

## SWR2 Wissen

# Vom Klimaschädling zum Rohstoff

Wie sich das Treibhausgas Kohlendioxid nutzen lässt

Von Hellmuth Nordwig

Sendung: Mittwoch, 15. April 2015, 08.30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Autorenproduktion

Produktion: SWR 2015

---

### Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

### Service:

SWR2 Wissen können Sie auch als Live-Stream hören im **SWR2 Webradio** unter [www.swr2.de](http://www.swr2.de) oder als **Podcast** nachhören: <http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>

Die **Manuskripte** von SWR2 Wissen gibt es auch als **E-Books für mobile Endgeräte** im sogenannten EPUB-Format. Sie benötigen ein geeignetes Endgerät und eine entsprechende "App" oder Software zum Lesen der Dokumente. Für das iPhone oder das iPad gibt es z.B. die kostenlose App "iBooks", für die Android-Plattform den in der Basisversion kostenlosen Moon-Reader. Für Webbrowser wie z.B. Firefox gibt es auch sogenannte Addons oder Plugins zum Betrachten von E-Books:

**Mitschnitte** aller Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen sind auf CD erhältlich beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden zum Preis von 12,50 Euro.  
Bestellungen über Telefon: 07221/929-26030

---

### Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert.  
Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder [swr2.de](http://swr2.de)

## MANUSKRIFT

**Atmo 1:** Labor Freiburg

**O-Ton 1 - Andreas Oschlies:**

Es sieht alles so aus, als ob die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre schnell und immer schneller steigen wird. Und damit nimmt das Risiko zu, dass wir Klimaänderungen sehen werden, die für große Teile der Bevölkerung nicht mehr tragbar sind.

**O-Ton 2 - Ingo Krossing:**

CO<sub>2</sub> ist viel zu schade, dass man es nur in der Atmosphäre drin lässt. Man muss sich verschiedene Aspekte anschauen: CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre rauszuholen, es in energiereiche Moleküle, die als Energiespeicher dienen, umzuwandeln. Und da ist ganz viel im Gange.

**O-Ton 3 - Christoph Gürtler:**

Das Ganze hat einen Klimaeffekt. Der wird überschaubar sein. Wir werden nicht die ganze Welt in Kunststoffe hüllen können. Das wollen wir auch gar nicht.

**O-Ton 4 - André Bardow:**

Weg vom Öl zu einer nachhaltigen Ressource. Sie müssen sich darüber im Klaren sein, dass wir unbegrenzt viel CO<sub>2</sub> zur Verfügung haben. In dem Sinne ist es eine nachhaltige Rohstoffquelle für die chemische Industrie.

**Sprecher:**

**„Vom Klimaschädling zum Rohstoff - Wie sich das Treibhausgas Kohlendioxid nutzen lässt“.** Eine Sendung von Hellmuth Nordwig.

**Atmo:** unter Text weg

**Autor:**

Ein Teil Kohlenstoff, zwei Teile Sauerstoff, kurz C-O-2: Das ist Kohlendioxid. Um den Ruf dieses Gases steht es nicht zum Besten. Denn zu viel CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre bewirkt, dass sich die Erde aufheizt wie die Luft in einem Treibhaus. Schon ganz am Anfang der Erdgeschichte gab es Kohlendioxid in der Lufthülle unseres Planeten. Ohne das wärmende CO<sub>2</sub> wäre es heute bitter kalt auf der Erde. Die Ozeane wären dick zugefroren. Und Leben hätte auf einer Erde ohne das Treibhausgas wohl nicht entstehen können, weiß der Meereskundler Andreas Oschlies vom GEOMAR-Forschungszentrum in Kiel.

**O-Ton 5 - Andreas Oschlies:**

Wir brauchen CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Sonst wäre es zu kalt, wir hätten eine Eis-Erde, kein flüssiges Wasser und kein Leben vermutlich, jedenfalls nicht so, wie wir das kennen. Von daher ist CO<sub>2</sub> ein wichtiger Regulator im ganzen Klimasystem. Und das hat über die vergangenen Jahrmillionen und Jahrmilliarden sehr gut funktioniert: dass die Erde selber durch Regulation des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre es immer geschafft hat, die Temperatur in einem Bereich zwischen 0 und 100 Grad zu halten, sodass wir immer flüssiges Wasser hatten.

**Autor:**

Ganz zu Anfang enthielt die Erdatmosphäre 30 Prozent Kohlendioxid. Doch vor etwa zweieinhalb Milliarden Jahren sind Algen und erste Pflanzen entstanden. Und sie haben damit begonnen, CO<sub>2</sub> einzufangen. Haben daraus mit Hilfe der Sonnenenergie Zucker hergestellt und andere Substanzen, die ihre Zellen brauchen. Viel von dieser Biomasse hat sich als fossile Kohle, als Erdöl und Erdgas im Boden abgelagert. Die Folge: Heute sind nicht mehr 30 Prozent CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, sondern nur noch 0,04 Prozent. Doch inzwischen steigt der Anteil des Treibhausgases wieder. Denn wir verbrennen in großem Stil Kohle, Öl und Erdgas. Schleudern damit das darin gespeicherte Kohlendioxid in die Luft und heizen das Klima an. Und obwohl wir von der Klimaerwärmung wissen, hat sich daran kaum etwas geändert.

**O-Ton 6 - Andreas Oschlies:**

Wenn man sich alle Bemühungen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bisher anguckt, was die gebracht haben, dann ist das recht wenig. Wir sehen keinen Pfad, der darauf hinweist, dass wir in den nächsten Jahrzehnten zu abnehmenden Emissionen kommen.

**Autor:**

Denn auch wenn zum Beispiel Autos immer weniger CO<sub>2</sub> ausstoßen - die wirklich großen Mengen fallen in der Industrie an. wo Stahl oder Zement hergestellt werden, oder auch in Kohle- oder Erdgaskraftwerken. Dass dort so viel Kohlendioxid entsteht, hat aber auch einen Vorteil: Man kann das CO<sub>2</sub> in den Schornsteinen einfangen und es dann unterirdisch lagern. Das hat ein Feldversuch in Brandenburg gezeigt. Doch inzwischen sagen einige Forscher: Es gibt noch einen besseren Weg. Mit CO<sub>2</sub> kann man nämlich durchaus etwas Sinnvolles anfangen.

**Atmo 2: Labor Freiburg****O-Ton 7 - Ingo Krossing:**

Das ist die Vision, die sich aus der Umfrage gestellt hat, dass CO<sub>2</sub> eigentlich viel zu schade ist, um es in der Atmosphäre zu lassen, sondern dass man dieses CO<sub>2</sub> doch nutzen sollte.

**Autor:**

... findet Ingo Krossing von der Universität Freiburg. Der Chemiker will diese Vision verwirklichen - und arbeitet daran im Labor des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme. Die Forscher wollen aus Kohlendioxid einen Kraftstoff herstellen, Methanol. Außer CO<sub>2</sub> brauchen sie dazu ein weiteres Gas, nämlich Wasserstoff. Und den können sie ganz einfach aus Wasser erzeugen - sie brauchen nur elektrischen Strom hineinzuleiten. Der Plan sieht nun so aus: Strom zerlegt Wasser. Dabei entstehen Gase, unter anderem Wasserstoff - und der soll mit CO<sub>2</sub> zu Methanol reagieren. Letztlich bedeutet das, dass sich elektrische Energie in der Flüssigkeit Methanol speichern lässt. Und das wird in Zukunft interessant werden.

**O-Ton 8 - Ingo Krossing:**

Strom - der wird langfristig in jeder Menge zur Verfügung stehen. Aber Strom kann man nur bedingt speichern, nicht in den Mengen, in denen wir das brauchen. Und da greift dieses Gesamtkonzept: Strom, der aus regenerativen Quellen nicht direkt

verbraucht werden kann, wenn ein großer Windüberschuss herrscht - wenn man diesen Überschussstrom nutzen kann und in etwas Stoffliches umsetzen kann wie einen flüssigen Energieträger: Das ist die Vision dabei.

**Autor:**

Wenn diese Vision Wirklichkeit wird, könnte die Herstellung von Methanol aus CO<sub>2</sub> ein wichtiger Baustein der Energiewende werden. Die setzt ja gerade auf die erneuerbaren Energieformen - zum Beispiel auf Wind- oder Sonnenstrom. Diese Quellen sprudeln aber nicht gleichmäßig: Die Sonne scheint nicht immer, und auch der Wind weht, wie er will - oder eben nicht. Für die Stromnetzbetreiber ist das ein Problem: Manchmal wird schon jetzt zu viel regenerative Energie erzeugt. Windräder müssen dann abgeschaltet werden, und Sonnenstrom verpufft ungenutzt, weil er nicht ins Netz eingespeist werden kann. Deshalb suchen Experten dringend nach Möglichkeiten, diesen überschüssigen Strom zu speichern. Methanol ist eine der besten Optionen, weiß Ingo Krossing.

**O-Ton 9 - Ingo Krossing:**

Wenn man sich das genau anschaut von den Grundlagen, rein energetisch gesehen - das ist das, was mich immer getrieben hat - ist Methanol als Zwischenschritt das Sinnvollste. Das absolut sinnvollste Molekül, bei dem ich den größten Teil der Energie, die ich irgendwann mal erzeugt habe erneuerbar durch Photovoltaik, durch Windkraft, durch Wasserkraft ... da kann ich den allergrößten Teil davon wirklich auch in der Flüssigkeit speichern.

**Autor:**

Deshalb hat der Chemiker gemeinsam mit seinen Fachkollegen vom Fraunhofer-Institut in der Laborhalle eine mehr als mannshohe Apparatur aufgebaut. Im Wesentlichen besteht sie aus zwei Stahlbehältern, so groß wie Kochtöpfe, den sogenannten Reaktoren.

**Atmo 3:** Tröpfeln, unter Text dann Atmo 1 oder 2

**Autor:**

Oben führen Druckgasleitungen hinein - eine mit Kohlendioxid, eine andere mit Wasserstoff - und unten tröpfelt Methanol heraus. Zwar nicht viel, weil es ein eher kleiner Versuchsaufbau ist, aber steter Tropfen füllt eben auch langsam einen Kanister. Der Projektleiter Achim Schaadt vom Fraunhofer-Institut will bei der Anlage jedoch noch einen Schritt weitergehen.

**O-Ton 10 - Achim Schaadt:**

Die Idee ist, dass man sie anpasst an die Stromproduktion. An das Wetter sozusagen, das ist schon die Idee. Aber das ist etwas Neues. Denn bisherige chemische Anlagen laufen im Prinzip durch und werden eben konstant bei einer Last betrieben. Und das wäre das Neue, dass wir die Last regulierend anpassen müssen. Und das ist etwas, was wir uns auch genauer anschauen müssen.

**Autor:**

Energie und CO<sub>2</sub> zu speichern je nach Wind und Wetter: Daran arbeiten die Forscher. Eine weitere ungelöste Frage: Wie groß sollen diese Methanolküchen einmal werden? Soll eine solche Anlage unter jedem Windrad stehen? Vielleicht

sogar im Keller eines Hausbesitzers, der auf seinem Dach Sonnenstrom erzeugt - und davon manchmal eben zu viel des Guten?

**O-Ton 11 - Ingo Krossing:**

Genau darüber hatten wir vorher auch diskutiert, sich so eine Anlage in den Keller reinzustellen, um, wenn man oben Photovoltaik hat und das CO<sub>2</sub> mit einem geeigneten System aus der Luft entfernt, dass man seinen eigenen Treibstoff im Keller herstellt. Das ist durchaus denkbar. Aber das ist eine langfristige Vision. Wir müssen die Märkte finden. Ich habe gelernt als Grundlagenforscher: Eine Idee ist das eine. Das zweite ist, das auch konkurrenzfähig auf den Markt zu bringen, dass wir die Firmen haben, begeistern können dazu, das auch durchzusetzen. Und das Ganze muss dann auch zu günstigen Kosten laufen. Aber das Prinzip dahinter, das Potenzial ist da in jeglicher Größe.

**Autor:**

Tatsächlich werden die Kosten darüber entscheiden, ob sich das Verfahren durchsetzt. Zurzeit ist das auf diese Weise erzeugte Methanol noch drei Mal so teuer wie Methanol, das aus den fossilen Rohstoffen Kohle und Erdgas hergestellt wird. Das muss aber nicht so bleiben, denn dieses Preisverhältnis hängt von vielen Randbedingungen ab: Zum Beispiel ist Erdöl gerade ungewöhnlich günstig zu haben. Betrachtet man dagegen die Energiebilanz, ist das neue Verfahren schon jetzt überlegen: Ein Drittel der Energie wird eingespart. Allein das bedeutet, dass deutlich weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangt, erklärt Fraunhofer-Forscher Achim Schaadt.

**O-Ton 12 - Achim Schaadt:**

Momentan stellt man ja Methanol aus Kohle und Erdgas her, das heißt aus fossilen Quellen. Und das in sehr großen Mengen. Pro Tonne Methanol wird eine halbe Tonne CO<sub>2</sub> freigesetzt beim jetzigen Prozess. Und wenn man sich überlegt, dass man etwa 65 Millionen Tonnen Methanol derzeit herstellt, dann sind das schon einige Mengen CO<sub>2</sub>, die allein dadurch freigesetzt werden.

**Autor:**

Die Versuchsanlage in Freiburg zeigt: Es geht auch anders. In Island wird der Treibstoff Methanol sogar schon jetzt nach einem ähnlichen Verfahren industriell hergestellt. Auch hier zu Lande dürfte Methanol als Energie- und CO<sub>2</sub>-Speicher interessant sein.

**Atmo weg**

**Autor:**

Denn in den hiesigen Industrieanlagen fällt mehr als genug Kohlendioxid an, und Methanol wird ebenfalls in großen Mengen benötigt. Vor allem in der Chemiebranche, die daraus Lösungsmittel, Kunststoffe und vieles mehr herstellt. Darüber hinaus kann man Methanol auch Benzin zusetzen oder es in andere Treibstoffe umwandeln. Wenn man die verbrennt, wird das Treibhausgas zwar wieder frei - aber doch deutlich weniger als bei fossil erzeugtem Kraftstoff, erklärt Achim Schaadt nach dem Laborbesuch in seinem Büro.

**O-Ton 13 - Achim Schaadt:**

Um Ihnen da eine Vorstellung zu geben: Es gibt ja diese Anlage in Island, die Methanol aus CO<sub>2</sub> herstellt. Dort ist nachgewiesen worden durch eine Zertifizierungsagentur, dass die Emissionen um 90 Prozent reduziert werden konnten bezogen auf einen fossilen Referenzfall. 90 Prozent ist schon ein sehr hoher Wert. Er zeigt das Potenzial, was damit möglich ist. Und das ist natürlich schon sehr interessant, denn darum geht es uns ja auch: die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.

**Autor:**

Im Freiburger Institut kommt das Kohlendioxid aus einer grauen Druckgasflasche. Die Forscher benötigen für ihre Versuche relativ kleine Mengen, und dieses CO<sub>2</sub> müssen sie kaufen. Das ist natürlich nur eine Lösung fürs Labor. Wenn Methanol nach ihrem Verfahren einmal in großem Stil hergestellt werden sollte, brauchen sie viel mehr und billigeres Kohlendioxid, das aus Industrieabgasen gewonnen wird. Damit schlagen die Ingenieure zwei Fliegen mit einer Klappe: Dieses CO<sub>2</sub> wird nicht in die Atmosphäre geblasen, das schont das Klima. Und Kohlendioxid steht als Rohstoff zur Verfügung, zum Beispiel für die Methanolherstellung. Bald wird es sogar möglich sein, CO<sub>2</sub> aus der Luft zurück zu gewinnen. Eine Schweizer Firma hat eine Technik dafür entwickelt, berichtet der Fraunhofer-Forscher Achim Schaadt.

**O-Ton 14 - Achim Schaadt:**

Dieser Ansatz, den ich meine von dieser Schweizer Firma, ist soweit ausgereift, dass man schon daran denkt, im Tonnenmaßstab CO<sub>2</sub> aus der Luft zu gewinnen. Wir sehen, dass sich da sehr viel tut. Das wird in Demo-Anlagen schon demonstriert. Das wäre natürlich für uns der Königsweg, der perspektivisch auch interessant ist.

**Autor:**

Methanol ist aber nicht der einzige Treibstoff, der sich aus Kohlendioxid erzeugen lässt. Züricher Forscher haben es geschafft, mit Hilfe von Sonnenstrom und CO<sub>2</sub> Kerosin, also Flugzeugbenzin chemisch herzustellen. Ein anderes Projekt hat das gleiche Ziel, setzt aber nicht auf die Chemie, sondern auf Algen. Wie Pflanzen bauen sie Kohlendioxid in ihre Zellen ein, wenn die Sonne scheint. Einige Arten erzeugen dabei bestimmte Öle, die sich zu Kerosin oder auch zu Dieselkraftstoff umwandeln lassen. Noch sind all diese Ansätze im Versuchsstadium. Doch eines spricht dafür, dass sie aussichtsreich sind: An jedem Projekt ist ein großer Erdölkonzern beteiligt.

**Atmo 4: Labor Hinrichsen****Autor:**

Auch in einem Labor der TU München wollen Forscher das Treibhausgas Kohlendioxid in eine nützliche Substanz verwandeln. Olaf Hinrichsen, Professor für Technische Chemie, wägt verschiedene Optionen ab.

**O-Ton 15 - Olaf Hinrichsen:**

Moleküle wie Ammoniak, Methanol - aber es kann natürlich auch Methan sein. Also Erdgas im Prinzip. Und bei der Frage ist natürlich auch die Speicherung entscheidend. Welche Mengen kann man speichern? Und in Deutschland gibt es große Kavernenspeicher, und insofern würde sich Methan sehr wahrscheinlich als Molekül anbieten.

**Autor:**

Methan ist künstliches Erdgas: Sein Name klingt ähnlich wie Methanol, aber der Unterschied ist größer, als es die zwei fehlenden Buchstaben vermuten lassen: Im Gas Methan kann die Energie bei weitem nicht so konzentriert gespeichert werden wie im flüssigen Methanol. Außerdem trägt Methan noch viel stärker zum Treibhauseffekt bei als CO<sub>2</sub>. Man muss also darauf achten, dass es nicht in die Atmosphäre entweicht. Doch für Methan gibt es bereits ein Speicher- und Verteilsystem, nämlich das Erdgasnetz. Und das ist Grund genug für die Forschung, sich mit der Herstellung von Methan aus CO<sub>2</sub>, der sogenannten Methanisierung zu beschäftigen.

**O-Ton 16 - Olaf Hinrichsen:**

In Deutschland versucht man schon seit ein paar Jahren, Pilotanlagen für den CO<sub>2</sub>-Methanisierungsprozess zu bauen. Die größte, die zurzeit in Deutschland läuft, ist in Werlte. Auf der anderen Seite muss man auch sagen, dass durchaus kleine Anlagen von Interesse sind. Man kennt ja die Biogasanlagen, die mittlerweile auch auf Bauernhöfen installiert sind und dort wertvolle Arbeit leisten. Und insofern kann man vielleicht auch dezentral, also an kleineren Anlagen, Methan herstellen und das dann direkt ins Verbrauchernetz einspeisen.

**Autor:**

Die Pilotanlage in Werlte im Emsland betreibt der Automobilhersteller Audi. Er stellt dort Methan als Treibstoff für Erdgasautos her. Im Prinzip geht das ähnlich wie die Herstellung von Methanol, nur die Details unterscheiden sich. Für beide Prozesse wird neben CO<sub>2</sub> auch Wasserstoff benötigt - und der stammt aus der Wasserspaltung mit Strom. Auch Methan eignet sich also als Speichersubstanz für elektrische Energie. Und noch ein Problem muss bei beiden Verfahren gelöst werden: Kohlendioxid reagiert nicht freiwillig mit Wasserstoff. Es ist nämlich ein ausgesprochen träger Stoff, und da müssen die Forscher nachhelfen.

**Atmo 5: Sprühtrockner****Autor:**

Mit dieser Art Fön trocknen die Münchner Chemiker sogenannte Katalysatoren. Sie stehen im Mittelpunkt der Forschung. Katalysatoren sind dunkle Pulver, die es in sich haben: Sie sollen dem lahmen CO<sub>2</sub> Beine machen. Das klappt umso besser, je feiner die Katalysatorkörnchen sind. Im Labor werden sie deshalb nach dem Trocknen in einem Rüttler gesiebt.

**Atmo 6: Rüttler****Autor:**

Noch haben die Forscher keinen wirklich effizienten Katalysator gefunden, der all das kann, was sie erwarten. Deshalb gibt es bisher nur Versuchsanlagen zur Methanherstellung. Ein anderes Problem für die Forschung ist, dass überschüssiger Strom aus regenerativen Quellen sehr unterschiedlich anfällt. Das hat auch Dominik Schollenberger vom Karlsruher Institut für Technologie beschäftigt, als er einen neuen Reaktortyp entwickelt hat.

**O-Ton 17 - Dominik Schollenberger:**

Wenn ich Wind habe, dann muss ich direkt meine Anlage hochfahren können. Und wenn ich keinen Wind mehr habe, muss ich die Anlage sehr schnell runterfahren können. Darauf muss ich reagieren können. Das sind eben Vorteile von diesem Reaktorkonzept, das wir verwenden.

**Autor:**

Das Konzept aus Karlsruhe hat den Betreiber einer Biogas-Anlage in Schweden überzeugt, dort werden Holzabfälle verwendet. Die werden dort nicht verbrannt, sondern trocken erhitzt, so ähnlich wie in einem Kohlenmeiler. Dabei entsteht CO<sub>2</sub>, das gesammelt wird. Und wenn es gerade überschüssigen Strom gibt, wird aus diesem Kohlendioxid Methan hergestellt - mit Hilfe des Reaktors aus Karlsruhe. Der passt in einen gewöhnlichen Container und wurde Ende 2014 nach Schweden transportiert.

**O-Ton 18 - Dominik Schollenberger:**

Letztendlich schaffen wir mit der Technologie das Bindeglied zwischen Strom- und Gasnetz und speichern zumindest temporär Kohlendioxid, das man in die Atmosphäre entlassen würde. Also es ist letztendlich in zweierlei Hinsicht ein Speicherkonzept: zum einen für Energie, zum anderen für CO<sub>2</sub>.

**Autor:**

In der nächsten Zeit soll sich zeigen, ob der Reaktor im Dauerbetrieb zuverlässig seinen Dienst verrichtet, so wie sich das die Forscher vorstellen. Für das eingespeiste Methan bekommt der Betreiber der Biogasanlage eine Vergütung. Die fällt deutlich höher aus, als es bei Biogas der Fall wäre. Das bedeutet aber nicht, dass es sich finanziell lohnt, eine Anlage zur Methanproduktion zu installieren. Denn was sie einmal kosten wird, ist noch offen - die Versuchsanlagen in Deutschland sind Einzelstücke, und das Modell für Schweden haben die Handwerker im Karlsruher Institut selbst gebaut. Auch sonst spricht derzeit aus wirtschaftlicher Sicht einiges eher gegen die Speicherung von Strom und CO<sub>2</sub> in Form von Methan, bedauert Dominik Schollenberger.

**O-Ton 19 - Dominik Schollenberger:**

Das ist eine Problematik des aktuell bestehenden Systems. Letztendlich haben Sie Windparkbetreiber, und die bekommen über 95 Prozent der installierten Leistung auf jeden Fall vergütet, ohne dass die Leistung genutzt wird. Das heißt: Man stellt heutzutage eher den Windpark ab, zahlt aber die Vergütung für den Windparkbetreiber, als den Windstrom zu nutzen und beispielsweise synthetisches Methan zu erzeugen. Wenn es für den Windparkbetreiber keine Vergütung mehr gäbe, würde das das Konzept beflügeln.

**Autor:**

Viele Forscher sind sicher, dass bald andere Zeiten anbrechen und bereiten sich in ihren Labors schon jetzt darauf vor. Die Energiewende ist ja längst eingeleitet, und da werden Speicher für überschüssigen regenerativen Strom unverzichtbar sein. Wenn sich dabei auch noch CO<sub>2</sub> nutzen lässt, umso besser. Jede Tonne Treibhausgas, die nicht in die Atmosphäre gelangt, ist ein kleiner Beitrag, um den Klimawandel aufzuhalten. Das weiß auch Michael Sterner, Professor an der Hochschule Regensburg. Er setzt ebenfalls auf Methan als Speicher für Strom und



Kohlendioxid. Aber bei ihm wird das künstliche Erdgas nicht chemisch erzeugt, sondern biologisch: in einem Bioreaktor. Die biologische Methan-Herstellung aus Strom und Kohlendioxid funktioniert genauso gut wie die chemische. Michael Sterner glaubt, dass in Zukunft beides gebraucht wird.

#### **O-Ton 20 - Michael Sterner:**

Die chemische Methanisierung ist allerdings eher für sehr große Anlagen geeignet, weil sie sehr kostenintensiv ist und eine gewisse Trägheit aufweist. Dagegen ist die biologische Methanisierung dezentral deutlich einfacher umzusetzen. Also sie ist deutlich einfacher handzuhaben. Und deshalb eignet sie sich besser für dezentrale Anwendungen wie beispielsweise Kläranlagen, wie wir das in Schwandorf ausprobieren.

#### **Autor:**

Ausprobieren - das ist derzeit die Devise bei allen Forschern, die etwas Nützliches aus CO<sub>2</sub> herstellen wollen. Sei es Methanol oder Methan, sei es mit Hilfe der Chemie oder der Biologie. An Ideen und Konzepten mangelt es nicht, und Forschungsprojekte und sogar Pilotanlagen gibt es ebenfalls zahlreiche. Doch welche Verfahren sich langfristig wirklich durchsetzen werden, das ist derzeit offen.

#### **Atmo 7: Labor Rieger**

#### **Autor:**

Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> könnte also ein wichtiges Element der Energiewende werden. Lassen sich doch daraus Speichersubstanzen herstellen, die dringend gebraucht werden. Neben der Umstellung hin zu regenerativen Energien findet zurzeit aber - weitgehend unbemerkt - noch eine Wende statt: die Rohstoffwende. Ein Großteil unserer Alltagsprodukte basiert derzeit auf den fossilen Rohstoffen Erdöl und Erdgas: Kunststoffe zum Beispiel, Verpackungen, Farben, Medikamente und vieles mehr. Doch fossile Rohstoffe gehen zur Neige. Und einer der neuen Rohstoffe heißt Kohlendioxid.

#### **O-Ton 21 - Bernhard Rieger:**

Es ist ja nicht so, dass CO<sub>2</sub> bisher in der chemischen Industrie als Kohlenstoffbaustein nicht auftaucht. Jeder, der Aspirin nimmt, nimmt ein Medikament zu sich, das schon seit 150 Jahren aus CO<sub>2</sub> hergestellt wird.

#### **Autor:**

Doch Bernhard Rieger, ebenfalls Professor an der TU München, will mehr. Kein billiges Medikament, sondern Produkte mit hoher Wertschöpfung, an denen die Industrie verdienen kann. Darum hat er Kunststoffe aus CO<sub>2</sub> entwickelt. Für den Chemiker eine große Herausforderung: Kohlendioxid ist eben nicht gerade ein Stoff, der sich freiwillig mit anderen paart, um Kunststoffe aufzubauen. Doch mit Hilfe von Katalysatoren können Chemiker dem trägen CO<sub>2</sub> auch hier auf die Sprünge helfen. Und dabei kommt tatsächlich etwas Brauchbares heraus. Bernhard Rieger klopft auf eine durchsichtige Plastikplatte, etwa so groß wie ein Blatt Schreibpapier.

#### **O-Ton 22 - Bernhard Rieger:**

(klopf) Ein hoch transparenter, hoch zäher Kunststoff, der da entsteht, der sicherlich in eine ganze Reihe von Anwendungen geht. Da interessiert sich die Welt dafür. Das

sind nicht nur wir in Deutschland. Die Reaktion, die zu diesem Kunststoff führt, ist seit langer Zeit bekannt. In der Industrie ist er noch nicht gelandet, weil der Druck auf CO<sub>2</sub> noch nie so groß war wie heute. // Wir haben in den letzten 20 Jahren ganz wenige neue Massenkunststoffe in die Industrie eingeführt. Und ich sage überall, dass ich überzeugt bin, dass dieser Kunststoff die Chance hat, nach vielen Jahren der erste große Massenkunststoff zu werden. // Dieser Stoff heißt kurz PPC oder lang Polypropylencarbonat.

**Autor:**

Noch gibt es keine Produkte aus PPC. Aber die Firma BASF in Ludwigshafen hat probeweise schon einmal ein Staubsaugergehäuse daraus hergestellt. Auch andere große Chemieunternehmen in Deutschland wittern ein mögliches Geschäft mit Kunststoffen, die aus Kohlendioxid erzeugt werden. Ein paar hundert Kilometer rheinabwärts, in Leverkusen, hat die Firma Bayer Material Sciences ein solches Verfahren entwickelt. Christoph Gürtler leitet dort die CO<sub>2</sub>-Forschung.

**O-Ton 23 - Christoph Gürtler:**

CO<sub>2</sub> ist ambivalent. Auf der einen Seite ist es ein Stoff, der sehr in der Diskussion ist in Hinsicht auf Klimawandel und Treibhauseffekt. Auf der anderen Seite ist das für uns auch ein Wertstoff: ein Material, das Kohlenstoff enthält und das man eben mit Kreativität durchaus sehr vielseitig nutzen kann. Also auch eine Chance.

**Autor:**

Die Bayer-Forscher bauen Kohlendioxid in ein Ausgangsmaterial für Polyurethan ein. Dieser Kunststoff mit dem Kürzel PU ist in Schaumstoff zu finden, und damit in vielen Alltagsprodukten: Dämmplatten, Bürostühle, Sportschuhe und nicht zuletzt Matratzen. Fast jedes fünfte Kohlenstoffatom im Polyurethanschaum stammt bei dem Bayer-Verfahren nicht mehr aus Erdöl, sondern aus CO<sub>2</sub>. Jahre lange Vorversuche in einer Pilotanlage haben überzeugende Ergebnisse geliefert: Es ist technisch möglich, Kohlendioxid in den Kunststoff einzubauen - und es wird sich langfristig auch finanziell lohnen, glaubt das Unternehmen. Deshalb baut Bayer zurzeit eine Produktionsanlage auf, die bis zu 6000 Tonnen des PU-Ausgangsmaterials pro Jahr aus dem Treibhausgas herstellen soll. Das soll die Produktion auf der Basis von Erdöl ergänzen.

**O-Ton 24 - Christoph Gürtler:**

Wir haben derzeit ein Material, das zu hundert Prozent aus erdölbasierten Vorläufern besteht. Und die Idee ist: Wenn wir nur - über den Daumen - 20 Prozent dieses erdölbasierten Materials ersetzen, dann ist das für uns als chemische Industrie schon ein großer Schritt. // Wir nutzen CO<sub>2</sub>, und wir sparen CO<sub>2</sub> ein, das während der Herstellung dieser fossilen Materialien entsteht. Und dieser kombinierte Effekt ist letztlich das, was das wirklich charmant macht.

**Autor:**

Für die Industrie vor allem deshalb, weil sie damit für ihre Produkte weniger Erdöl braucht. Bayer entwickelt bereits ein neues Material etwa für Skischuhe, bei dem doppelt so viel Kohlenstoff aus CO<sub>2</sub> in den Kunststoff eingebaut wird, wie bei den Matratzen. Für die Unternehmen ist sozusagen jedes Kohlenstoffatom ein Gewinn, das nicht aus fossilen Quellen stammt. Wie groß ist aber der Beitrag gegen den Treibhauseffekt, wenn Kohlendioxid als Rohstoff genutzt wird? Äußerst bescheiden,

meint André Bardow von der RWTH Aachen. Er hat die Treibhausgas-Bilanz der beiden Verfahren zur Herstellung von Matratzen verglichen: aus Erdöl und aus dem CO<sub>2</sub>-haltigen Ausgangsprodukt.

**O-Ton 25 - André Bardow:**

Was ich sagen kann, ist, dass wir sehen in unseren Berechnungen, dass sich dieses neue Verfahren rechnet klimamäßig. Wenn wir von Matratzen sprechen: Die neuen Matratzen sind klimaschonender hergestellt, insbesondere mit weniger Emissionen, als heute übliche Verfahren. An der Stelle hilft es in Bezug auf den Klimawandel. Wir müssen uns im Klaren darüber sein, dass der Effekt klein sein wird. Das heißt, das CO<sub>2</sub>-Recycling alleine kann das Klimaproblem nicht lösen. Weniger als 0,001 Prozent des CO<sub>2</sub> könnten in diese Polymere fließen.

**Autor:**

All diese Forschung ist also nicht in erster Linie dazu gedacht, den Treibhauseffekt aufzuhalten. Der Hauptgrund ist ein anderer: CO<sub>2</sub> als Rohstoff hilft der Industrie, unabhängiger vom Erdöl zu werden. Auch den Forschern, die Methanol oder Methan aus Kohlendioxid erzeugen wollen, geht es nicht in erster Linie darum, das Klima zu retten: Diese beiden Substanzen sind ideal, um regenerative Energie zu speichern, die im Stromnetz gerade nicht gebraucht wird. Doch all diese Ansätze zeigen eben auch einen Wandel: CO<sub>2</sub> ist nicht mehr der lästige gasförmige Industriemüll, den die Menschheit am besten auf Nimmerwiedersehen in die Atmosphäre pustet. Achim Schaadt vom Fraunhofer-Institut in Freiburg hofft, dass das Treibhausgas eines Tages sogar ein unentbehrlicher Rohstoff wird.

**O-Ton 26 - Achim Schaadt:**

Das würden wir uns wünschen, dass wir auf dem Weg sind in eine CO<sub>2</sub>-basierte Chemiewirtschaft oder Rohstoffwirtschaft, weil ja CO<sub>2</sub> auch ein Rohstoff ist. Momentan sieht es sehr spannend aus und sieht so aus, als ob CO<sub>2</sub> eine Rohstoffquelle wäre. Und wir würden gerne daran mitarbeiten, dass es so wird.

\*\*\*\*\*