

Kraftstoffe aus Kohle

Ausgangssituation

Derzeit existieren zwei Verfahren zur Konversion von Kohle in flüssigen Kraftstoff, die in großtechnischem Maßstab erprobt sind:

- 1) Die Kohlevergasung mit Wasserdampf und Sauerstoff zu Synthesegas mit anschließender Fischer-Tropsch-Synthese und Hydrocracken der gleichzeitig gebildeten langkettigen Kohlenwasserstoffe (Wachse)
- 2) Die direkte Kohleverflüssigung bei hohen Drücken in einem kohlestämmigen Öl bzw. in Wasserstoff abgebenden organischen Lösungsmitteln unter Einsatz von Fe-Katalysatoren

Beide Verfahren wurden bereits in den 20er und 30er Jahren des letzten Jahrhunderts in Deutschland entwickelt.

Die Kraftstoffproduktion über die Synthesegasroute (1) wird in Südafrika eingesetzt (Jahresproduktion Sasol: 2,7 Mio. t/a). Derzeit entstehen weitere Anlagen in China.

Unter Anwendung der direkten Kohleverflüssigung (2) ist in 2008 eine Anlage in China fertig gestellt worden. Sie soll einmal rund 0,9 Mio. t/a Kraftstoff herstellen.

Während in Deutschland vergleichsweise nur geringe, jedoch gesichert verfügbare Kohlevorkommen existieren, gibt es in den USA, China, Indien und Russland hingegen sehr große Kohlevorräte. Diese großen Kohlevorräte auf der Erde rechtfertigen Forschungsanstrengungen zur chemischen Kohleveredelung.

Innovationsbedarf

Im Falle der direkten Kohleverflüssigung sind keine neuen Ansatzpunkte für einen technologischen Durchbruch erkennbar. Hier wurde mit den bis in die 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts weltweit durchgeführten Entwicklungsvorhaben ein Stand erreicht, der erst durch den Bau kommerzieller Anlagen verifiziert werden sollte. Der Bau der Anlage in China ist hierfür Beispiel. Der hohe Gehalt von S- und N-Verbindungen im erzeugten Rohöl stellt ein Hauptproblem dar; das Rohöl muss aufwändig aufgearbeitet werden (Destillation, Hydrotreating)

Bei der Vergasung/FT-Route besteht ständiger Innovationsbedarf für Verbesserungen vor allem bei der Vergasungstechnologie inkl. Feststoffhandling und der Entwicklung selektiverer Fischer-Tropsch-Katalysatoren (zu C₁₀-C₂₀). Eine ausgeprägte Forschungskompetenz in diesem Bereich ist derzeit in Deutschland nicht vorhanden, sondern eher in Südafrika und USA.

Quantitative Potentialabschätzung

Ermittlung auf der Basis eines realistischen Anteils an der zusätzlichen Kohleförderung (weltweit!)

Ausgangszahlen

jährlicher Zuwachs der Kohleförderung bis 2030 (Prognose IEA: 2500 Mio. t SKE/a)	73,0 EJ/a
Verfügbar für Kraftstoffsynthese (Schätzung)	10%
Energetische Konversionseffizienz Kohle zu Kraftstoff (nach Angaben Sasol)	40%

Ergebnis

Potentieller Anteil Synthesekraftstoff bezogen auf derzeitigen Kraftstoffverbrauch	2,9 %
Potentieller Anteil Synthesekraftstoff bezogen auf PEV	0,6 %

Ermittlung auf der Basis eines realistisch zur Verfügung stehenden Investitionsvolumens

Ausgangszahlen

Kosten für eine FT-Anlage mit 1 Mio. t Jahreskapazität (Abschätzung nach Lurgi)	1 Mrd. €
Jährliche weltweite Investitionen in Erdöl-verarbeitende Raffinerien (Abschätzung DGMK auf Basis von Angaben für die nächsten 3 Jahre)	35 Mrd. €/a
Davon für Investitionen in FT-Anlagen (Annahme)	5 %
Laufzeit eines Investitionsprogramms (bis 2030) (über 20 Jahre)	20 Jahre
Investitionsvolumen	35 Mrd. €

Ergebnis

Produktionskapazität (in 2030)	1,5 EJ/a (35 Mio. t/a)
Potentieller Anteil Synthesekraftstoff, bezogen auf derzeitigen Kraftstoffverbrauch	1,5 %
Potentieller Anteil Synthesekraftstoff, bezogen auf PEV	0,3 %

Es wird derzeit nicht erwartet, dass in Deutschland – weder auf Basis heimischer Kohle noch auf Basis Importkohle – Anlagen der entsprechenden Größe genehmigt würden bzw. ökonomisch betrieben werden können. Entsprechende Standorte sind nur in Ländern mit billiger Kohle (Australien, China, Südafrika) realisierbar.

Anmerkung: Bei den obigen Überlegungen zur quantitativen Abschätzung spielen wirtschaftliche Aspekte die Hauptrolle – die prinzipielle Verfügbarkeit von Kohle in größeren Mengen ist unumstritten.

Fazit

1. Potentialabschätzung

Kein zusätzliches Potential zur Energieversorgung in Deutschland

Kleines zusätzliches Potential zur Energieversorgung in der Welt

Es handelt sich um kein zusätzlich erschließbares Potential, da die für die Kraftstoffgewinnung genutzte Kohle gleichzeitig nicht mehr für die Strom- und Wärmeproduktion zur Verfügung steht.

Es ist auffällig, dass dem denkbaren Potential der Kohle weltweit zur Kraftstoffsynthese mit einer Zunahme von fast 3 % in 2030 weltweit wegen des großen Kapitalbedarfs nach einem 20-jährigen Investitionszeitraum nur tatsächlich ein Anteil von 1 bis 2 % am Weltkraftstoffbedarf gegenübersteht.

	Strom	Kraftstoff	Wärme	Anmerkung
Potential in D	0	0	0	
Potential Weltweit	0	1 - 2 %	0	substitutiv

2. Kostenabschätzung

Die Kosten für den Synthese-Kraftstoff hängen stark von der Preisrelation Erdöl/Kohle ab. Bei der heutigen Relation (9,7 €/GJ zu 1,9 €/GJ) ist die Erzeugung in den südafrikanischen Anlagen ökonomisch, allerdings hat die derzeit im Entstehen befindliche Neuanlage Erdgas als Rohstoff (6,4 €/GJ) für die Synthesegaskonzeption.

3. CO₂-Bilanz/-Vermeidungskosten

Mit dieser Technologie erzeugte Kraftstoffe emittieren bei Herstellung und Nutzung deutlich mehr an CO₂ verglichen mit Kraftstoffen auf Erdölbasis bzw. bei der direkten Nutzung der Kohle in Kraftwerken (Ursache: Konversionsverluste). Bei der Erzeugung von Kraftstoffen aus Kohle könnte – analog zur Pre-Combustion-Technologie für Kraftwerke – CO₂ abgetrennt werden und damit die CO₂-Bilanz stark verbessern. Hierzu sei auf das Kapitel über Kraftwerkstechnologien verwiesen.