

Effizienzbetrachtung der thermischen Nutzung von CO₂ in Verbindung mit fossilen Brennstoffanlagen

Einleitung

Die Ursache für die aktuelle globale Klimaproblematik ist die Nutzung fossiler Brennstoffe. Hierzu zählen Kohle, Braunkohle, Erdöl und die daraus gewonnenen Derivate sowie verschiedene Erdgase.

Meist in Verbindung mit Sauerstoff kommt es zu exothermen Reaktionen und somit zu einem Energieüberschuss. Diesen Überschuss nutzen wir direkt/indirekt als Wärme oder gewandelt als elektrischer Energie und Treibstoff. Mittels Nutzung dieser Ressourcen hat sich die Menschheit einen hohen Lebensstandard geschaffen. Noch bis weit in die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts war der Fokus ausschließlich auf die Nutzung fossiler Energien, Erdöl für Heizung, Transport und Verkehr, Kohle/Braunkohle für die Stromerzeugung gerichtet. Die größte Sorge galt seinerzeit eigentlich der Menge der gewinnbaren Vorräte.

Problematik

Bei der Nutzung fossiler Rohstoffe entstehen Reaktionsprodukte die schädlich sind für Mensch, Umwelt und Klima. Durch Filter, Katalysatoren und technischer Neuerungen haben wir es geschafft, die Nutzung „sauberer“ zu machen. Wer kann sich eigentlich noch an das letzte smogbedingte Fahrverbot erinnern? Ein wesentliches Problem ist dabei jedoch lange Zeit unbeachtet geblieben. Bei der Nutzung von fossilen Rohstoffen entsteht Kohlendioxid (CO₂), ein natürlich in der Atmosphäre vorkommendes Gas. Über hunderttausende von Jahren existierte ein Gleichgewicht zwischen dem CO₂ Anteil in der Luft und dem CO₂ das in der Biomasse/Vegetation gespeichert ist. Die gesamten Erdgas-, Erdöl- und Kohlevorkommen sind bei einer etwas modifizierten Betrachtung nichts anderes als Kohlendioxidlager aus erdgeschichtlicher Frühzeit. Durch die Nutzung dieser Rohstoffe holen wir das CO aus dem sicheren Lager und erhöhen den Anteil in der Luft. Mittlerweile dürften die meisten wissen, dass dies zu einer Temperaturerhöhung führt, mit gravierenden Folgen für unser Leben, abschmelzen der Polkappen und Erhöhung des Meeresspiegels, Desertifikation großer Landstriche und damit verbunden knapper werdende landwirtschaftlich nutzbarer Fläche, sowie Häufung von Unwettern.

Gefahr erkannt – was tun?

Ein vielversprechender aber bei weitem nicht ausreichender Ansatz ist die CO₂ freie Erzeugung von Energie. Alternative bzw. erneuerbare Energien können hier einen Beitrag liefern, werden unsere Ansicht nach aber bei weitem nicht ausreichend sein. Windenergie stößt heute schon teilweise an seine Grenzen, die guten Windlagen sind nahezu vollständig erschlossen, und auch Standorte mit schlechteren Windlagen werden knapper und das bei zunehmend schwindender Akzeptanz. Für die Solarenergie gäbe es noch ausreichend Flächen, aber Produktion, Entsorgung und Gewinnung von notwendigen Rohstoffen sind mitunter sehr umstritten. Der Solarenergie fehlt es genauso wie der Windenergie an einer dringend benötigten Grundlastfähigkeit. Der Vollständigkeit halber seien da noch die Fließwasserkraftwerke genannt. Sie bieten zwar grundlastsicheren Strom, aber auch hier sind die meisten in Frage kommenden Standorte schon verbaut und auch Fließwasserkraftwerke sind nicht unproblematisch für die angrenzenden ökologischen Biotope. Ein häufig aus einer bestimmten politischen Ecke kommender Vorschlag ist der umfangreiche Verzicht auf viele liebgewonnenen

Gewohnheiten. Ein umfangreicher Verzicht und damit verbunden eine erhebliche Einschränkung unserer Lebensqualität wird aktuell kaum möglich sein. Das Problem, die heute produzierten Emissionen werden uns erst in ein bis zwei Jahrzehnten so richtig auf die Füße fallen. Bilder von schmelzenden Gletschern und wütenden Hurricanes führen zwar zu einer gewissen Betroffenheit aber bei weitem noch nicht zu einer Änderung des Lebensstils.

Damit alles so bleibt wie es ist, und damit ist unser lieb gewonnener und energieintensiver Lebensstil gemeint, müssen wir vieles ändern. Was wir wirklich benötigen sind neue Technologien, die uns erlauben alle Arten von Energie zu nutzen und dabei umweltfreundlich und klimaneutral sind und trotzdem die Gesellschaft nicht finanziell überfordert. Leider wird wohl auch die Kernenergie unter diesen Vorzeichen eine Renaissance erfahren.

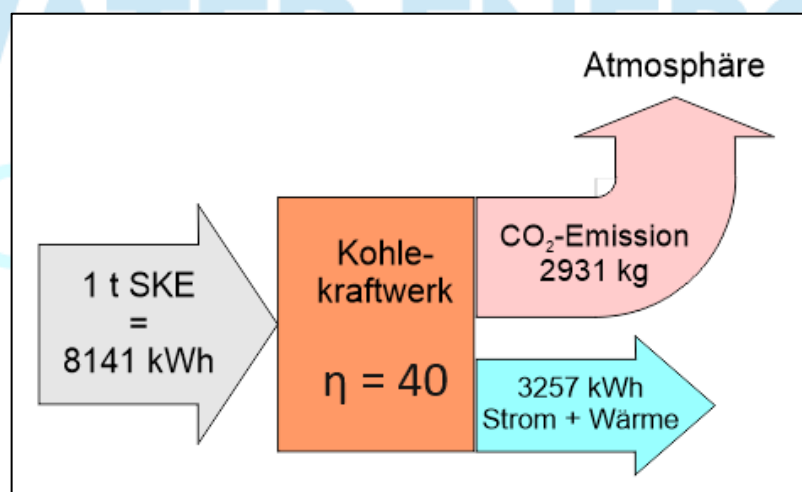
Aktuell finden Anlagen mit Direct-Air-Capture-Technologie viel Aufmerksamkeit in den Medien. Diese Anlagen können aber nur ein sehr kleiner Teil der Lösung sein. Sie sind ineffizient und sehr energieintensiv und machen nur dann Sinn, wenn ausschließlich aus überschüssigem Ökostrom betrieben werden. Mit zunehmendem Ausbau der alternativen Energien, wird auch immer mehr überschüssiger, am Markt nicht zu veräußerbarer, Strom produziert, der auf diesem Weg noch sinnvoll nutzbar wäre.

Aus der Not eine Tugend machen

Eine Möglichkeit, sowohl die CO₂ Emissionen deutlich zu senken und gleichzeitig der steigenden Nachfrage nach grundlastsicherem Strom gerecht zu werden, ist die thermische Nutzung von CO₂.

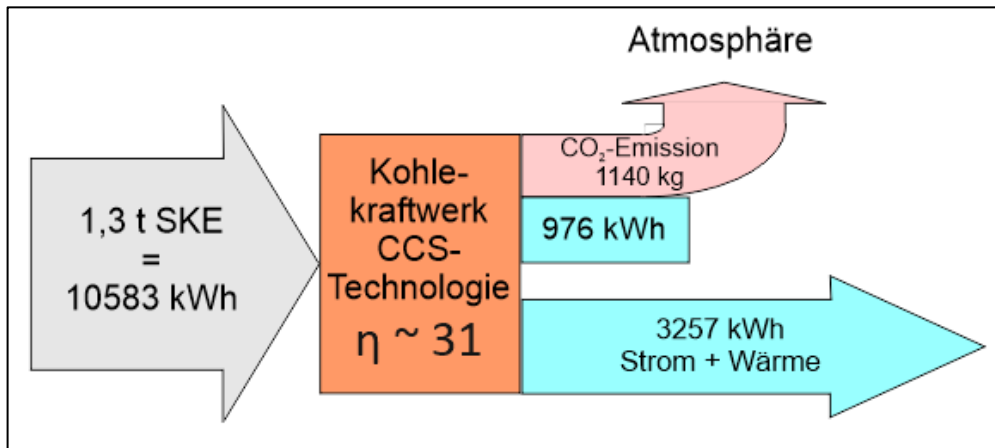
Die Technik ist an anderer Stelle ausreichend beschrieben, weshalb wir uns hier auf die Wirkung im Gesamtkontext beschränken. Im ersten Entwicklungsschritt kommt die thermische CO₂ Nutzung stationär zum Einsatz, bspw. in Kraftwerken und BHKW's.

Betrachten wir einmal anhand der folgenden schematischen Darstellung die Energie-/Klima-Situation in einem Steinkohlekraftwerk anhand der aktuell in der Literatur angegebenen Werte.



Ein durchschnittliches modernes Kohlekraftwerk hat je nach Lastfall einen Wirkungsgrad von 40%. Aus 1,016 t Steinkohle werden hier ~3257 kWh Strom und Wärme erzeugt. Dabei fallen aber leider auch durchschnittlich 900 g CO₂/kWh an. Mit diesen Werten sind keine Klimaziele erreichbar.

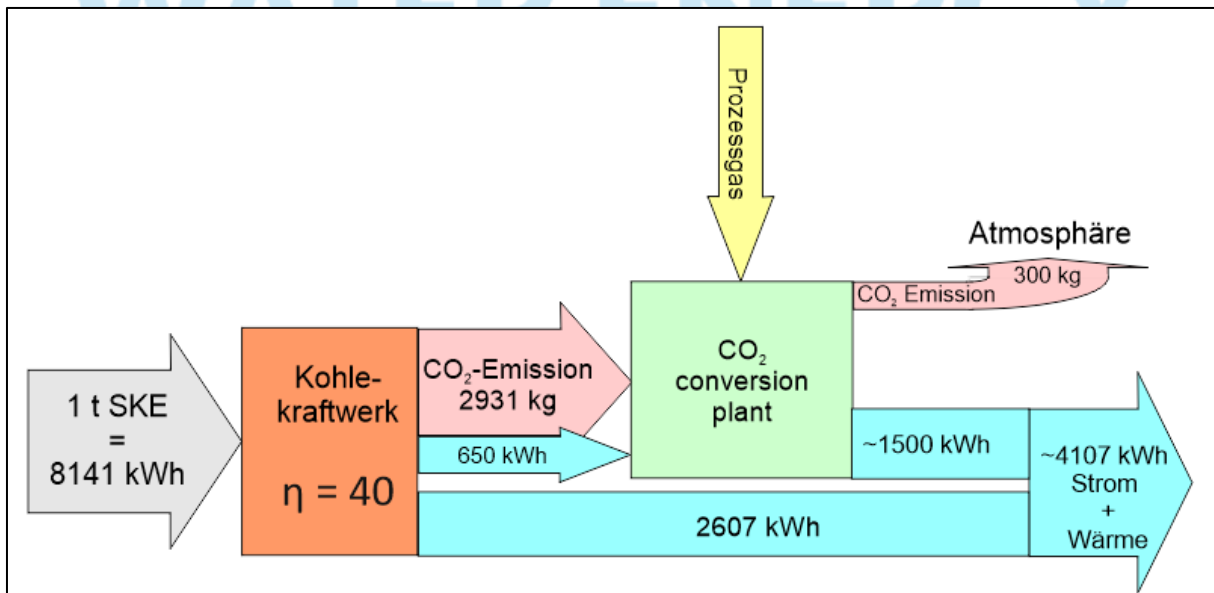
Um Kohlekraftwerke klimafreundlicher zu machen, entwickelt man schon seit Jahren an der CCS-Technologie. Hierbei wird ein größerer Teil des anfallenden CO₂ aus der Abluft ausgefiltert. Trotz deutlich reduziertem CO₂-Ausstoss erreicht man aber lediglich die Werte von Gaskraftwerken.



Trotz jahrzehntelanger Entwicklung befindet sich diese Technologie eigentlich noch im Forschungs- bzw. Pilotstatus. Durch den hohen zusätzlichen Energiebedarf für die Filtertechnologie wird die Wettbewerbsfähigkeit deutlich gemindert. Je nach Kraftwerks-/Brennstofftyp (Öl, Kohle oder Braunkohle) liegt die CO₂ Emission zwischen 255 – 440 g/kWh. Hinzu kommen noch nicht unerheblich Entsorgungskosten für das ausgefilterte CO₂.

Ein weiterer Lösungsansatz

Mit der thermischen Nutzung des CO₂ haben wir einen ganz neuen Ansatz gewählt. Unter Einsatz eines Prozessgases und der von uns entwickelten Technologie werden die CO₂ belasteten Abgase in brennbare Gase gewandelt. Der hierfür erforderliche Energieaufwand ist überschaubar. Mit Hilfe dieser Technologie wird die Effizienz von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen erheblich erhöht und gleichzeitig wird ein hoher Anteil an CO₂ endgültig eliminiert und dem Kreislauf entzogen.



Die in diesem Bild aufgeführten 650 kWh werden für das Betreiben der Anlage und die Produktion des Prozessgases benötigt.

Obwohl diese Technologie noch ganz am Anfang steht, stimmen die ersten Ergebnisse aber hoffnungsfroh. Durch diese Technologie wird die Effizienz von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen deutlich, in unserem Beispiel um über 25% erhöht. Gleichzeitig wird auch noch die CO₂ Emission deutlich gesenkt. Mit 115 g/kWh CO₂ nähert man sich schon ziemlich stark der einen oder anderen Photovoltaikanlage. Berücksichtigt man weiter, dass sich diese Technologie in den frühesten Kinderschuhen befindet, ist mit noch deutlich besseren Ergebnissen in Zukunft zu rechnen. Zum jetzigen Zeitpunkt halten wir es für sehr realistisch, dass eine solche Anlage von der Zentralheizung über ein BHKW bis hin zum Kraftwerk angeboten und effektiv genutzt werden kann. Eine solche Anlage wäre zudem auch deutlich effizienter und preisgünstiger als alle Dämmmaßnahmen an Gebäuden. Aufgrund der eingesetzten Komponenten sehe wir im Moment nur Einsatzmöglichkeiten im stationären Bereich. Diese Technologie erfüllt viele visionäre Ansprüche. Zum einen haben wir hier eine grundlastfähige Technologie, die zudem aus „Dreckschleudern“ Ökoliebliche machen kann. Durch Nachrüstungen können wir unsere vorhandene Kraftwerkskapazität um mindestens 20% erhöhen, und somit den zunehmenden Bedarf durch E-Mobilität decken. Zum anderen sind politische Klimaziele innerhalb von 10 Jahren erreichbar und das sozial-, struktur- und kapitalverträglich.

Ziele

Unser Forschungs- und Entwicklungsziele sind zum einen die Steigerung der Effizienz der Anlage. In einem nächsten Schritt werden wir dann konzentriertes CO₂ zum thermischen Nutzen und somit eine ideale Ergänzung zu Direct-Air-Capture-Anlagen bilden. Ein weiteres Anliegen, das oben auf unserer Prioritätsliste steht, ist die Entwicklung kleinerer Anlagen für den Bereich Schienen- und Schiffstransport.

Fa. WEC / Northern Lite Waters

Dieter Schulze + Team

Ihlienworth

25.04 2021

WATER ENERGY
CONSULTING

Anhang

Kennzahlen

1 t SKE = 7.000.000 kcal = 29307,6 MJ = 8141 kWh = 700 kg ÖE (Öleinheiten)

1 t Benzin = 1,486 t SKE

1 t Rohöl = 1,428 t SKE

1 t Steinkohle = 1,016 t SKE

1 t Braunkohle = 0,290 t SKE

1000 m³ Erdgas = 1,083 t SKE

STK-Kraftwerk **Wirkungsgrad** abhängig vom Lastfall zwischen 35% und 45%

STK-Kraftwerk **CO₂ Emission** ca. 900 g/kWh

CCS-Kraftwerke (carbon dioxide capture and storage)

Hoher Energiebedarf, für gleiches Ergebnis ca. ⅓ mehr Rohstoffeinsatz

CO₂ Emission 255 – 440 g/kWh

CO₂ Emission in g/kWh nach Erzeugungsart

Braunkohle 1000 – 1200

Steinkohle 850 – 1100

Erdgas 400 – 600

Biomasse 200 – 280

Solarmodul 35 – 100

Wasserkraft 15 - 40

Windkraft 10 – 20

Die CO₂ Emissionen bei PV, WKA und Wasserkraft fallen im Wesentlichen bei der Produktion an und werden dann auf die später erzeugte Energie umgerechnet.

Quelle: Wikipedia