

Anlage in Europa geplant. Zusammen mit einem Konsortium von Air Liquide, Nouryon, Shell und den Rotterdamer Hafen plant das kanadische Unternehmen Enerkem eine Vergasungsanlage im Rotterdamer Hafen, in der jährlich aus 360.000 t kunststoffhaltiger Abfälle bis zu 270.000 m³ „grünes“ Methanol erzeugt werden sollen. Das entspricht der jährlichen Abfallmenge von 700.000 Haushalten. Der CO₂-Einsparereffekt wird mit bis zu 300.000 t jährlich beziffert.

Noch einmal China: Mit dem dort erreichten Technologievorsprung ist es naheliegend, dass im Zusammenhang

mit der „Zero-Waste Cities“ Strategie das Interesse für die Abfallvergasung in China besonders groß ist. Die Chinesische Akademie der Wissenschaften mit dem dortigen Institut für Kohlechemie (Chinese Academy of Science, Institute of Coal Chemistry CAS ICC) und das Freiburger IEC unterstützen die Provinzregierung von Shanxi mit der Entwicklung von Konzepten und mit der Bewertung von Technologien für die Implementierung des „Null Abfall“-Konzepts in einer Modellstadt als urbanes Leuchtturm-Projekt für den Übergang zur Kohlenstoffkreislaufwirtschaft.

Wie in anderen Zukunftstechnologiefeldern auch, stellt sich hier die Frage, warum Deutschland, das in chemischen Umwandlungstechnologien einmal international führend war, wertvolle Zeit verstreichen lässt und die Initiative für die Jahrhundertaufgabe der Umsetzung der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft anderen überlässt, ganz abgesehen vom drohenden Verlust der Technologieführerschaft in einem zentralen, internationalen Zukunftssektor.

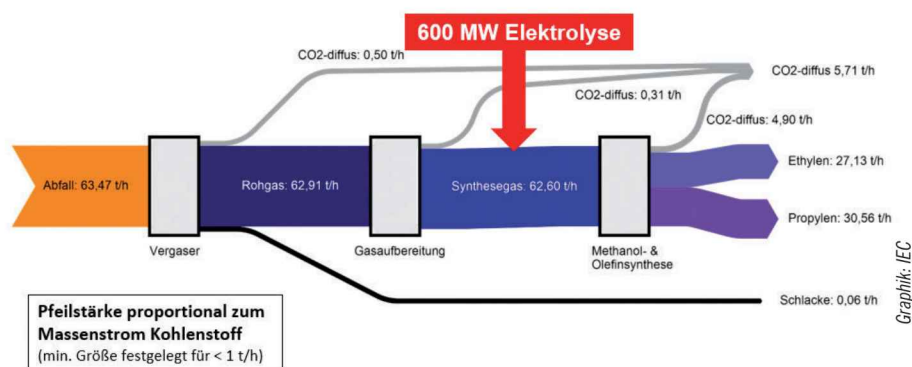
Roh Pin Lee, Bernd Meyer, IEC, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Roh-Pin.Lee@iec.tu-freiberg.de

Parameter für eine Kreislaufwirtschaft

Der Erfolg einer Kohlenstoffkreislaufwirtschaft kann - vereinfacht betrachtet - an zwei Parametern gemessen werden: neben den CO₂-Emissionen auch an der Kohlenstoffrecyclingquote (C-Recyclingquote).

Die C-Recyclingquote beschreibt, wie viel Atome Kohlenstoff des Ausgangsstoffs wie Kunststoffabfall sich im Produkt - etwa neu hergestellter Kunststoff - wiederfinden; die spezifischen CO₂-Emissionen, wieviel kg CO₂ pro kg neu synthetisiertem Kunststoff freigesetzt wird.

Lineare Kohlenstoffwirtschaft: Die heutige Kunststoffchemie beginnt beim Erdöl. Hieraus werden etwa die leichten Olefine Ethen und Propen und daraus durch Polymerisation die mengenmäßig größten Kunststofffraktionen Polyethen (PE) und Polypropen (PP) gewonnen. Das Erdöl wird dazu per Dampfspaltung - dem Naphtha Steam Cracker-Prozess - zerlegt, bevor die Olefine hergestellt werden. Diese landen nach Gebrauch sofort oder nach mehrfachem Down-cycling in der Müllverbrennung. In Summe werden so 5,81 t CO₂ pro t Olefin frei. Die C-Recyclingquote beträgt Null. Das CO₂-Reduktionspotential durch Vermeidung der Verbrennung und Umstellung der Rohstoffbasis ist sehr hoch.



Massenströme von Kohlenstoff (C) in einer Kreislaufwirtschaft mit maximaler Nutzung von „grünem“ Wasserstoff elektrolytisch mit erneuerbarem Strom hergestellt.

Einstieg in den Kreislauf: Mittelfristig können heimische Kohlenstoffquellen schrittweise Erdöl und Erdgas als Rohstoff für die chemische Industrie ersetzen. Unsere Rechnungen für eine Großanlage (100 t/h) beziehen sich auf eine Vergasungsanlage mit Ersatzbrennstoffen und etwas Braunkohle. Im Falle von 80 Prozent Ersatzbrennstoff und 20 Prozent mitteldeutsche Braunkohle wird eine C-Recyclingquote von 45 Prozent erreicht. Die spezifische CO₂-Emission beträgt 3,79 t CO₂/t Olefin.

Kreislauf mit Energiewende: Ist genug „grüner“ Wasserstoff (H₂) verfügbar - elektrolytisch mit erneuerbarem Strom gewonnen -, lassen sich Kohlenstoffverluste in Form von CO₂ schrittweise senken und damit die C-Recyclingquote erhöhen. So lassen sich lang-

fristig konzentriert anfallendes CO₂ aus Industrieanlagen chemisch nutzen. Es können C-Recyclingraten von mehr als 90 Prozent erreicht werden. In dieser Vision werden CO₂-Emissionen um zirka 95 Prozent gegenüber der derzeitigen linearen Wirtschaft, basierend auf Naphtha Steam Cracking, gesenkt.

Aufgrund des enormen Bedarfs erneuerbarer Energien scheint eine vollständige Einkopplung von grünem H₂ zurzeit aber kaum realistisch. Sinnvoll ist, die C-Recyclingquoten von 40 Prozent an entsprechend des Angebots an grünem H₂ schrittweise zu erhöhen.

Roh Pin Lee, Ludwig Seidl, Bernd Meyer, IEC, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Roh-Pin.Lee@iec.tu-freiberg.de