

Synthetische Kraftstoffe aus CO₂ und erneuerbarem Strom können einen signifikanten Beitrag zur CO₂-neutralen Mobilität leisten.



Anlage zur Synthese von E-Fuel (Power-to-Liquid)

Um die CO₂-Emissionen drastisch zu reduzieren und dabei dennoch den globalen Transport von Menschen und Gütern aufrecht erhalten zu können, werden CO₂-neutrale Alternativen zu den fossilen Kraftstoffen benötigt. Während im zukünftigen Individualverkehr die E-Mobilität eine signifikante Rolle spielen wird, werden der Schwerlast- und Langstreckenverkehr sowie Frachtschiff- und Luftfahrt weiter auf die hohe Energiedichte flüssiger Kraftstoffe angewiesen

sein. CO₂-neutrale synthetische Kraftstoffe – auch E-Fuels genannt – bieten hierfür eine vielversprechende Lösung.

Herstellen lassen sie sich in der Power-to-Liquid-Syntheseanlage am Energy Lab 2.0, die Kohlendioxid (CO₂) und Wasserstoff (H₂) in Kohlenwasserstoffmoleküle umwandelt. Diese Moleküle bilden das „Rohprodukt“, das dann zu E-Fuels aufbereitet wird.



Vereinfachte Darstellung der Syntheseanlage
Quelle: Ineratec GmbH

Herzstück der Syntheseanlage ist ein ultrakompakter mikrostrukturierter chemischer Reaktor, den die INERATEC GmbH, eine Ausgründung des KIT, entwickelt hat. Das am Energy Lab 2.0 installierte Reaktormodul hat eine Kapazität von bis zu 200 Litern Rohprodukt pro Tag. Durch Kombination mehrerer Module lässt sich die Produktionskapazität einfach erhöhen.





Anlage zur Synthese von E-Fuel (Power-to-Liquid)



Umweltfreundliche Ausgangsstoffe

Um CO₂-neutrale Kraftstoffe herstellen zu können, muss das für die Synthese genutzte Kohlendioxid aus einer nicht-fossilen Quelle stammen: Gewonnen wird es über Direct-Air-Capture-Verfahren direkt aus der Umgebungsluft. Dem Power-to-Fuel-Konzept folgend stammt der eingesetzte Wasserstoff aus einem mit grünem Strom gespeisten Elektrolyseprozess.

Erster Schritt: Synthesegasherstellung

Für die E-Fuel-Synthese wird zunächst eine reaktive Gasmischung aus H₂ und CO benötigt, das sogenannte Synthesegas. Dieses wird in der Syntheseanlage in einem chemischen Reaktor (RWGS-Reaktor) erzeugt. Alternativ kann Synthesegas aus anderen Quellen des Energy Lab 2.0 genutzt werden, etwa aus einer Ko-Elektrolyse oder aus biogenen Quellen wie dem bioliq®-Prozess.

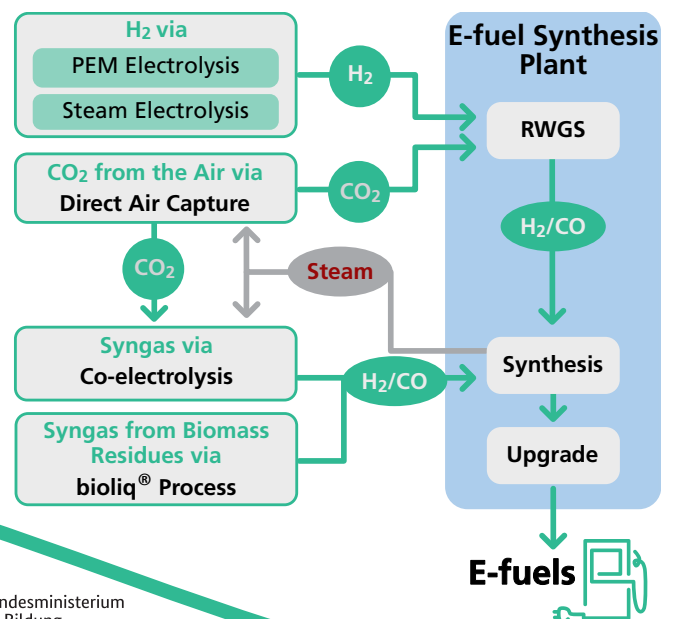
Der mikrostrukturierte Synthesereaktor

Das Synthesegas wird in den ultrakompakten mikrostrukturierten Reaktor geleitet, in dem über

die Fischer-Tropsch-Synthese Kohlenwasserstoffmoleküle unterschiedlicher Kettenlänge synthetisiert werden. Sie sind das Rohprodukt für die späteren E-Fuels. Bei dieser Reaktortechnologie lässt sich die bei der Reaktion erzeugte Wärme effizient auskoppeln. Dabei entsteht Dampf, der eine präzise Kontrolle der Reaktionstemperatur ermöglicht und zudem an anderer Stelle der Power-to-Liquid-Prozesskette genutzt werden kann. Damit lässt sich die Prozesseffizienz insgesamt steigern.

Die Produktaufbereitung

Der letzte Schritt der Prozesskette ist das Produktupgrade. Ziel ist nicht nur, die Ausbeute zu erhöhen, sondern das Produkt auch so zu modifizieren, dass es die Standards für die Nutzung als Kraftstoff erfüllt. Voraussetzung hierfür sind maßgeschneiderte chemische und physikalische Eigenschaften. Dafür wird zunächst die Kettenlängenverteilung mittels hydrierender Spaltung optimiert. Zudem werden Verzweigungen in die Molekülketten eingeführt (Isomerisierung) und Doppelbindungen entfernt (Hydrierung). Nach der abschließenden Destillation des optimierten E-Fuel-Gemisches werden die Endprodukte gewonnen – bevorzugt Kerosin, aber auch Diesel und Benzin.



Prof. Dr. Roland Dittmeyer
Institut für Mikroverfahrenstechnik

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

roland.dittmeyer@kit.edu



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR VERKEHR