



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Vom Abfall zum Rohstoff

Kann CO<sub>2</sub> in Zukunft Erdöl ersetzen?



## Nachhaltigkeit und Klimaschutz in der Chemieindustrie? – CO<sub>2</sub> macht's möglich

Kohlenstoff begegnet uns überall. Das als „C“ abgekürzte Element ist nicht nur wesentlicher Bestandteil jeglicher lebenden Materie. Es ist auch in nahezu allen chemisch hergestellten Alltagsprodukten enthalten – von Plastik über Medikamente bis hin zum Diesel. Bisher können wir Kohlenstoff für die chemische Industrie weitestgehend nur aus fossilen Rohstoffen wie Erdöl gewinnen. Diese Abhängigkeit vom Erdöl ist sowohl eine Gefahr für unsere Wirtschaft als auch für unsere Umwelt. Bei der Herstellung eines einzigen Pkw-Reifens werden zum Beispiel ca. 28 Liter Rohöl verwendet, bei deren Verarbeitung große Mengen an CO<sub>2</sub> entstehen.

Doch was ist, wenn wir es schaffen, diesen Prozess umzukehren? Kann man Kohlenstoff auch aus Kohlendioxid statt aus Erdöl ge-



„Kunststoffe und Kraftstoffe werden heute weitgehend aus Erdöl hergestellt. Die Suche nach nachhaltigen Alternativen zu fossilem Erdöl macht wichtige Fortschritte. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert deshalb Forschungsprojekte, die das klimaschädliche CO<sub>2</sub> als künftigen Rohstoff nutzbar machen.“

*Johanna Wanka*

Prof. Dr. Johanna Wanka  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

winnen? Kann man aus dem klimaschädlichen Gas CO<sub>2</sub> so einen wertvollen Rohstoff machen?

In der Chemieindustrie wird CO<sub>2</sub>, z.B. als Industriegas, schon lange als Rohstoff verwendet – auch als Schutzgas für verpackte Lebensmittel, als Dünger oder zur Herstellung von Medikamenten wird es eingesetzt. Jedoch gibt es unterm Strich immer noch zu wenige Verfahren, um CO<sub>2</sub> als Ersatz für Erdöl zu nutzen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf.

### Wo wird CO<sub>2</sub> bereits genutzt?

- **Spritzig, prickelnd und erfrischend** – In der Getränkeindustrie wird CO<sub>2</sub> in Getränken genutzt, um Kohlensäure zu erhalten.
- **Feuer löschen** – Bei sogenannten „Gaslöschern“ dient CO<sub>2</sub> gleichzeitig als Treibmittel und Löschmittel.
- **Frisch und sauber** – In der Textilbranche findet CO<sub>2</sub> Verwendung als Reinigungsmittel.
- **Klarer Kopf** – Der Klimawandel und CO<sub>2</sub> bereiten der Menschheit seit Jahren Kopfzerbrechen. Doch CO<sub>2</sub> kann auch Kopfschmerzen lindern: Es ist Bestandteil von Aspirin.
- **Gut verpackt** – CO<sub>2</sub> als Schutzgas in der Lebensmittelindustrie, um die Haltbarkeit von Lebensmitteln, wie z. B. Fleisch, zu verlängern.
- **Für mehr Wachstum** – Aus Ammoniak und CO<sub>2</sub> wird schon seit dem 19. Jahrhundert Stickstoffdüngemittel hergestellt.
- **Eiskalt** – CO<sub>2</sub> wird als Kühlmittel für verschiedenste technische Prozesse verwendet.

Durch die Nutzung wird allerdings nicht zwingend CO<sub>2</sub> eingespart – die Herstellung benötigt oftmals viel Energie und setzt wiederum CO<sub>2</sub> frei.

Bislang steht uns CO<sub>2</sub> nur aus konzentrierten Quellen wie Kraftwerken zur Verfügung. Mit den richtigen Technologien könnte man es in Zukunft möglicherweise auch direkt aus der Luft gewinnen. Bereits heute gibt es vielversprechende Methoden, um CO<sub>2</sub> als Ersatz für fossile Rohstoffe zur Herstellung von Schaumstoff, Kraftstoffen oder Medikamenten verwenden zu können.

Wenn wir es schaffen, diese Methoden effizienter und wirtschaftlicher zu machen, können wir den Einsatz von fossilem Kohlenstoff weiter verringern.

Zur Lösung dieser Probleme hat die Forschung bisher gute Ansätze aufgezeigt. In Deutschland sind wir mit den laufenden Fördermaßnahmen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur CO<sub>2</sub>-Nutzung auf einem guten Weg. Das Ziel einer nachhaltigen, umweltschonenden Industriegesellschaft kann damit ein Stück näher rücken.

## CO<sub>2</sub> – Der Stoff aus dem Träume entstehen



Weltweit wurden 2013 fast 300 Millionen Tonnen Kunststoffe hergestellt, eine Zahl, die immer weiter steigt. Sie begegnen uns in vielen Alltagsgegenständen und werden überwiegend aus Erdöl hergestellt. In der Zukunft werden wir jedoch nicht nur immer weniger Erdöl zur Verfügung haben, sondern wir müssen auch zum Schutz unseres Klimas die Nutzung fossiler Rohstoffe vermeiden. Um nicht auf gewohnte Produkte verzichten zu müssen, brauchen wir also dringend alternative Rohstoffe für die Kunststoffproduktion – und zwar solche, die bei ihrer Verwendung nur wenig Treibhausgasausstoß erzeugen.

In einem einzigartigen Projekt haben Forscher der Covestro AG (vormals Bayer MaterialScience AG) gemeinsam mit weiteren Partnern aus der Forschung und der Industrie ein neues Verfahren entwickelt. Hierbei kann ein großer Anteil des Erdöls

in Schaumstoffen durch CO<sub>2</sub> ersetzt werden. Dieses CO<sub>2</sub> ist dabei fest gebunden und kann nicht mehr entweichen. An der RWTH Aachen wurde berechnet, dass so ca. 20 % weniger Treibhausgase gegenüber der klassischen Herstellungsmethode ausgestoßen werden. Aber ist dieses Ergebnis auch wirtschaftlich für die Firmen interessant? Die Antwort lautet: Ja. Der im Projekt „Dream Production“ entwickelte Schaumstoff wird erstmalig 2016 auf den Markt kommen – und zwar in Form



von Matratzen. Ein erster großer Traum ist somit wahr geworden, aber die Träume der Forscher gehen noch weiter: Sie entwickeln nach dem Matratzen-Schaumstoff nun auch Herstellungsmethoden für andere Kunststoffe, die zu einem großen Teil aus CO<sub>2</sub> bestehen. Diese neuen Kunststoffe können dann zum Beispiel für Skischuhe oder Autoinnenräume Verwendung finden. Die deutsche Wirtschaft wird somit immer unabhängiger von fossilem Kohlenstoff als Rohstoff. Auf diese Art und Weise bleibt in Zukunft immer mehr Erdöl im Boden, und es landet weniger CO<sub>2</sub> in der Luft.

### CO<sub>2</sub> in Zahlen

- Durchschnittliche Konzentration in der Atmosphäre: 400 ppm (Parts per Million)
- Anstieg seit vorindustriellem Zeitalter: 120 ppm (50 % seit 1980)
- Von Menschen verursachte jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit: ca. 30 Gt (30.000.000.000 t)
- Davon kommen etwa 2,2 % (912 Mt) allein aus Deutschland.
- Nutzung von CO<sub>2</sub> aktuell: 110 Mt (110.000.000 t, entspricht 0,4% der weltweiten Emissionen, vor allem für Düngemittel)
- Mögliche stoffliche Nutzung in der Zukunft: 3 Gt (3.000.000.000 t, 10 % der weltweiten Emissionen)
- Verbrauch der deutschen chemischen Industrie an fossilen Rohstoffen: 19 Mt (reine stoffliche Nutzung). Dies entspricht ca. 15 % des jährlichen deutschen Rohölverbrauchs.

## Der Weg zur Energiewende und wie chemische Energiespeicher dabei helfen

Wir möchten in Deutschland auf erneuerbare Energien setzen und dabei den Lebensstandard der Bürger und die gute Position deutscher Unternehmen erhalten. Energiespeicher sind bei dieser Herausforderung unentbehrlich, denn die Versorgungssicherheit muss auch bei Windstille und in der Nacht gesichert sein. Die chemischen Energiespeichertechnologien Power to Gas und Power to Liquid, bei denen mithilfe von CO<sub>2</sub> synthetische Kraftstoffe wie u.a. Diesel hergestellt werden, könnten den Grundstein dazu legen.

Synthetischer Diesel mithilfe von CO<sub>2</sub> – geht das? Das Dresdner Cleantech Unternehmen sunfire glaubt daran und baute eine Anlage, um diesen umweltfreundlichen Kraftstoff herzustellen. 2015 wurde der Dienstwagen von



### Hätten Sie's gewusst? Diesel in Zahlen

- In Deutschland werden ca. 30 Milliarden Liter Diesel jährlich genutzt. Dies entspricht einem Volumen von 30.000.000 Kubikmetern – genug, um 6.000 Schwimmbecken zu füllen.
- Jeden Tag werden in Deutschland rund 170 Millionen Liter Benzin und Diesel verbraucht. Ein einzelnes Auto könnte damit 2,5 Milliarden km fahren – bei defensiver Fahrweise würde dies für 8 Hin- und Rückfahrten von der Erde zur Sonne reichen.
- Herstellung von künstlichem Diesel aus Wasser und CO<sub>2</sub>: Die sunfire Pilotanlage synthetisiert bis zu 159 Liter Diesel pro Tag. Noch sind die Maßstäbe zwar sehr klein – nur einige der Mitarbeiter des Start-ups könnten auf den neuen Kraftstoff umsteigen –, aber die Anlage ist der Nachweis der Durchführbarkeit und ein wichtiger Schritt in Richtung Nachhaltigkeit.

Forschungsministerin Wanka mit genau diesem Diesel betankt. Neue Verknüpfungen von bekannten Verfahren erzeugen aus den einfachen Komponenten CO<sub>2</sub>, Wasser und erneuerbare Energien Kraftstoffe für Autos, Schiffe und Flugzeuge sowie Chemikalien. Doch die Anlage bietet noch mehr: Eine umkehrbare Funktionsweise kann dazu genutzt werden, um Strom für das öffentliche Stromnetz in Zeiten geringer Energieverfügbarkeit bereitzustellen. Ein Schritt zur Versorgungssicherheit ohne Öl!



## Weitere Informationen und Ansprechpartner

Dr. Stefanie Roth  
Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Zimmerstr. 26–27, 10969 Berlin  
Tel.: 030 20199-3284  
s.roth@fz-juelich.de

[www.chemieundco2.de](http://www.chemieundco2.de)



# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen und Nachhaltigkeit  
11055 Berlin

## Bestellungen

schriftlich an  
Publikationsversand der Bundesregierung  
Postfach 48 10 09  
18132 Rostock  
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de  
Internet: <http://www.bmbf.de>  
oder per  
Tel.: 030 18 272 272 1  
Fax: 030 18 10 272 272 1

## Stand

November 2015

## Druck

BMBF

## Gestaltung

W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld;  
Hauke Sturm

## Bildnachweis

Canstock: /VadimGuzhva: S. 4, /ican: S. 5,  
Covestro: Titel, Plainpicture: /Hero Images:  
S. 7, Presse- und Informationsamt der  
Bundesregierung, Steffen Kugler: Vorwort  
(Porträt Prof. Dr. Johanna Wanka), S. 2,  
Hans-Joachim Rickel/Bundesministerium  
für Bildung und Forschung: S. 6/7

## Text

Dennis Krämer (DECHEMA e.V.),  
Dr. Stefanie Roth, Christina Wunder  
(Projekträger Jülich)

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.