



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

TU Bergakademie Freiberg · 09596 Freiberg



Institut für
Energieverfahrenstechnik und
Chemieingenieurwesen

Landtag Nordrhein-Westfalen
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
16. WAHLPERIODE

**STELLUNGNAHME
16/1062**

A23

Bearbeiter: Prof. Bernd Meyer
Gebäude/Raum: Haus 1 / 1-201
Telefon: 03731/39-4510
Fax: 03731/39-4555
E-Mail: Bernd.Meyer@iec.tu-freiberg.de
Datum: 11. September 2013

Rohstoffsituation – Anhörung EK II -20.09.2013

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Beantwortung Ihres Schreibens vom 30. Juli 2013 und zur Vorbereitung der Anhörung durch die Enquetekommission finden Sie anbei die Antworten zum Fragenkatalog.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer

Anlage

Antworten zum Fragenkatalog
Strategiepapier (Anlage 1)

**Antworten zum Fragenkatalog
zur Anhörung von Sachverständigen durch die Enquetekommission II
„Rohstoffsituation – Schwerpunkt Rohstoffeffizienz und Rohstoffsubstitution“
am 20. September 2013**

Fragen zur IST-Situation

Zu 1.a.)

Braunkohle – Mengen/Potentiale/Reichweiten/Verfügbarkeit

Die Braunkohle ist die wichtigste deutsche Energieressource, die zu wettbewerbsfähigen Bedingungen und in erheblichem Umfang langfristig verfügbar ist.

Die Förderung der deutschen Braunkohlenindustrie belief sich in den letzten Jahren auf eine Größenordnung von 170 bis 180 Mio. t. 90 % der geförderten Menge werden für die Erzeugung von Strom und Fernwärme in Kraftwerken der allgemeinen und industriellen Versorgung zur Verfügung gestellt, aus 10 % der geförderten Menge werden Veredlungsprodukte hergestellt, wie Braunkohlenstaub, Braunkohlenbriketts, Wirbelschichtbraunkohle und Koks sowie Montanwachse. Derzeit erfolgt eine stoffliche Nutzung nur durch die ROMONTA GmbH in Amsdorf, die aus bitumenhaltiger Rohbraunkohle ca. 25.000 t Montanwachse pro Jahr gewinnt.

Bei Beibehaltung des derzeitigen Förderniveaus beträgt die Reichweite der Kohlemengen in den genehmigten und erschlossenen Tagebauen knapp 30 Jahre. Die Reichweite der wirtschaftlich gewinnbaren Vorräte ist um den Faktor 10 größer. Eine Vorratsbewertung ist in Abb. 1 zu zusammengefasst.

Lagerstättenvorräte In Mrd. t			
Reviere	Geologische Vorräte	Wirtschaftl. gewinnbare Vorräte	Genehmigte u. erschlossene Tagebaue
Rheinland	55,0	35,0	3,2
Lausitz	11,9	3,4	1,1 ¹⁾
Mittel-deutschland	10,0	2,0	0,5
Deutschland	76,9	40,4	4,8

1) nutzbare Vorratsmenge laut genehmigten Braunkohlenplänen per 31.12.2012 = 1,1 Mrd. t, weitere Vorratsmenge nach lfd. Braunkohlenplanverfahren = 0,8 Mrd. t

Abbildung 1 Vorratsbewertung für Braunkohle

Derzeitige Rohstoffstrategien

- 1) **Rohstoffstrategie für Sachsen – Rohstoffwirtschaft – eine Chance für den Freistaat Sachsen**, herausgegeben vom Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, 01.08.2012

Beginnend ab S. 12, Abschnitt 4.2 heißt es:

„...Leitvision in der nachhaltigen Nutzung der Braunkohle ist jedoch die Weiterentwicklung von der ausschließlich thermischen hin zu einer stofflichen Nutzung und Verwertung der Braunkohle mit ihren Bestandteilen. Bei der Weiterentwicklung der Verfahren zur stofflichen Nutzung von Braunkohle sind auch Synergieeffekte bei der Entwicklung von relevanten thermochemischen Umwandlungsverfahren wie Vergasung und Pyrolyse für die stoffliche Nutzung von biogenen Sekundärrohstoffen in hochwertige Produkte (z. B. Biokraftstoffe, Chemikalien oder Strom) zu erwarten. Die stoffwirtschaftlichen Prozesse der chemischen Industrie benötigen auch in Zukunft eine Kohlenstoffquelle, die in Regionen mit begrenztem Potenzial an Biomasse – wie Europa – für großtechnische Produktionen nur fossil darstellbar ist. Mit der Kohlechemie bietet sich die einzigartige Chance für Europa, diesen Kohlenstoff aus den einheimischen Kohlevorkommen zu gewinnen und so die einseitige Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten zu mindern. Dies sichert eine potenziell höhere Wertschöpfung und mögliche zusätzliche Chancen für Wachstum und Beschäftigung, sowie eine nachhaltige Sicherung der ostdeutschen Chemiestandorte. ...“

- 2) **Forschung für eine umweltschonende zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung – Das 6. Energieforschungsprogramm der Bunderegierung**, herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Juli 2013

Auf S. 55, Abschnitt 3.1.6 Kraftwerkstechnik und CCS-Technologien“ werden folgende Forschungsthemen benannt:

„... Darüber hinaus lassen sich weitere Themen identifizieren, die zukünftig eine wichtige Rolle spielen:

- *neue Synthesegastechnologien (Vergasungstechnologien der 3. Generation),*
- *kombinierte stoffliche und energetische Nutzung von Kohle,*
- *neue Leistungselektronik, Anwendungen der Supraleitung, elektrische Komponenten im Kraftwerksbereich,*
- *Optimierung von CO₂-Kompressoren für CCS-Technologien,*
- *Untersuchung von Prozessen zur Nutzung von CO₂ (z. B. in der chemischen Industrie). ...“*

Auf S. 113, Abschnitt 6.3.2 Klimaschutz: Intelligenter Umgang mit CO₂ heißt es unter der Teilüberschrift „Zukunftsweisende Nutzungsoptionen“:

„... Daher kann zum anderen die heimische Braunkohle, nachdem sie nicht mehr als Energieträger genutzt wird, als Rohstoff dienen. Entsprechende Vorbereitungen für eine CO₂-arme Kohlechemie sind daher notwendig. ...“

- 3) **Die Braunkohle auf dem Weg in die Zukunft, Gemeinsame Erklärung der Länder Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt**, erschienen am 01.03.2011 und zu finden unter www.cluster-chemie-kunststoffe.de

In der gemeinsamen Erklärung der Ministerpräsidenten der drei Bundesländer anlässlich eines Treffens mit dem Mitglied der Europäischen Kommission Günther Oettinger heißt es auf S. 3:

„... Die Länder werden sich insbesondere dafür einsetzen, dass:

- *die Entwicklung neuer Verfahren für CO₂-arme Kraftwerkstechnologien und für die CO₂-*

arme Kohlechemie in den Forschungsprogrammen des Bundes und der Europäischen Union fortgesetzt und verstärkt wird,

- *die Struktur bestimmenden Investitionen in Braunkohlechemieparks zur stofflichen Nutzung der Kohle durch eine angemessene Freistellung der CO₂-Kosten mit einem eigenen Benchmark abgesichert werden,*
- *die Abspaltung, Speicherung, Nutzung und Weiterverarbeitung von CO₂ sowie der Abtransport und Alternativvarianten forschungsseitig unterstützt und durch entsprechenden Rechtsrahmen gesichert werden,*
- *die Zusammenarbeit auf der Basis der vom Europäischen Netzwerk der Chemieregionen (ECRN) angestoßenen Europäischen Forschungsinitiative für die stoffliche und energetische Verwertung der Braunkohle im Rahmen des Programms Horizon 2020 verstärkt wird,*
- *das vom BMBF geförderte Projekt „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland - ibi“ zu einer Forschungsinitiative auf europäischer Ebene weiterentwickelt wird. ...“*

Zu 1.b.)

- Reichweitenverlängerung: nicht einschätzbar, da Genehmigungsabhängig
- neue Rohstoffquellen/sekundäre Förderung: für deutsche Braunkohle nicht relevant
- neue Rohstoffe/-techniken: Aktuelle Projekte zur Stofflichen Nutzung der Braunkohle und CO₂

Neue Rohstoffe/-techniken

Neben der effizienten thermischen Nutzung von Braunkohle rückt die stoffliche Nutzung als Rohstoff für Chemie, Petrochemie und Kunststoffherzeugung weiter in den Fokus. Hierzu wird in den Revieren eine Vielzahl von Projekten verfolgt, um entsprechende Zukunftspotentiale aufzuzeigen.

Revier Rheinland

Im Rheinland sind die Forschungsaktivitäten zur effizienten thermischen Nutzung, zur Rauchgasreinigung und zur stofflichen Nutzung von CO₂ im Innovationszentrum Kohle in Niederaußem gebündelt. Hier sind folgende Projekte anzusprechen:

CO₂-Wäsche

Seit 2009 erprobt RWE im Rahmen einer Kooperation mit BASF und Linde in einer Pilotanlage eine neuartige Technologie zur Abtrennung von CO₂ aus Rauchgasen. RWE, BASF und Linde arbeiten jetzt an Lösungen für Demonstrations- und Großkraftwerke. Auf Grundlage dieser Technik könnten dann mehr als 90 Prozent des Kohlendioxids aus den Verbrennungsabgasen eines Kraftwerks entfernt und anschließend einer Speicherung im Untergrund zugeführt oder für eine stoffliche Umwandlung verwendet werden.

Algenprojekt

Im Rahmen des RWE-Algenprojektes konnte gezeigt werden, dass die Mikroalgen mit Rauchgas aus dem Braunkohlekraftwerk ebenso gut wachsen wie mit reinem CO₂. Der dreijährige Betrieb unter Realbedingungen hat geholfen, die technische Entwicklung weiter voranzutreiben und wesentliche Aspekte für die Planung zukünftiger Großanlagen aufzuzeigen. Das Projekt wurde wie geplant Ende 2011 abgeschlossen.

Biotechnologische Verwertung von CO₂

Kohlendioxid mit Mikroorganismen in Biomasse oder direkt zu Wertstoffen umwandeln, wird in einer Forschungskoooperation mit dem Biotechnologie-Unternehmen BRAIN untersucht. Am Ende entstehen Biomasse und industriell nutzbare Produkte wie neue Biomaterialien, Bio-Kunststoffe und chemische Zwischenprodukte. Für diese werden Anwendungsmöglichkeiten zum Beispiel als Bau- und Dämmstoff sowie zur Herstellung von Fein- und Spezialchemikalien oder auch Massenchemikalien untersucht. Neben Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten bei BRAIN in Zwingenberg laufen auch Versuche im Innovationszentrum Kohle, bei denen das Wachstumsverhalten von Mikroorganismen im Original-Braunkohlerauchgas untersucht wird.

Chemische Umwandlung von CO₂

An der nachhaltigen Verwendung von CO₂ forscht RWE Power gemeinsam mit Bayer Material Science und Bayer Technology Services sowie mit der RWTH Aachen University. Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt „Dream Production“ wird untersucht, ob auf Basis von CO₂ aus Kraftwerksrauchgasen hochwertige Kunststoffe – so genannte Polyurethane – hergestellt werden können. In diesen Kunststoffen wird das Kohlendioxid dauerhaft chemisch eingebunden.

Umwandlung von CO₂ zu Synthesegas

Das Forschungsvorhaben CO2RECT, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, hat RWE Power zusammen mit Siemens, Bayer sowie mehreren Hochschulen und Forschungseinrichtungen initiiert. Ziel ist es, den Umwandlungsprozess von CO₂ aus Kraftwerksrauchgasen mit Wasserstoff zu Synthesegas zu entwickeln, einem vielseitig einsetzbaren Grundstoff der Industrie. Zur Erzeugung des Wasserstoffs soll das Überangebot erneuerbarer Energien genutzt werden. Hierzu hat im Herbst 2012 eine flexible Wasserelektrolyse von Siemens ihren Testbetrieb am Standort Niederaußem aufgenommen.

Power to gas

In einer neuen Testanlage untersucht RWE Power eine innovative Möglichkeit zur Speicherung von überschüssigem Strom als chemische Energie in Form von Erdgas.

Revier Mitteldeutschland

Die stoffliche Verwertung von Braunkohle ist für das mitteldeutsche Revier eine Frage von wachsender Bedeutung. Der in Mitteldeutschland durch das BMBF geförderte Wachstumskern „Innovative Braunkohlenintegration (ibi)“, in dem zwölf Forschungspartner eingebunden sind, befasst sich mit der kaskadenartigen Wandlung der Kohle in chemische Basisprodukte, wobei insbesondere auf die Nutzung der in der Kohle bereits vorhandenen chemischen Verbindungen geachtet wird. MIBRAG und ROMONTA sind Kooperationspartner dieses ibi-Bündnisses. Zur Gewährleistung einer effizienten Verarbeitung und Generierung einer maximalen Wertschöpfung wird eine ganzheitliche Prozesskette von der Lagerstätte über die Gewinnung bis zur stofflichen und energetischen Nutzung betrachtet. Ein zentrales Alleinstellungsmerkmal ist der stufige Ansatz, bei dem einzelne Verfahrensschritte, wie die Extraktion, die Niedertemperaturkonversion und die Vergasung als integrierender Verbund der stofflichen Verwertung, gestaltet werden sollen.

Revier Lausitz

CCS-Technologie

Zur Weiterentwicklung der CCS-Technologie werden die Forschungsarbeiten an der Oxyfuel-Pilotanlage in Schwarze Pumpe durchgeführt. Die Anlage war bisher 16.250 Stunden in Betrieb, dabei wurden 10.660 t CO₂ verflüssigt. Schwerpunkte waren dabei weitere Brenntests, Forschungen zur Nutzung von Trockenbraunkohle und zur Flexibilisierung der Kraftwerksprozesse. Damit erfolgte zugleich ein Wandel von einer reinen Oxyfuel-Anlage hin zu einer universellen Kraftwerks-Forschungsanlage. Neben der CCS-Technik werden auch bei Vattenfall Forschungsprojekte zur Entwicklung von CCU-Lösungen vorangetrieben.

So wurde das in der Oxyfuel-Anlage abgeschiedene CO₂ für Projekte in Algenzuchtanlagen und zur Mineralisierung genutzt.

Algenzuchtanlage

Vattenfall und die GMB GmbH betreiben im Rahmen des Forschungsprojektes „green MISSION“ in Senftenberg eine Algenzuchtanlage. Mit einem Fassungsvermögen von 48.000 Litern ist die Anlage mit dem Namen „hanging gardens“ (hängende Gärten) weltweit die bislang größte ihrer Art. Die Mikroalgen werden mit Rauchgas aus dem benachbarten Heizkraftwerk „gefüttert“.

Erstmals wird mit den „Hängenden Gärten“ von Senftenberg ein kontinuierlicher Produktionsprozess in Gang gesetzt. Sieben Millionen Tonnen Biomasse sind das jährliche Ziel. Verarbeiten lässt sie sich sowohl in Biogasanlagen als auch in der Produktion von Bio-Treibstoff, in der Futtermittel- und der Kosmetikindustrie.

Stofflichen Verwertung

Zur Thematik der direkten stofflichen Verwertung von Braunkohle sind Vattenfall, RWE, Romonta und die MIBRAG weiterhin Kooperationspartner am Verbundforschungsvorhaben Deutsches Energierohstoffzentrum (DER) Freiberg. Dieses vom BMBF geförderte Verbundforschungsvorhaben mit der Laufzeit von 2010 bis 2014 dient der Entwicklung von Technologien zur effizienten stofflichen und energetischen Nutzung von fossilen und biogenen Energierohstoffen.

Zu 2.a.)

Planung, Genehmigung und Betrieb von Braunkohlegewinnungs- und Veredlungsanlagen einschließlich Kraftwerken erfüllen international höchste Standards (ethisch, sozial und ökologisch).

Zu 2.b.) Entfällt für Braunkohle.

Fragen zu Kreisläufen

Zu 3.)

Durch Einkopplung von Strom aus regenerativen Quellen wird langfristig eine CO₂-emissionsarme bis -freie stoffliche Nutzung von fossilen Kohlenstoffträgern (Kohle, Öl, Gas, Abfälle) möglich.

Das Strategiepapier „CO₂-freie stofflich-energetische Kohlenutzung – die CO₂-freie Alternative zur Kohleverbrennung für das Nacherdöl-Zeitalter“ des Instituts für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen der TU Bergakademie Freiberg aus dem Jahr 2011 gibt hierzu einen Leitfaden (siehe Anlage 1).

Zu 4.)

Technologiewechselzeiträume liegen für die Grundstoffindustrie (chemische Industrie für Grundstoffchemikalien) in Dekaden.

Zu 5.) Nicht relevant für Braunkohle.

Fragen zur Optimierung

Zu 6.)

Optimierung für den Sektor der chemischen Industrie:

Die Substitution von Erdöl durch Kohle erfordert eine Umstellung der chemischen Technologien. Die Einkopplung von regenerativem Wasserstoff hat das höchste Rohstoffeffizienzpotential für die stoffliche Nutzung der Braunkohle in der Chemie (Erhöhung der stofflichen C-Einbindung in chemische Produkte von ca. 50% bis auf theoretisch 100 %). Energieeffizienzpotentiale sind hier keine Zielgröße, da regenerativer Überschussstrom genutzt wird.

Fragen zur Substitution

Zu 7.a. und b.) Entfällt für Braunkohle.

Zu 8.a bis d.) Entfällt für Braunkohle.

Zu 9.)

Potential zur stofflichen Verwertung von CO₂:

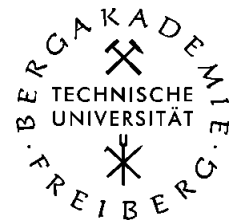
- Die CO₂-Emission der Braunkohlenutzung in Deutschland betragen ca. 170 Mio t/a.
- Für die Erzeugung von organischen Grundchemieprodukten von ca. 12 Mio t/a würden theoretisch maximal 40 Mio t/a ausreichen (grobe Schätzung).

→ **Die Nutzung von CO₂ bietet keine reale Option für die nächsten Dekaden infolge eines zu erwartenden Erdgas-Überangebotes aus Schiefergas (Shale Gas).**

Aus Sicht der Wissenschaft erscheint der **Umweg über die Nutzung von CO₂ aus der Braunkohleverstromung nicht sinnvoll gegenüber der direkten stofflichen Kohlenutzung** (Gründe: Gesamteffizienz, Anlagentechnik und Kosten).

Zu 10.)

Durch das „Herausnehmen“ der Braunkohle aus den Kraftwerken und die Nutzung in der chemischen Industrie würde sich die heimische Kohlenutzung etwa halbieren, d.h. mit entsprechender Auswirkung bezüglich Nachhaltigkeit.



Strategiepapier

CO₂-freie stofflich-energetische Kohlenutzung
- die CO₂-freie Alternative zur Kohleverbrennung
für das Nacherdöl-Zeitalter

I. Faktenlage

1. Energiekonzept 2010: Weitgehende Ablösung der deutschen Braunkohle im Strommarkt durch regenerativ erzeugtem Strom

Das Energiekonzept der Bundesregierung prognostiziert bis 2050 den Verzicht auf deutsche Braunkohle für die Stromerzeugung. Dadurch steht Braunkohle bis zu einer Größenordnung der heutigen Jahresförderung von rund 170 Mio. t für die CO₂-arme bzw. langfristig CO₂-freie Nutzung im Rahmen der stofflich-energetischen Kohlenutzung zur Verfügung.

CO₂-Emission: Aktuell (2010) werden von deutschen Braunkohlekraftwerken rund 150 Mio. t CO₂/a emittiert.

2. Perspektive 2030: Braunkohle als Chemie- und Energierohstoff (stofflich-energetische statt energetische Kohlenutzung)

Etwa 16 Mio. t Erdöl werden heute in Deutschland von der chemischen Industrie für die Erzeugung vor allem von Olefinen (Ethylen und Propylen) in einer Menge von ca. 8,6 Mio. t/a genutzt.

Es ist davon auszugehen, dass Erdöl künftig zu deutlich höheren Preisen als bisher zur Verfügung stehen wird. Die Ablösung von Braunkohle bei der Stromerzeugung eröffnet damit die Möglichkeit, Erdöl als Rohstoff der chemischen Industrie durch Braunkohle zu ersetzen. Hierbei steht die stoffliche Kohlenutzung in Verbindung mit der energetischen Kohlenutzung. Die bisher erdölbasiert erzeugten ca. 8,6 Mio. t Olefine können alternativ auch aus ca. 71 Mio. t Rohbraunkohle hergestellt werden. Diese Kohlemenge wäre unter Zugrundelegung des Energiekonzeptes der Bundesregierung (s.o.) bereits 2030 ohne weiteres bereitstellbar. Potenzial zur kohlebasier-ten Erzeugung weiterer Grundchemikalien, wie z. B. Methanol oder Oxo-Alkohole, ist vorhanden. Das aus Kohle erzeugbare Methanol kann nicht nur als Grundchemikalie sondern auch als Brennstoff zum Betrieb von konventionellen Gasturbinen für die Stromerzeugung während Spitzenlastzeiten genutzt werden.

Die stofflich-energetische Nutzung heimischer Braunkohle könnte damit die Abhängigkeit von Erdölimporten reduzieren und somit einen Betrag zur Ressourcensicherheit leisten. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass Braunkohle in den nächsten zehn bis 15 Jahren der vergleichsweise kostengünstigste Chemie-Rohstoff für Kohlenwasserstoffe sein wird.

CO₂-Emission: Während bei der Kohleverbrennung zur Stromerzeugung 100 % des Kohlenstoffs zu CO₂ gewandelt werden, wird bei der stofflichen Kohlenutzung etwa die Hälfte des Ausgangskohlenstoffs in den erzeugten Chemikalien gebunden. Dadurch sinken im Vergleich zur Kohleverstromung die CO₂-Emissionen um etwa 50 %. Durch Mitverwertung von Biomasse könnten die CO₂-Emissionen weiter gesenkt werden. Dabei wird durch Biomasse ein doppelt so hoher Minderungseffekt erzielt wie bei der Kohleverstromung!

Verkaufserlöse/Beschäftigungseffekte: Im Vergleich zur Kohleverbrennung werden bei der stofflichen Kohlenutzung höhere Verkaufserlöse (Produkterlöse), insbesondere bei Propylen und anderen Olefinen, erzielt. Positive Effekte durch Verbindung der stofflichen mit der energetischen Kohlenutzung sind zu erwarten. Werden die CO₂-Emissionen mit einer Pönale belegt, ist der Erlösunterschied bezogen auf 1t Rohbraunkohle noch höher (Annahme: 20 €/t CO₂-Steuer bzw. CO₂-Speicherkosten als CO₂-Pönale).

Produkt	Marktpreis ⁵⁾	Verkaufserlös ohne CO ₂ -Pönale	Spezifische CO ₂ -Emission	Verkaufserlös mit CO ₂ -Pönale	Reduktion der Verkaufserlöses durch CO ₂ -Pönale
El. Strom ¹⁾	65 €/MWh _{el.}	75 €/t _{Rohkohle}	ca. 1,2 kg _{CO2} /kg _{Rohkohle}	51 €/t _{Rohkohle}	32 %
(Kohlechemie) Methanol ²⁾	250 €/t _{Methanol}	83 €/t _{Rohkohle}	ca. 0,6 kg _{CO2} /kg _{Rohkohle}	71 €/t _{Rohkohle}	15 %
(Kohlechemie) Propylen ³⁾	960 €/t _{Propylen}	94 €/t _{Rohkohle}	ca. 0,61 kg _{CO2} /kg _{Rohkohle}	82 €/t _{Rohkohle}	13 %
(Kohlechemie) Olefine ⁴⁾ (Ethylen + Propylen)	1030 €/t _{Olefine}	125 €/t _{Rohkohle}	ca. 0,62 kg _{CO2} /kg _{Rohkohle}	113 €/t _{Rohkohle}	10 %

Annahme: rheinische Rohbraunkohle, Wassergehalt 50 Ma.-%

1) Kraftwerks-Nettowirkungsgrad 40 %,

2) Methanolerzeugung nach dem Prinzip Lurgi MegaMethanol (ca. 3 kg Rohkohle für 1 kg Methanol)

3) Propylenerzeugung: ca. 0,285 kg Propylen aus 1 kg Methanol;

Die gesamten CO₂-Emissionen werden dem Hauptprodukt Propylen zugewiesen. Nebenprodukte, wie Benzin und LPG wurden nicht berücksichtigt. Die angegebene spezifische CO₂-Emission ist daher etwas zu hoch dargestellt.

4) Olefinerzeugung aus Methanol: ca. 0,35 kg Olefine aus 1 kg Methanol;

Die gesamten CO₂-Emissionen werden den Hauptprodukten Ethylen und Propylen zugewiesen (das Produkt besteht je zur Hälfte aus Propylen und Ethylen). Nebenprodukte, wie höhere Olefine wurden nicht berücksichtigt. Die angegebene spezifische CO₂-Emission ist daher etwas zu hoch dargestellt.

5) Preise entsprechend Statistik des VCI bzw. EEX

Die höheren Verkaufserlöse der stofflichen Kohlenutzung rechtfertigen höhere Investitionen und größere Beschäftigungseffekte (Arbeitsplätze). Relevant sind nicht nur Beschäftigungseffekte in der chemischen Industrie selbst, sondern auch vorgelagert bei der Gewinnung der Rohbraunkohle und bei Zulieferindustrien (z.B. Maschinen- und Anlagenbau).

3. Perspektive 2050: Einkopplung von CO₂-freiem Wasserstoff

Es ist davon auszugehen, dass nach 2030 CO₂-emissionsfrei erzeugter Wasserstoff in erheblichem Umfang zur Verfügung stehen wird und in industrielle Prozessketten eingekoppelt werden kann. Die vordringliche Aufgabe besteht darin, neue Möglichkeiten der CO₂-freien Wasserstofferzeugung zu entwickeln, da das in diesem Gebiet bisher dominante Verfahren, die Elektrolyse, einen vergleichsweise niedrigen Wirkungsgrad aufweist. Erste erfolgversprechende Ergebnisse zur Wasserstofferzeugung mittels eines neuen Prinzips der Wasserspaltung mit Niedertemperaturabwärme durch Nutzung piezoelektrischer Materialien wurden unlängst bekannt.

Wasserstoff-Einkopplung in die stofflich-energetische Kohlenutzung: Durch Einkopplung von CO₂-emissionsfrei erzeugtem Wasserstoff kann bis zu 100 % des Kohlenstoffs aus der Kohle in den chemischen Produkten gebunden werden. Es ist damit möglich, bei der stofflichen Kohlenutzung „0“-CO₂-Emission zu erreichen, ohne dass CCS notwendig ist! Für den Fall, dass partiell CCS eingesetzt werden soll, reduziert sich der dafür nötige energetische Zusatzaufwand bei stofflicher Kohlenutzung um die Hälfte im Vergleich zur Kohleverstromung. Wird anstatt einer Chemikalie z. B. Methanol als Brennstoff erzeugt und regenerativ erzeugter Wasserstoff eingekoppelt, so ist es möglich, das Methanol über die Wasserstoffeinkopplung als Speicherbrennstoff für den regenerativen (zur Wasserstofferzeugung nötigen) Strom zu nutzen. Dadurch sinkt die CO₂-Emission des Speicherbrennstoffs.

II. Handlungsempfehlungen

Gestufte Befreiung von der CO₂-Steuer

Sollen Braunkohle energetisch-stofflich genutzt werden und Erdölimporte im Sinne der Rohstoffsicherheit substituiert werden, ist es notwendig, langfristig für Investitionssicherheit zu sorgen. Hintergrund sind die langen Vorlaufzeiten von 15-30 Jahren, die zur Erschließung und Öffnung von Braunkohletagebauen erforderlich sind. Nach dem aktuellen Stand des Energiekonzepts mit der starken Reduktion der Kohleförderung ist die nötige Investitions- und Planungssicherheit zur Vorbereitung bzw. Planung der Tagebaue für eine stofflich-energetische Kohlenutzung nicht gegeben. Eine Verankerung der stofflich-energetischen Kohlenutzung in der Energie- und Wirtschaftsstrategie der Bundesregierung zur Schaffung von Planungssicherheit und Erhaltung der Zugriffsmöglichkeit auf die Braunkohle wird daher für zwingend notwendig erachtet. Darüber hinaus ist es notwendig, die FuE-Aktivitäten im Bereich der stofflichen Kohlenutzung und der Entwicklung neuer Verfahren zur CO₂-emissionsfreien Erzeugung von Wasserstoff zu intensivieren.

Es wird empfohlen, die stoffliche Braunkohlenutzung durch energiepolitische Steuerungsinstrumente, insbesondere durch Befreiung der stofflichen Kohlenutzung von der CO₂-Steuer, zu unterstützen:

- bis 2030: steuerliche Freistellung der CO₂-Emissionen der stofflichen Nutzung von Kohle,
- 2030 bis 2050: steuerliche Freistellung der CO₂-Emissionen der stofflichen Nutzung von Kohle unter der Voraussetzung der schrittweisen Einkopplung von CO₂-emissionsfrei erzeugtem Wasserstoff.

FuE-Programme

Im 6. Energieforschungsprogramm und anderen Forschungsprogrammen der Bundesregierung müssen als vordringliche Aufgaben aufgenommen werden:

- Weiterentwicklung bekannter Verfahren der stofflich-energetischen Kohlenutzung, insbesondere der Vergasung, und Entwicklung neuer Verfahren der stofflich-energetischen Nutzung von Kohlen mit dem Ziel der Minimierung der CO₂-Emissionen,
- Weiterentwicklung der Verfahren unter dem Aspekt der späteren Einkopplung von Wasserstoff,
- Entwicklung neuer Verfahren der CO₂-emissionsfreien Erzeugung von Wasserstoff, vorzugsweise durch Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme.