

## Beispiel: Kohlendioxid verfeuern statt freisetzen

Ein Start-up in Texas (USA) will in einer Pilotanlage Kraftwerksturbinen mit Kohlendioxid antreiben. In der Brennkammer der Pilotanlage soll Erdgas zusammen mit Sauerstoff in einer CO<sub>2</sub>-Atmosphäre unter hohem Druck verfeuert werden, wobei zusätzliches Kohlendioxid entsteht. Dieses heiße Gas steht unter so hohem Druck, dass eine Art flüssiges Gas („überkritischer“ Zustand) entsteht. Dieses durchströmt wiederum die Turbinen und erzeugt, ähnlich wie ein Gasturbinenkraftwerk, Strom bei einem hohen Wirkungsgrad. Danach wird das Kohlendioxid aufgefangen und wieder in den Verbrennungsprozess eingespeist. Der Haken: Um diese Technik zu realisieren, müssen neuartige Turbinen gebaut werden. Vorteile des innovativen Verfahrens werden im hohen Wirkungsgrad des Prozesses gesehen, und zudem besteht das Abgas aus reinem CO<sub>2</sub>. Für Deutschland ist diese Technik noch kaum attraktiv: Hierzulande erzeugen Kohlekraftwerke 40 Prozent des Stromes, nur zwölf Prozent kommen derzeit von Gaskraftwerken.

## Erwünschter Nebeneffekt: Überschüssigen Öko-Strom in Gas verwandeln

In einigen Fällen benötigt man auch große Mengen an Energie, um Kohlendioxid zu einer Reaktion zu bewegen. Das ist nur nachhaltig, wenn diese Energie aus regenerativen Quellen stammt. Zugleich schafft der Mangel an geeigneten Speichern für Wind- und Sonnenenergie derzeit oft ein Überangebot an Öko-Strom. Dieses könnte genutzt werden, um aus Wasser per Elektrolyse Wasserstoff zu gewinnen und daraus, unter Verwendung von Kohlendioxid, Methan zu produzieren. Methan kann vielfältig weiterverarbeitet werden. Es dient als Ausgangsstoff für Kunst- oder Kraftstoffe. Zudem ist es Hauptbestandteil von Erdgas und kann unbegrenzt in das Erdgasnetz eingespeist oder in ihm gespeichert werden. Nach der Umwandlung bleiben 60 Prozent der Ausgangsenergie erhalten – besser als nichts.

### Die Akademie

Der Akademie der Wissenschaften in Hamburg gehören herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Disziplinen aus dem norddeutschen Raum an. Sie trägt dazu bei, die Zusammenarbeit zwischen Fächern, wissenschaftlichen Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Institutionen zu intensivieren. Sie fördert Forschungen zu gesellschaftlich bedeutenden Zukunftsfragen und wissenschaftlichen Grundlagenproblemen und macht es sich zur besonderen Aufgabe, Impulse für den Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu setzen. Die Grundausrüstung der Akademie wird finanziert von der Freien und Hansestadt Hamburg. Präsident der Akademie ist Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Edwin J. Kreuzer.

### Kontakt

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN HAMBURG  
Edmund-Siemers-Allee 1  
20146 Hamburg  
Telefon 040/42 94 86 69-0  
Telefax 040/448 07 52  
E-Mail [veranstaltungen@awhamburg.de](mailto:veranstaltungen@awhamburg.de)  
[www.awhamburg.de](http://www.awhamburg.de)



## Vom Klimakiller zum wertvollen Rohstoff – Wie können wir Kohlendioxid nutzen?

Akademie im Gespräch  
1. November 2017, 19:00 Uhr

Jugendstilsaal im Hotel Baseler Hof  
Esplanade 15, 20354 Hamburg

## Akademie im Gespräch

Mit „Akademie im Gespräch“ will die Akademie der Wissenschaften in Hamburg ein Angebot für einen Dialog mit wichtigen Repräsentanten der Wirtschaft schaffen. Die zehn interdisziplinären Arbeitsgruppen der Akademie schlagen bereits seit mehr als zehn Jahren Brücken zwischen wissenschaftlichen Disziplinen und unterschiedlichen wissenschaftlichen Einrichtungen. Verstärkt will die Akademie der Wissenschaften in Hamburg Brücken zwischen Wissenschaft und Gesellschaft bauen. Auf der Grundlage solider wissenschaftlicher Erkenntnisse kann die Akademie eine ehrliche Maklerin zwischen gesellschaftlichen Interessen sein. Basierend auf den Impulsreferaten von Wissenschaftlern wird zur Veranstaltung „Akademie im Gespräch“ ein Thesenpapier vorgelegt, um das Gespräch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu forcieren.

## Die Vision: Vom Klimakiller zum wertvollen Rohstoff

Bislang treibt Kohlendioxid den Klimawandel an – allen internationalen Klimaschutzkonferenzen, ungezählten nationalen Aktionsprogrammen, massenhaften Energiespar-Appellen und Subventionen zum Trotz. Doch jüngste Entwicklungen machen Hoffnung, dass die Anreicherung des Treibhausgases in der Atmosphäre auf wirtschaftliche und umweltverträgliche Weise gestoppt werden könnte.

Statt Abgaben auf den Ausstoß von Kohlendioxid zu zahlen oder es gegen massiven Protest in der Erde zu verpressen, soll der Klimakiller von heute der Rohstoff der Zukunft werden. Würde die Kraftstoffproduktion auf CO<sub>2</sub>-basierte Treibstoffe umgestellt und die chemische Industrie CO<sub>2</sub>-basierte Grundchemikalien nutzen, dann, so schätzt die Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), werden zehn Prozent des weltweiten jährlichen von Menschen erzeugten Treibhausgasausstoßes vermieden. Das entspricht etwa zwei bis drei Gigatonnen pro Jahr und damit dem zwei- bis dreifachen dessen, was Deutschland jährlich in die Atmosphäre bläst. Zugleich können wichtige Wirtschaftszweige vom Erdöl entkoppelt und Öko-Strom, der nicht direkt verwendet wird, chemisch gespeichert werden. Völliges Neuland beschreiten Wissenschaft und Wirtschaft mit der Nutzung von Kohlendioxid als Rohstoff, in der Fachsprache Carbon Capture and Usage (CCU), nicht. Bereits 1868 gelang es im Labor, aus Kohlendioxid und Ammoniak Harnstoff herzustellen.

## Das Vorbild: Die Natur zerlegt Kohlendioxid spielend

Kleinstlebewesen wie Mikroben, Bakterien oder Mikroalgen nutzen CO<sub>2</sub> als Nahrungsquelle. Bäume und Sträucher verwandeln das Gas jeden Tag in lebendiges Grün. Allein Europas Wälder binden jährlich 1,4 Milliarden Tonnen Kohlendioxid. In der Natur erschließen Pflanzen sich dieses Molekül in einem sehr komplexen Reaktionsprozess, der Photosynthese. Seit gut 30 Jahren versuchen Forscher, die natürliche Photosynthese technisch so zu gestalten, dass sie wirtschaftlich genutzt werden kann. Doch das ist nicht trivial. Im vergangenen Jahr starteten Wissenschaftler ein weiteres Projekt, um ihrem Ziel näher zu kommen. Gelänge es den Forschern bis 2019, die Ausbeute zu erhöhen, wäre das ein Durchbruch in der „künstlichen“ Photosynthese und für eine nachhaltige Wirtschaft. Denn sowohl die Sonne als auch Kohlendioxid sind schier unerschöpflich.

## Das Problem: Chemisch lässt sich Kohlendioxid nur schwer knacken

Kohlendioxid chemisch effizient zu nutzen, ist eine wissenschaftliche und technische Herausforderung. Es ist ein stabiles und reaktionsträges Molekül, man muss es zur Reaktion zwingen. Dazu bedarf es entweder großer Mengen an Energie oder reaktionsfreudiger Partner. Das verschlechtert die Energie- und somit die Klimabilanz. Chemiker müssen also tief in die Trickkiste greifen, damit die Nutzung von Kohlendioxid unter dem Strich nicht zusätzlich Kohlendioxid freisetzt. Dazu bedarf es vor allem geeigneter Katalysatoren, die den Energieaufwand verringern. In einigen Fällen hilft auch nur, viel Energie einzusetzen. Das ist aber nur nachhaltig, wenn diese aus regenerativen Quellen stammt.

## Die Helfer: Kleinstlebewesen können das Klima retten

Mikroben sind in den vergangenen Jahren zu potenziellen Klimarettern avanciert. Sie können Kohlendioxid als Nahrungsquelle nutzen und dann Kraftstoffe (Methan), Biokunststoffe oder Nährstoffe herstellen. Bakterien sind dabei so genügsam, dass sie auch in dunklen Stahltanks, die nicht so viel Platz einnehmen wie etwa Algenanlagen, arbeiten. In Shanghai (China) wird dieses Verfahren bereits im großtechnischen Maßstab genutzt. Im Südwesten Islands fressen Bakterien das Kohlendioxid aus den Abgasen eines Erdwärmekraftwerkes auf, und auch in Österreich sind Kleinstle-

bewesen im Dienste des Klimas aktiv. Für die Landwirtschaft sind das gute Aussichten: Der Streit, ob Feldfrüchte auf den Teller oder in den Tank gehören, wäre beigelegt. Noch braucht die Bioethanol-Industrie hektarweise Ackerland, um aus Mais Treibstoff zu machen.

Die kleinen Helfer können aber noch mehr. Mikroalgen und Hefen können beispielsweise Kohlendioxid zu Lipiden, also Fetten, umsetzen. Aus diesen Lipiden entstehen Hochleistungsschmierstoffe. Auch Biokunststoffe stehen auf dem Entwicklungsplan der Forscher.

## Beispiel: Kohlendioxid zu Kunststoff verarbeiten

Kohlendioxid kann den Verbrauch von Erdöl und den Ausstoß von Kohlendioxid bei der Produktion von Kunststoffen senken, indem es als chemischer Baustein für Kunststoff genutzt wird. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:

Einem Konsortium um den Werkstoffhersteller Covestro gelang es bereits, Kohlendioxid zu Kunststoff zu verarbeiten. Mit einem neuartigen, sehr leistungsstarken Katalysator werden rund 20 Prozent Kohlendioxid in einem Vorprodukt des allgegenwärtigen Schaumstoffs Polyurethan verarbeitet. So landet der Treibhauskiller in Schaumstoffmatratzen. Auch wenn die Herstellung des neuen Schaumstoffs mehr Energie benötigt, unterm Strich ist die Ökobilanz positiv.

Andere Akteure wollen aus Kohlendioxid auch einen Ausgangsstoff für die Produktion von Elastomeren herstellen. Das sind formfeste, aber elastisch verformbare Kunststoffe, die zu Dichtungen und Schläuchen verarbeitet werden können. Im Labor ersetzt Kohlendioxid bereits 25 Prozent des bislang verwendeten Erdöls.

## Beispiel: Auto-Kraftstoffe auf Kohlendioxid-Basis

Forscher stellen aus Kohlendioxid Benzin her. Was nach Alchemie klingt, findet in einer Pilotanlage in Dresden statt. In diesem Leuchtturmprojekt, das ein Konsortium um die Firma Sunfire betreibt, wird mit Hilfe von Ökostrom aus Kohlendioxid und Wasser zunächst ein sogenanntes Synthesegas hergestellt. Ein „Synthesereaktor“ setzt die gasförmigen Moleküle dann zu flüssigen Kohlenwasserstoffen neu zusammen: Benzin, Diesel, Kerosin. Dabei werden pro Tonne Kraftstoff 3,2 Tonnen Kohlendioxid verwertet. Auch hochwertige Zusatzstoffe für Kosmetika, Wachse und andere Chemikalien können mit dieser Technik hergestellt werden.