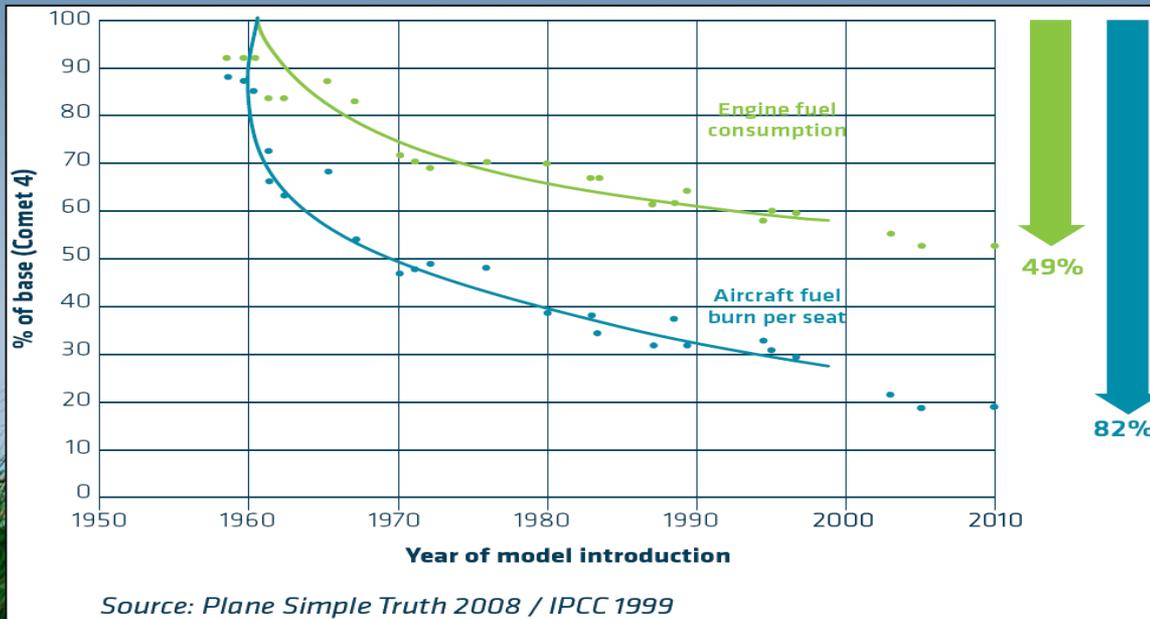
Ziel: Keine Steigerung der CO₂ Emissionen in der Luftfahrt



➔ Nur ein Mix aus unterschiedlichen Maßnahmen kann zum Ziel führen!

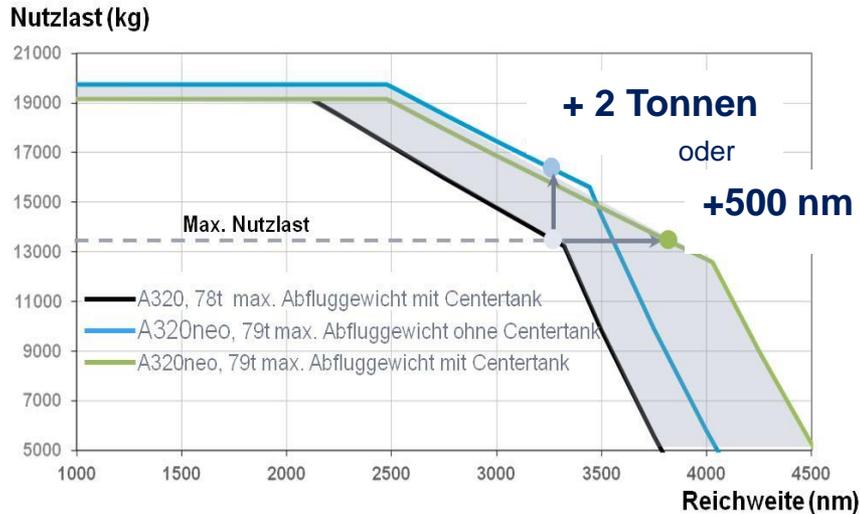
Quelle: IATA 2013

Bisherige Steigerung der Öko-Effizienz in der Luftfahrt



➔ Bisherige Maßnahmen haben viel erreicht, weitere Verbesserungen brauchen Kreativität und große Anstrengungen!

Erhöhung der Nutzlast oder Reichweite



Neue Maßstäbe in der Öko-Effizienz

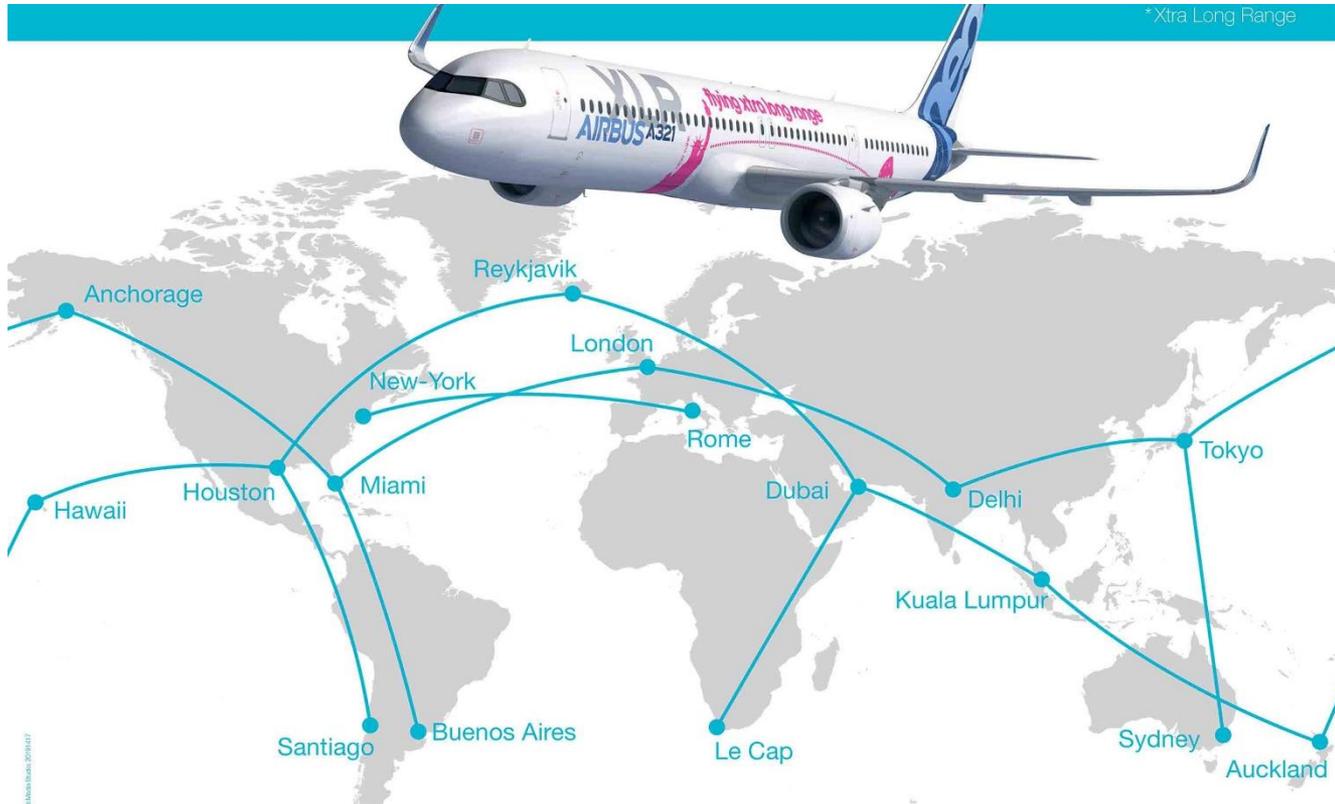


- 20% **Kraftstoffverbrauch**
- 15% **CO2 Emissionen**,
das entspricht 5.000 Tonnen
pro Jahr pro Flugzeug



➔ Die A320 NEO leistet bereits heute einen Beitrag zur Emissionsreduktion

Zukünftige Maßnahmen: A321 – XLR (ab 2023)



Was ist ein A321XLR?

MTOW
101t

Rear Tank & optional additional Tank

Sitzplatzkapazität

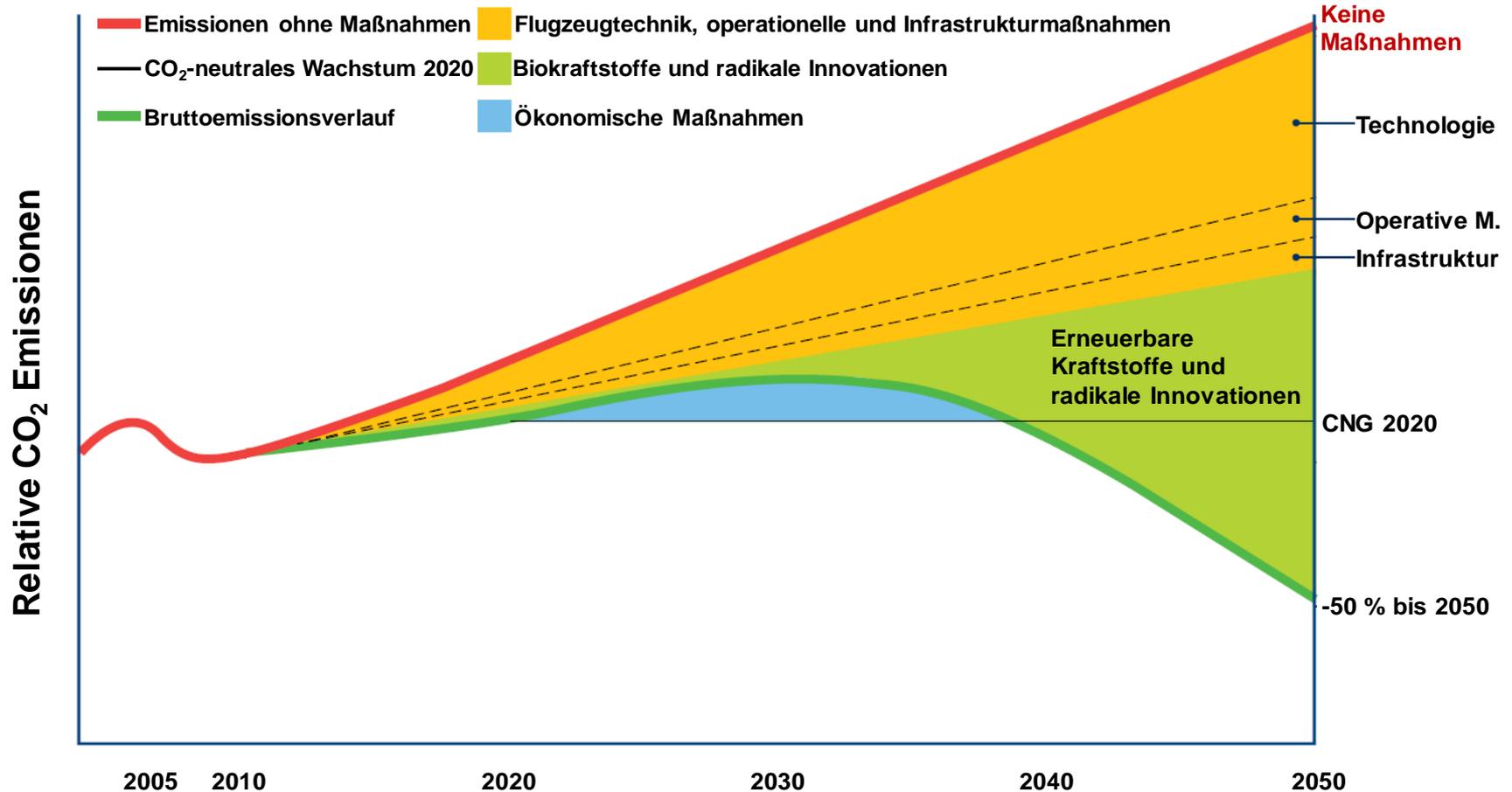
180 - 220



➔ Die A321 - XLR wird 30% weniger Kerosin verbrauchen *)

*) im Vergleich zu einem vom Wettbewerb vormals produzierten Flugzeugtyp

Ziel: Keine Steigerung der CO₂ Emissionen

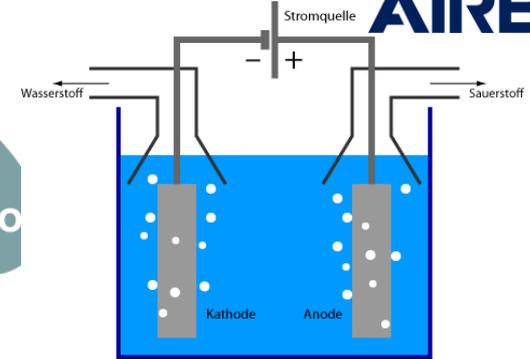
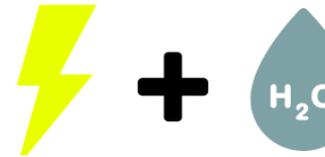


→ Synthetische Kraftstoffe können einen Beitrag leisten, die Lücke zu schließen!

Quelle: IATA 2013

Wie wird aus Wasserstoff synthetischer Kraftstoff ?

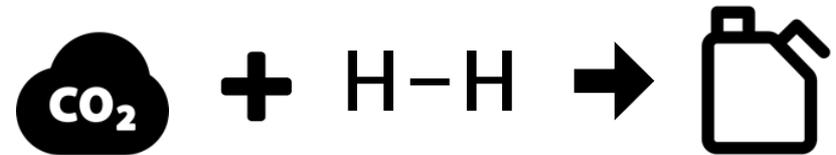
Elektrische Energie wird
in gasförmigem Wasserstoff
gespeichert



Gasförmiger Wasserstoff kann
direkt als Energieträger
eingesetzt werden ...

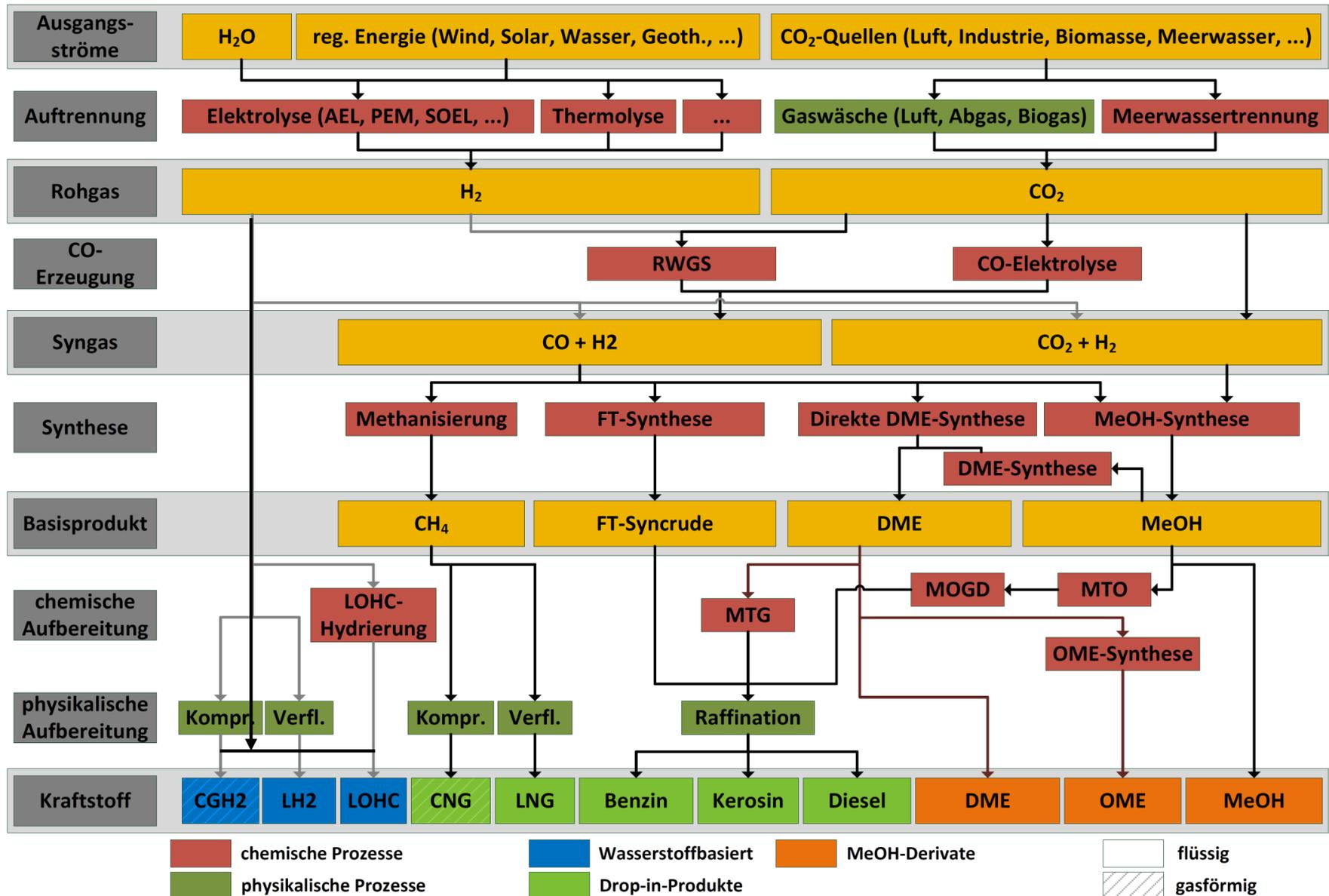


... oder mit Kohlenstoffdioxid
zu einem anderen gasförmigen
oder flüssigen Kraftstoff weiter
verarbeitet werden

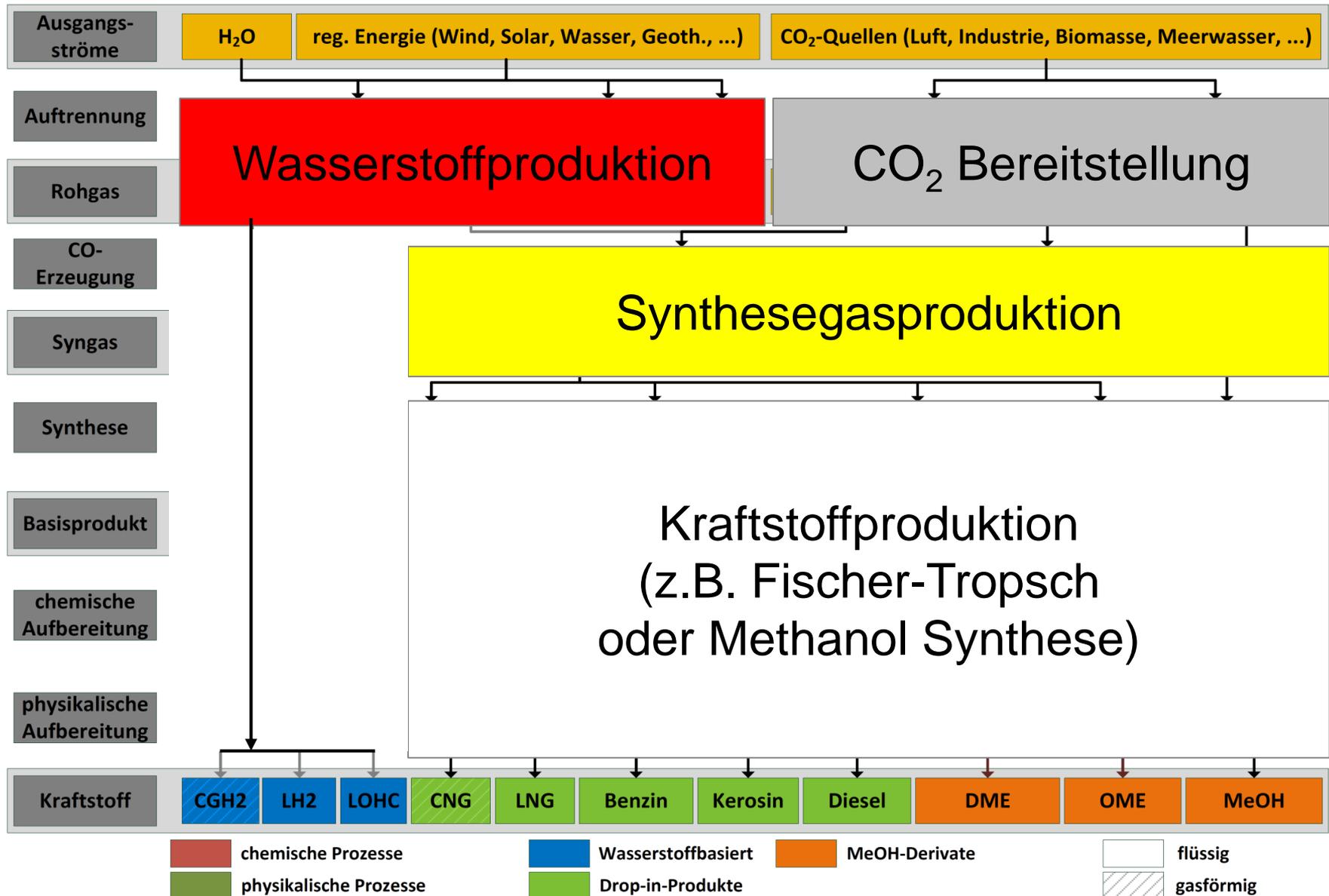


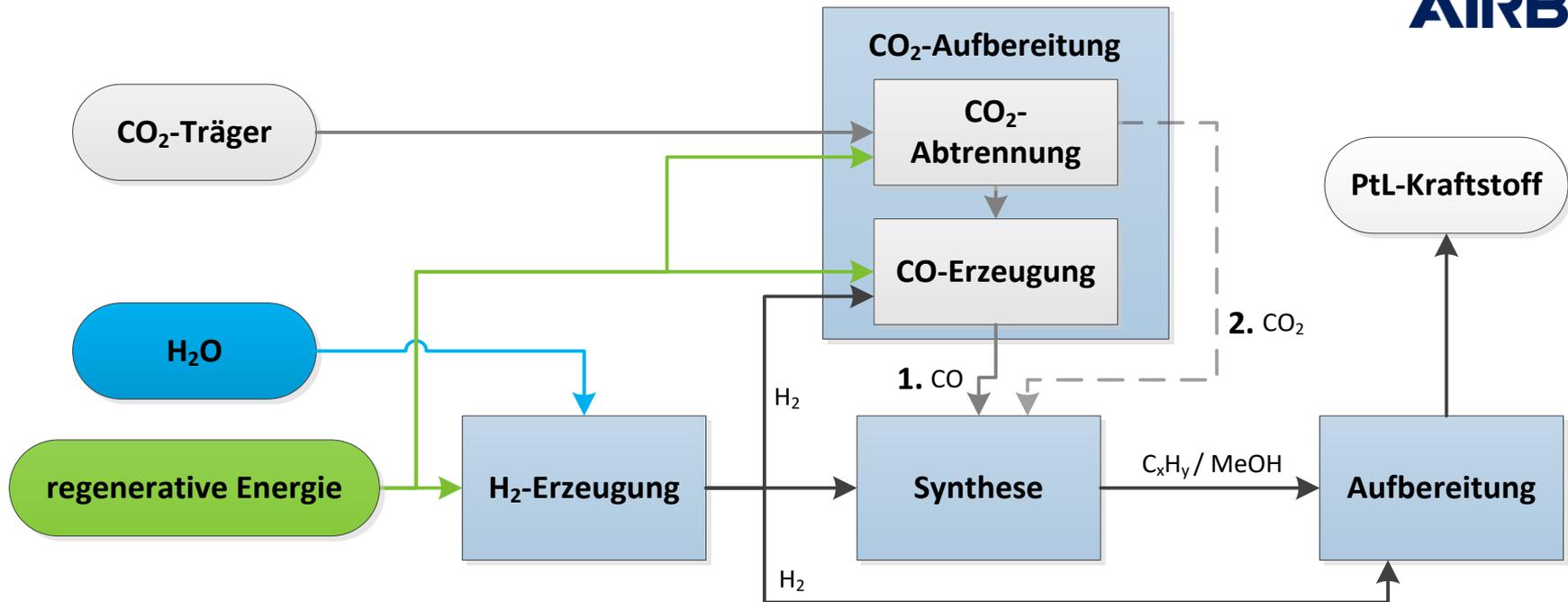
Wird ein Gas erzeugt: Power-to-Gas (PtG)
Wird eine Flüssigkeit erzeugt: Power-to-liquid (PtL)

PtG und PtL Prozesse



PtG und PtL Prozesse (vereinfacht)





Synthese heißt hierbei:

- Fischer-Tropsch Synthese mit anschließendem Hydroprocessing
- Methanol Synthese mit anschließendem Methanol-to-Olefins bzw. Alcohol-to-Jet Prozess

Fischer-Tropsch Synthese und Hydroprocessing

Nutzung im Flugzeug

- Speicherung in herkömmlichen Flüssigkraftstofftanks
- **Einsatz in regulären Triebwerken ist zugelassen**

Technische Reife

- Erzeugung: Komplexe Verfahrenstechnik, insbesondere Kombination Elektrolyse/RWGS mit Fischer-Tropsch Synthese
- **Gesamtprozess befindet sich im Demonstrationsmaßstab**
- Infrastruktur/Flugzeuge: **Vollständig kompatibel** mit bereits existierender Infrastruktur und vorhandenen Flugzeugen

Methanol Synthese und Weiterverarbeitung zu Kerosin

Nutzung im Flugzeug

- Speicherung in herkömmlichen Flüssigkraftstofftanks
- Einsatz in herkömmlichen Triebwerken theoretisch möglich, **jedoch derzeit noch nicht zugelassen**

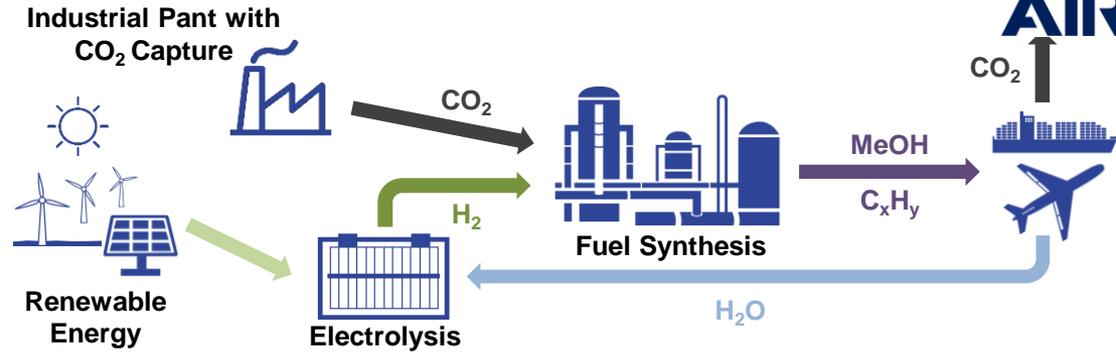
Technische Reife

- Erzeugung: bekannte Verfahrenstechnik, **jedoch noch keine Umsetzung der gesamten Prozesskette**
- Infrastruktur/Flugzeuge: **Theoretisch** vollständig **kompatibel** mit bereits existierender Infrastruktur und vorhandenen Flugzeugen, wegen fehlender Zulassung jedoch noch nicht umgesetzt

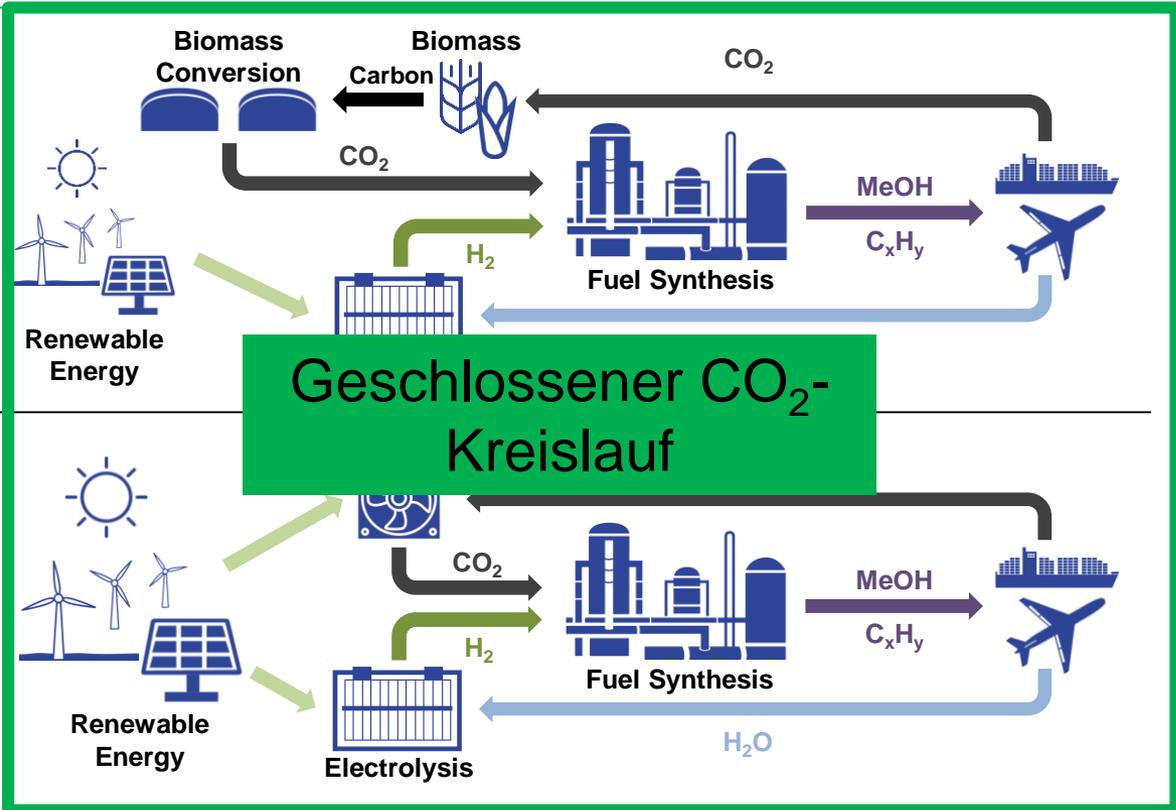
➔ Fischer-Tropsch Verfahren wird für eine zeitnahe Umsetzung präferiert

CO₂-Quellen für Flüssige Kraftstoffe

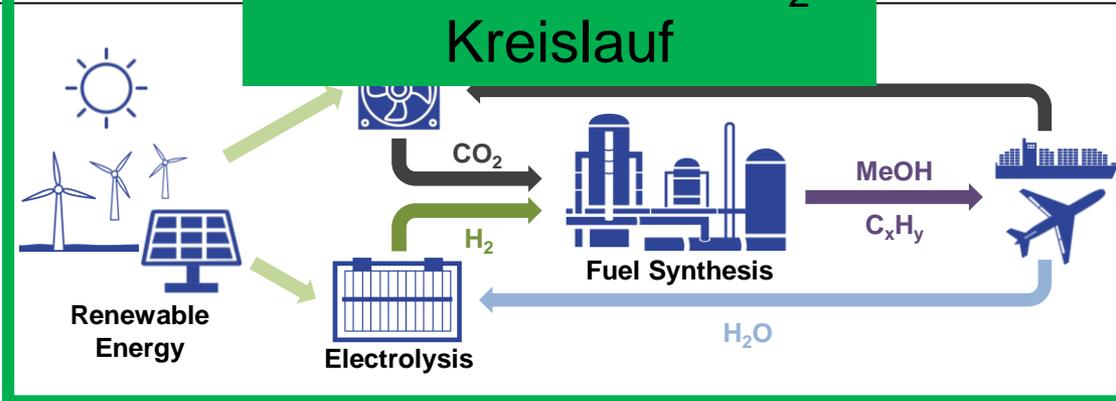
Einsatz von prozessspezifischem CO₂



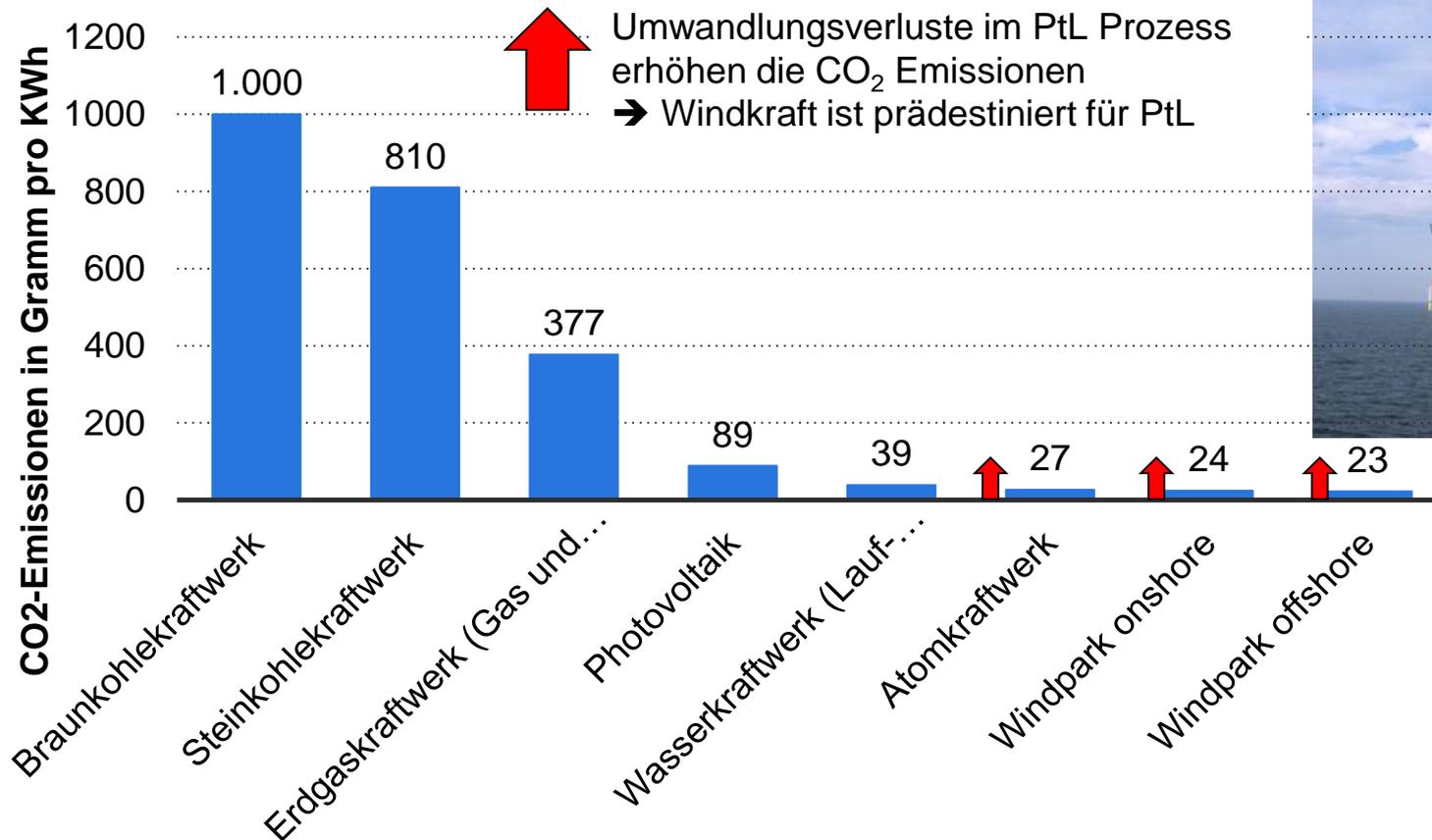
Einsatz von biogenem CO₂



Einsatz von atmosphärischem CO₂



Energiequellen für synthetische Kraftstoffe



→ Der Norddeutsche Raum mit seinem reichen Angebot an Windenergie ist prädestiniert für Power to Liquid

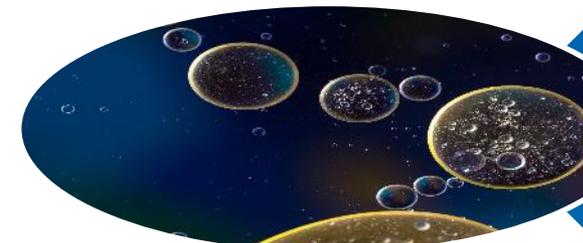
Der Beitrag von aireg, um die CO₂-Minderungsziel



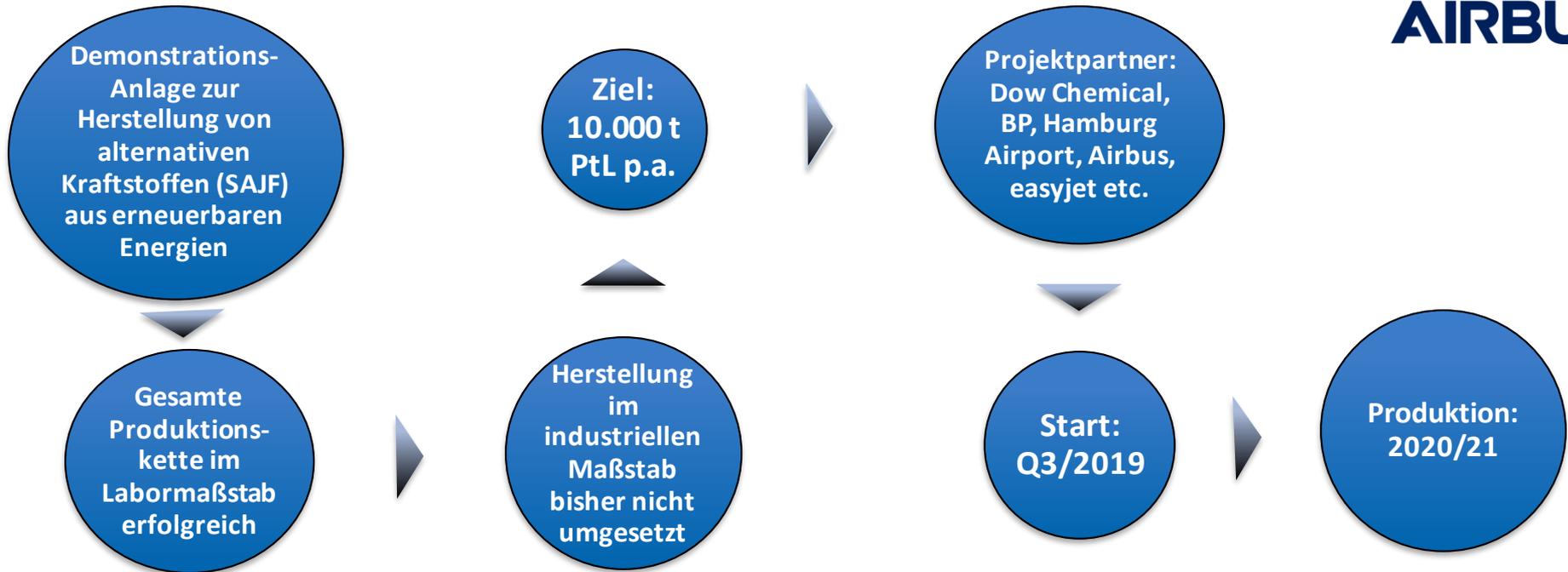
**Mindestens eine großindustrielle
BioRaffinerie/PtL-Anlage in
Deutschland aufbauen**



**Regierungsvereinbarungen zur
Sicherstellung der Rohstoffversorgung
abschließen**



**Zehn Prozent erneuerbares Kerosin
für die in Deutschland benötigte
Flugkraftstoffmenge beimischen**



- Abbildung der gesamten Bereitstellungskette von PtL-Kraftstoff für die Luftfahrt
- Einsatz von prozessspezifischem CO₂ und erneuerbarem Strom (aus Offshore-Windstrom) um flüssige, strombasierte Kraftstoffe (Luftverkehr, Schifffahrt, Straßengüterverkehr) herzustellen

- 1) Synthetische Kraftstoffe können neben dem gasfähigen Wasserstoff zur Energiewende und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen durch den Verkehr beitragen.
- 2) Wegen der hohen Energiedichte, der Drop-In Fähigkeit und bereits vorhandener Zulassungen ist synthetischer Kraftstoff (Kerosin) für die Luftfahrt besonders geeignet.
- 3) Synthetischer Kraftstoff sollte ausschließlich aus regenerativen Quellen gewonnen werden. Das Fischer-Tropsch-Verfahren gilt als besonders erfolgversprechend.
- 4) Norddeutschland mit seinem reichen Angebot an Windenergie ist prädestiniert für die Erzeugung synthetischen Kraftstoffes.
- 5) Nächster Schritt muss die Umsetzung des Prozesses in einem relevanten Maßstab (> 10.000 t/a) sein.