

Leipzig

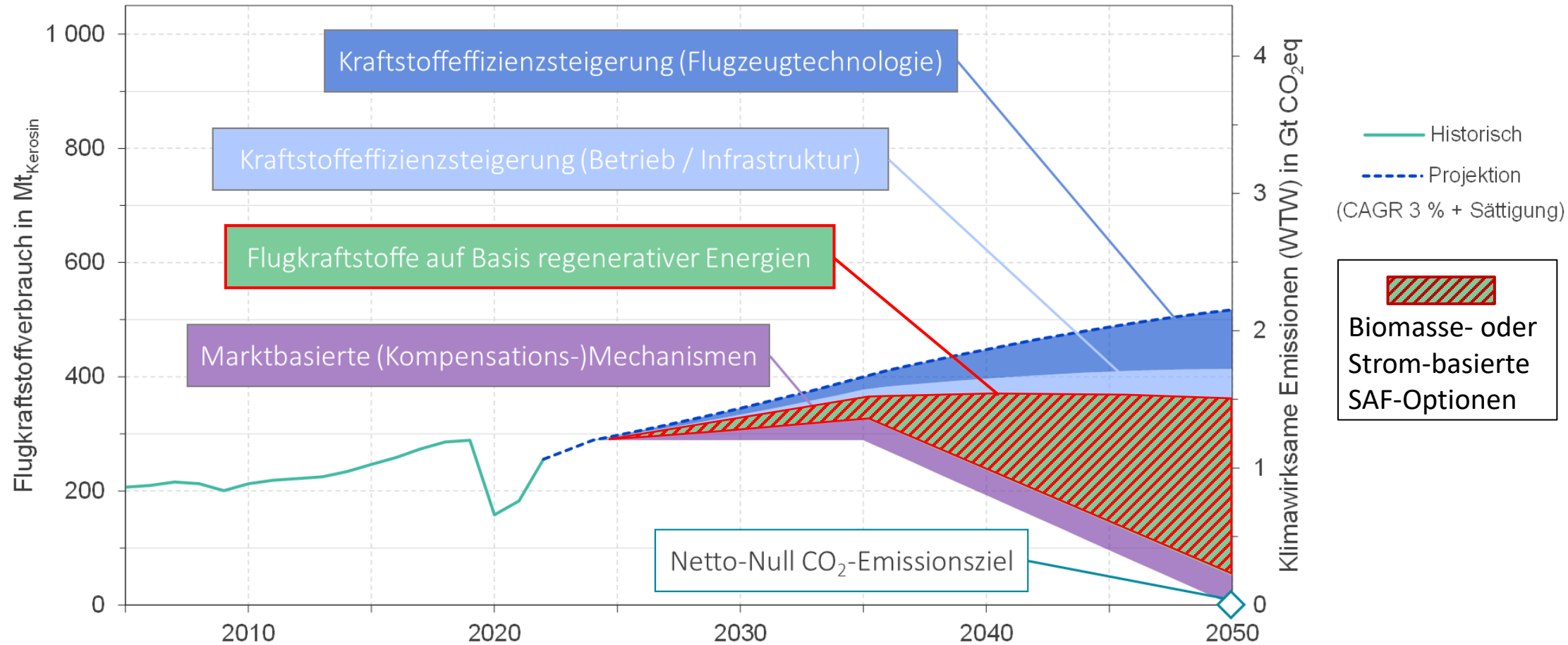
23 Oktober 2024

Erzeugungstechnologien für die strombasierte Kerosinproduktion

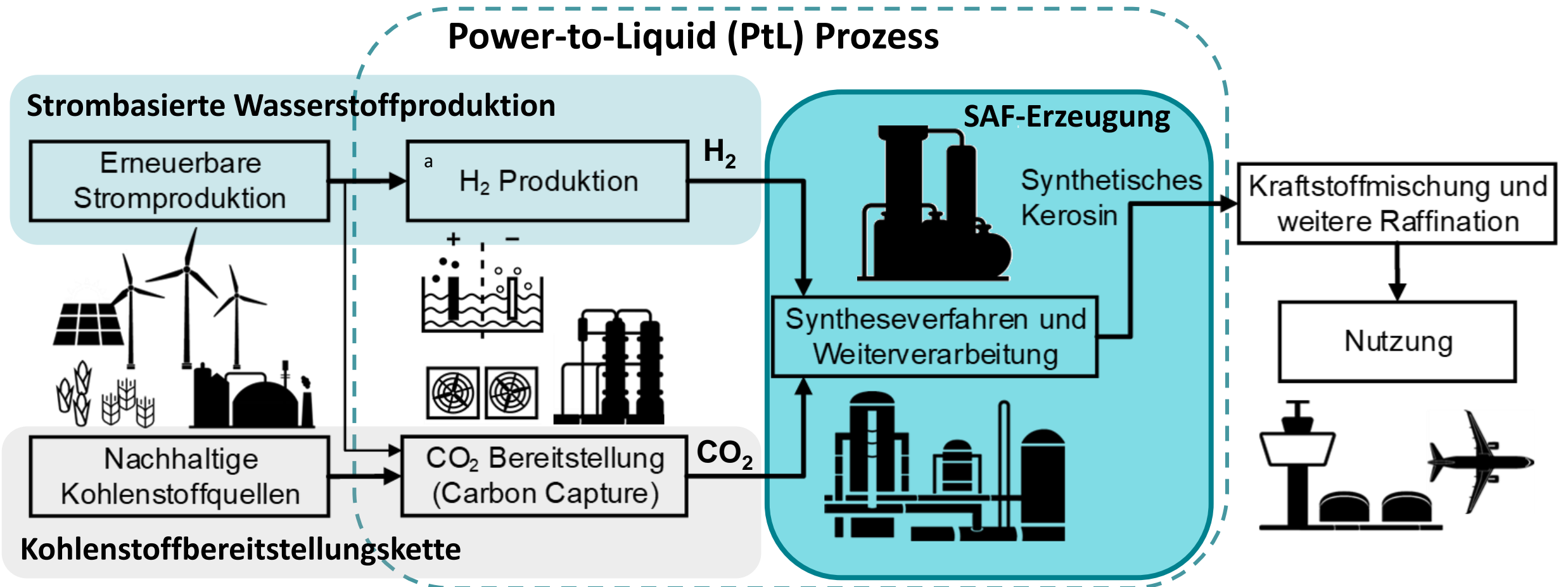
Technologien und Herausforderungen

Stefan Bube, Martin Kaltschmitt

Hintergrund – SAF-Bedarf



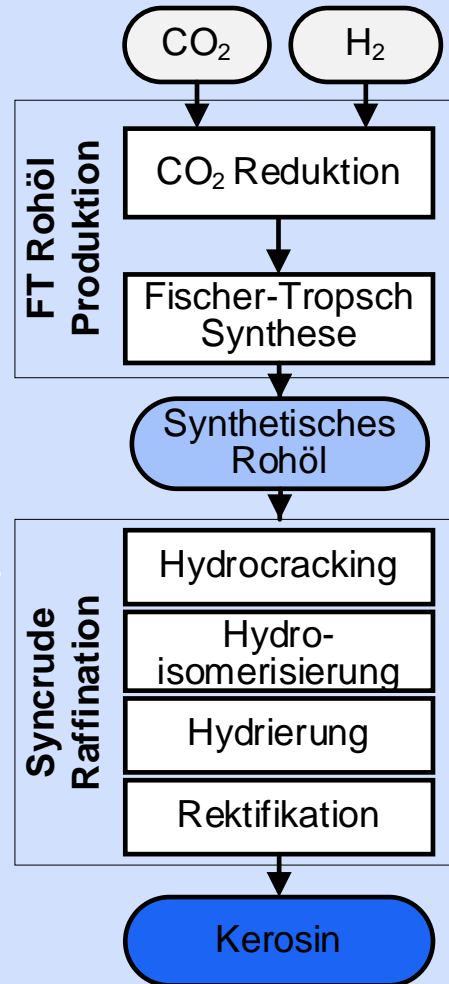
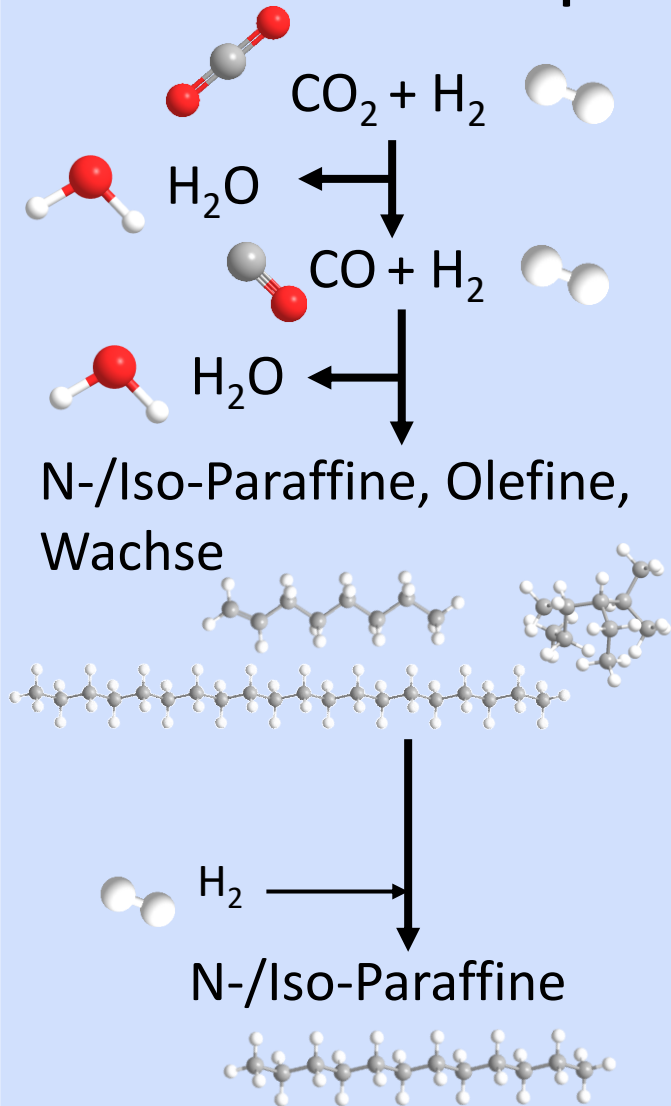
- Luftfahrt trägt zu ca. 3 % der globalen CO₂-Emissionen bei (Klimaeffekt deutlich höher [1])
- Nachhaltige Flugkraftstoffe (SAF) sind das wichtigste Instrument zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaziele im Luftverkehr (Bedarf 2050 voraussichtlich > 300 Mt/a)



- Zulassung alternativer Kerosine erfolgt über ASTM Zertifizierung
- Die strombasierte SAF-Produktion erfolgt über Synthesegas; Fischer-Tropsch und Methanol Route werden derzeit am meisten diskutiert

eSAF – Produktionstechnologien

Fischer-Tropsch Route



Synthesegas-Produktion

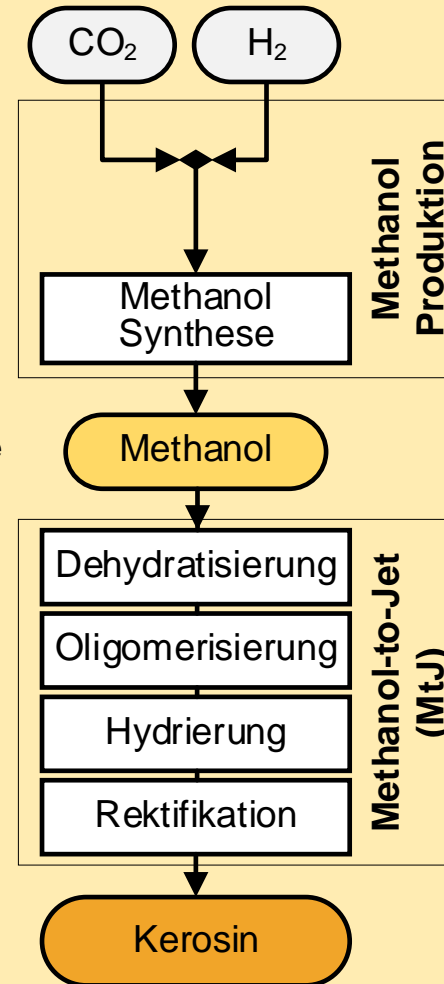
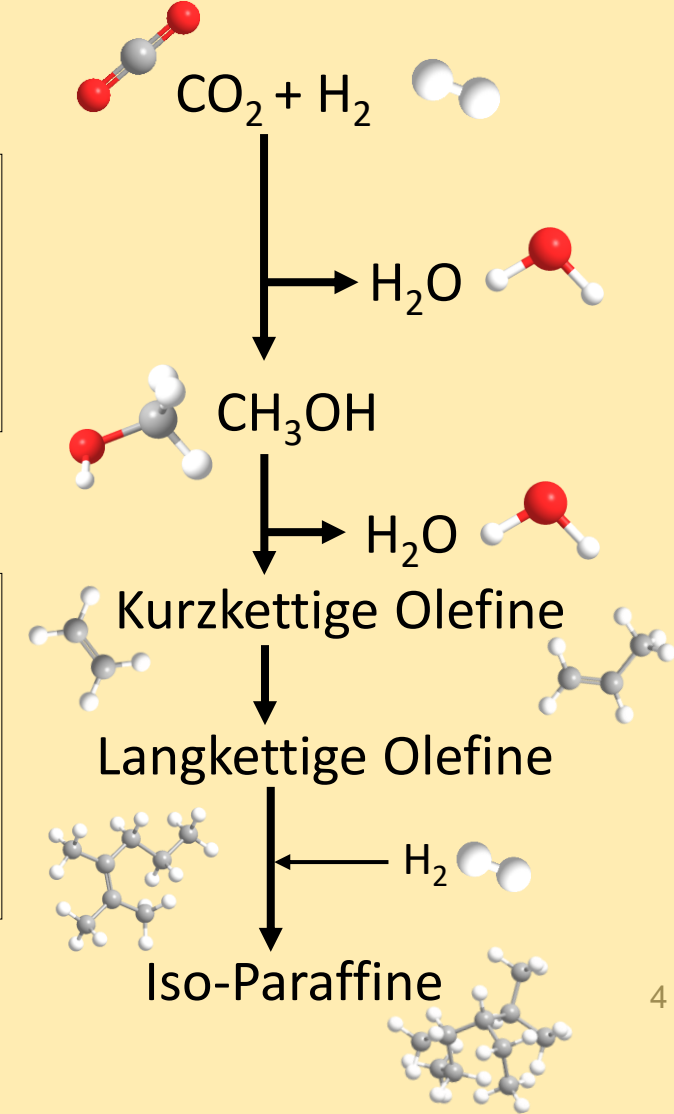
Synthese

Zwischenprodukte

Umwandlung / Upgrading

Produkt

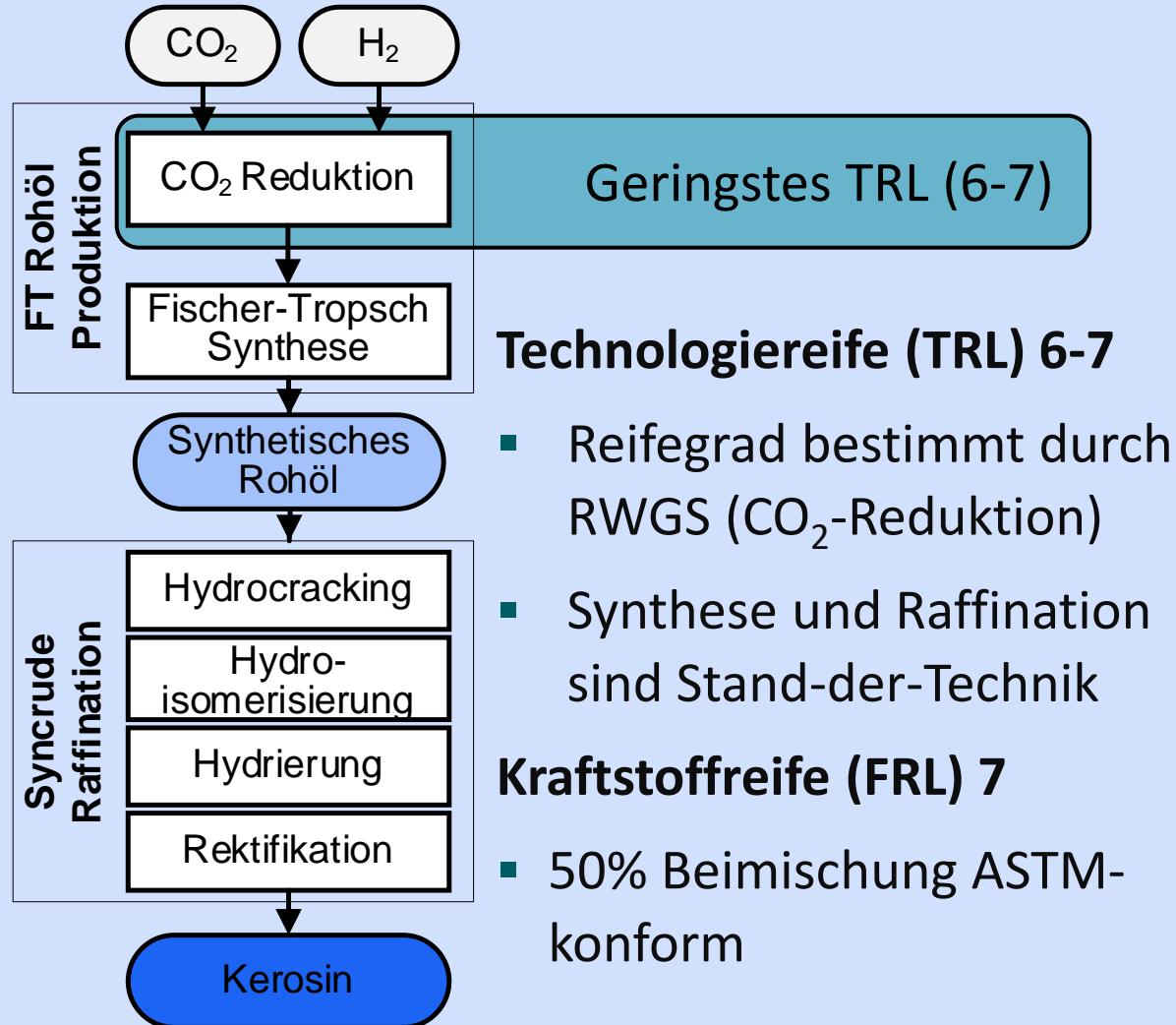
Methanol Route



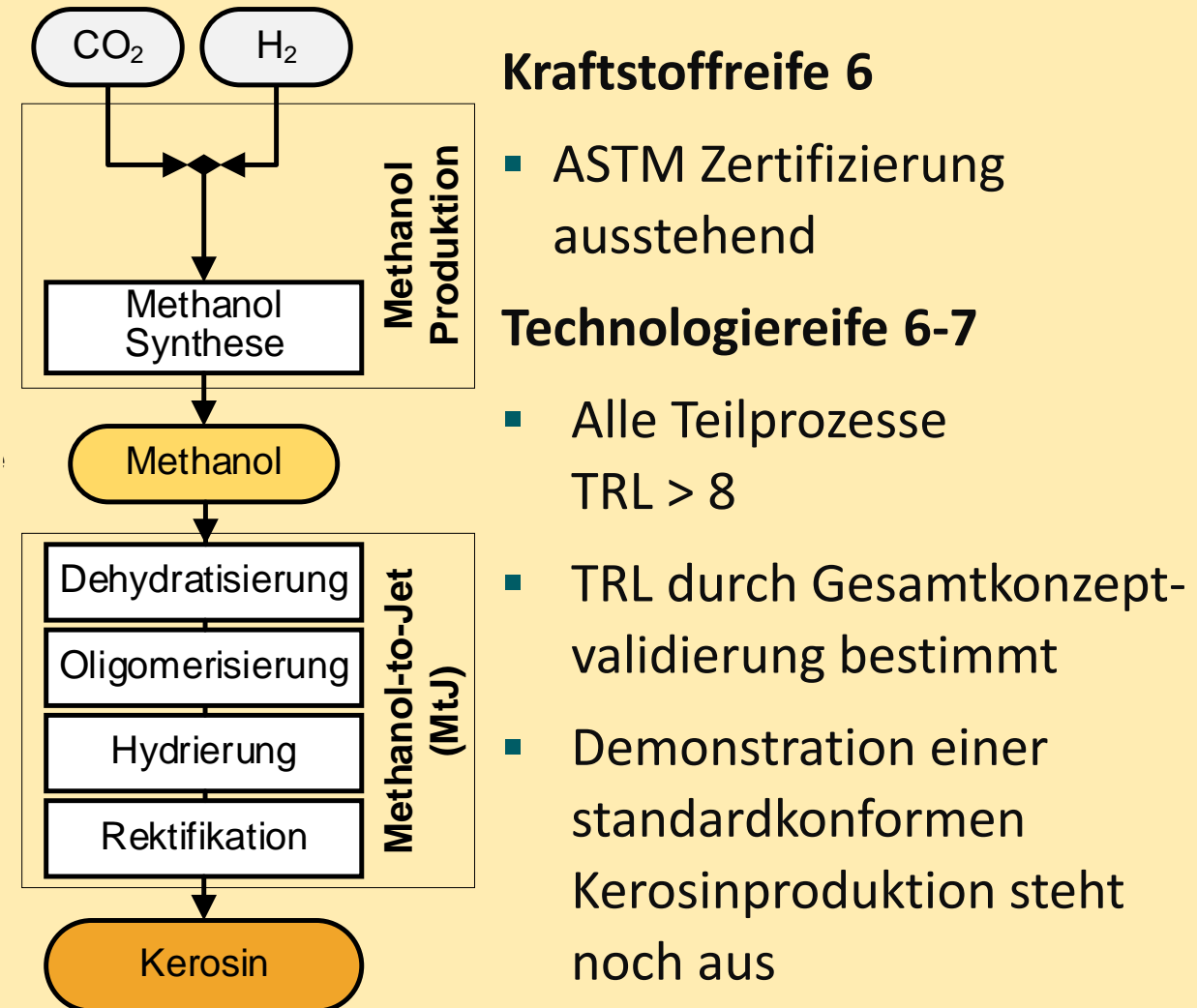
Methanol Produktion

Methanol-to-Jet (MtJ)

Fischer-Tropsch Route

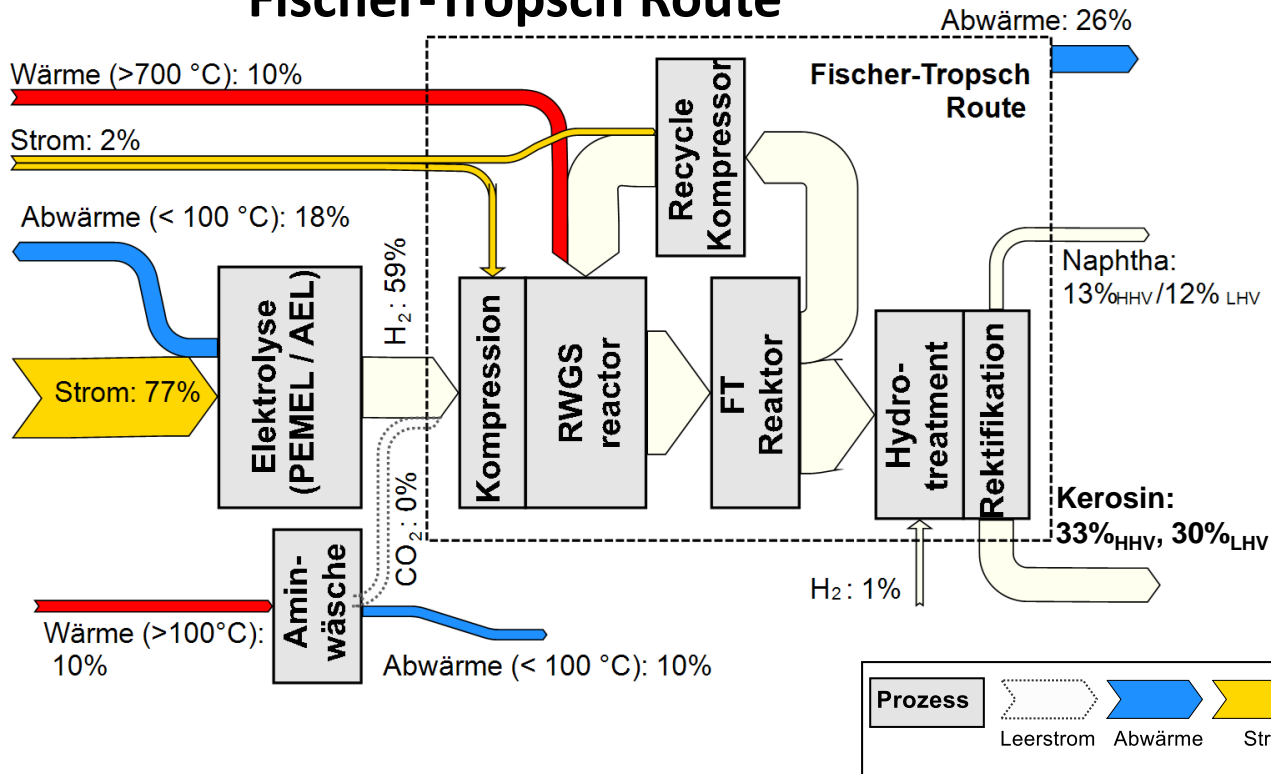


Methanol Route

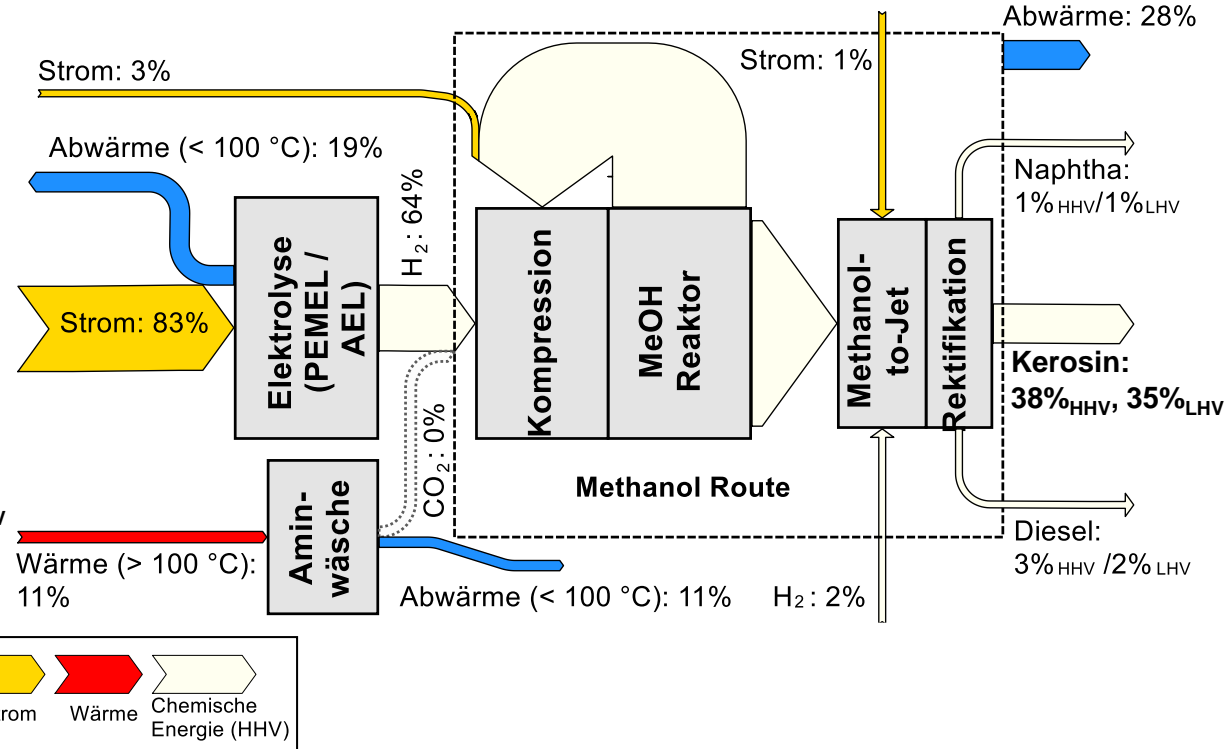


eSAF – Technischer Vergleich der Prozessrouten

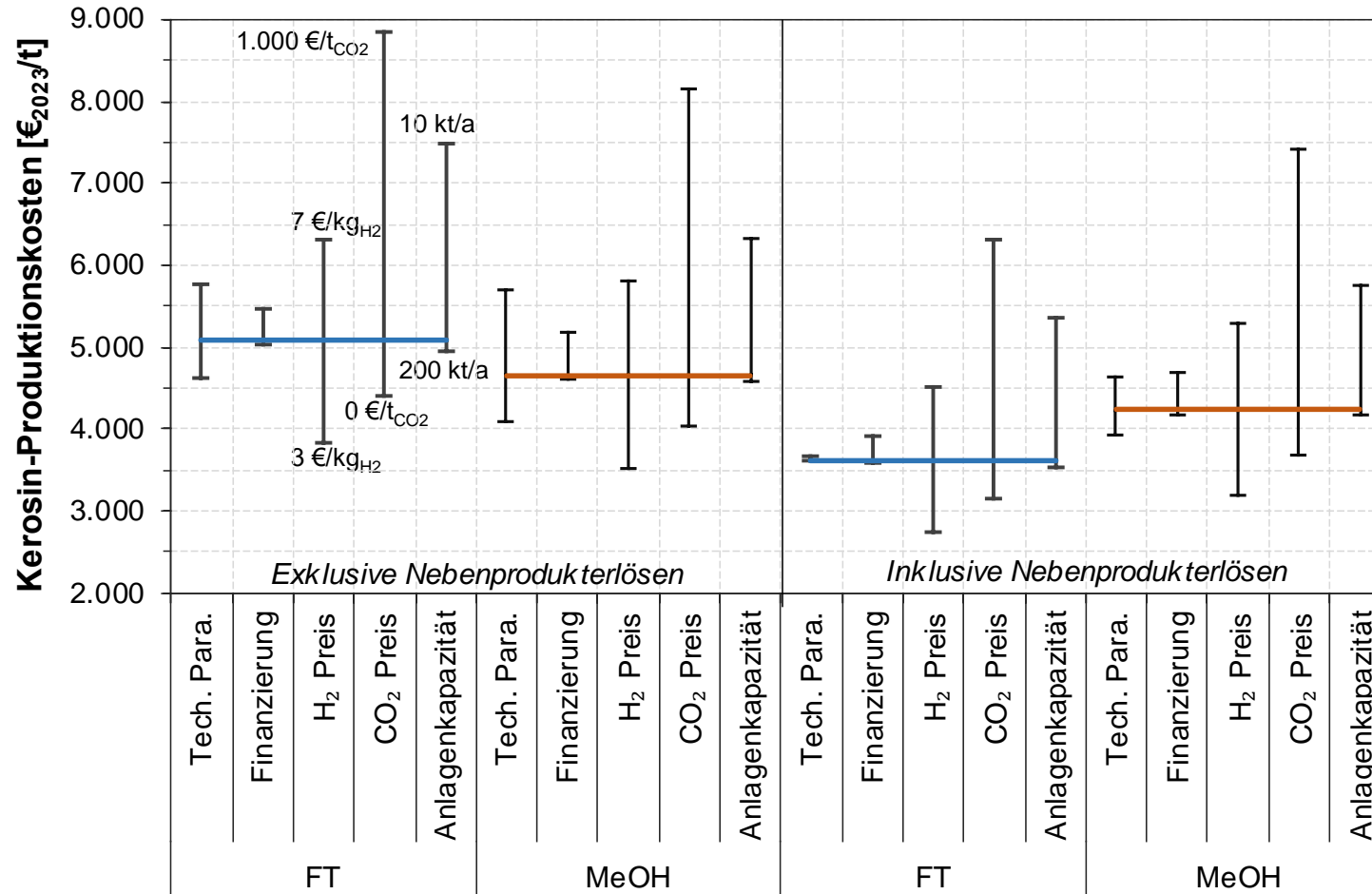
Fischer-Tropsch Route



Methanol Route



- Großteil der notwendigen Energie wird als Strom für H₂-Produktion benötigt
- Fischer-Tropsch und Methanol Route zeigen ähnliche Umwandlungseffizienzen
- Erweiterte Prozesskonzepte können 100% Kerosin-Selektivität ermöglichen



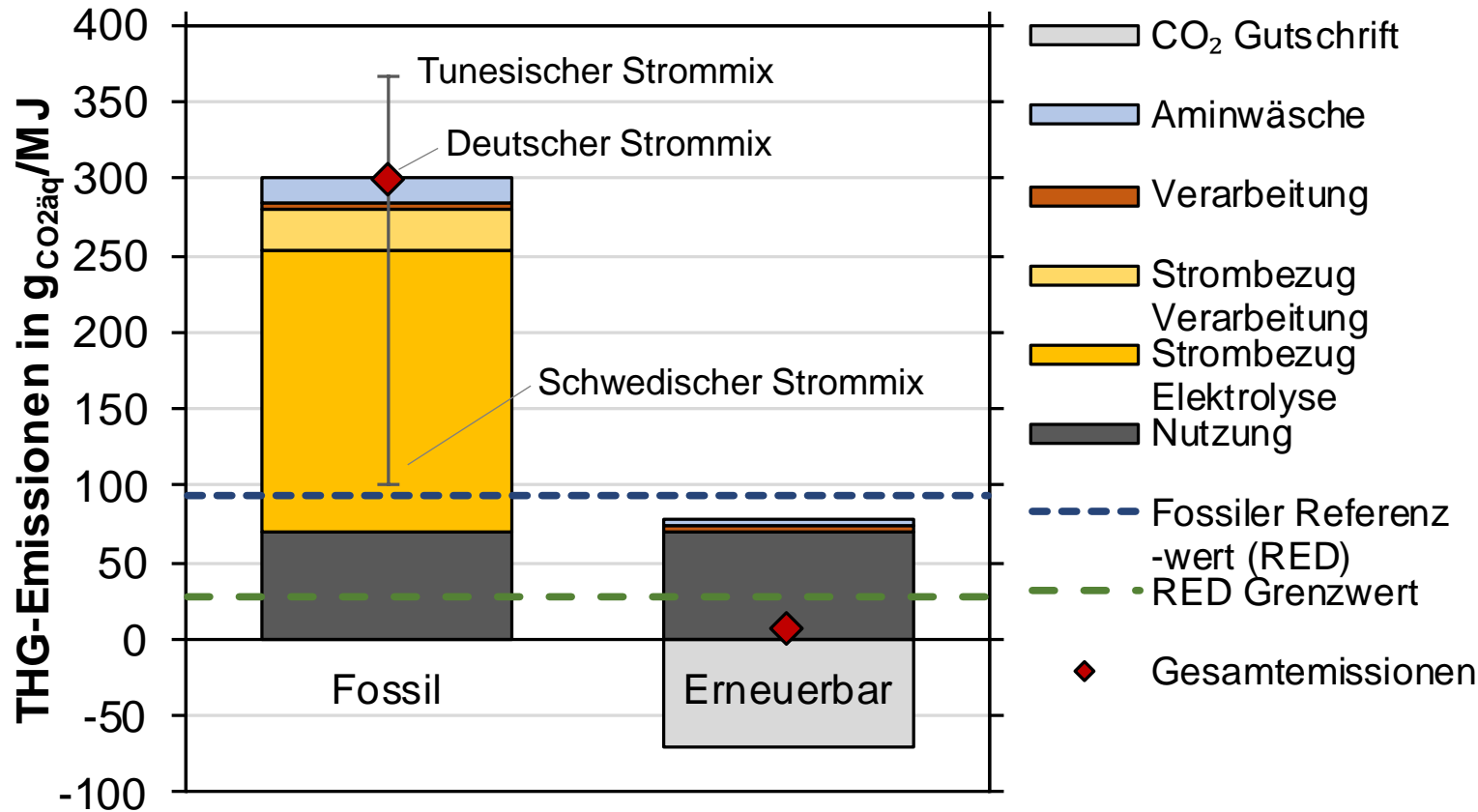
Erläuterung

Tech. Para.: Technische Parameter

Finanzierung: Beinhaltet Variation der Kapitalkosten, Abschreibzeitraum und Anlagenkosten

Inklusive Nebenprodukterlöse: Massenspezifische Naphtha- und Diesel-Erlöse sind gleich Kerosin-produktionskosten

- CO₂- und H₂-Bezug sowie Umwandlungseffizienz bestimmen die Kosten
- Nebenprodukterlöse (Naphtha/Diesel) beeinflussen Kerosingestehungskosten deutlich



Erläuterung

Fossil: Stromquelle entspricht deutschem Netzstrommix, Wärmebereitstellung Aminwäsche mit Erdgas
Erneuerbar: Erneuerbarer Strom nach RED genutzt, Wärmebereitstellung Aminwäsche mit Biogas; CO₂ ist anrechenbar nach RED ex-use Kriterien

- CO₂-Emissionen stark abhängig von verwendeter Energie- und CO₂-Quelle
- Renewable Energy Directive (RED) regelt Strombezugskriterien (Elektrolyse) und THG-Minderung (u.a. CO₂-Bezugskriterien)

- Produktionstechnologien weitestgehend bekannt / in Demonstration
 - Großtechnische Demonstration / First-of-a-kind Anlagen ausstehend
 - Keine Technologiesprünge im Bereich der Synthese- und Weiterverarbeitung erwartbar
- Energetisch sehr aufwändige Produktion mit inhärenten, produktionsbedingten Verlusten
 - Es resultieren höhere Produktionskosten, als bei fossilem Kerosin
- THG-Emissionen von eSAF können in Abhängigkeit der genutzten Ressourcen stark schwanken
 - EU-Nachhaltigkeitsregulatorik regelt Strombezug und THG-Minderungsschwelle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Gibt es Fragen?

Stefan Bube (stefan.bube@tuhh.de)
Technische Universität Hamburg (TUHH)
Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE)
Eißendorfer Str. 40, D-21073 Hamburg

- [1] Lee DS, Fahey DW, Skowron A, Allen MR, Burkhardt U, Chen Q et al. The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. Atmos Environ 2021; <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>
- [2] Bullerdiek N. Kerosinoptionen auf Basis regenerativer Energien im internationalen Luftverkehr: Identifikation, Analyse und Bewertung kosteneffizienter und klimazielfunkompatibler Integrationspfade [Dissertation]. Hamburg: Technische Universität Hamburg (TUHH); 2024.
- [3] Bube, B.; Bullerdiek, N.; Voß, S.; Kaltschmitt, M. (2024): Kerosene production from power-based syngas – A technical comparison of the Fischer-Tropsch and methanol pathway. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.131269>
- [4] Bube, B.; Voß, S.; Quante, G; Kaltschmitt, M. (2024): Cost analysis of kerosene production from power-based syngas via the Fischer-Tropsch and methanol pathway. (derzeit im Review bei Fuel)