

Zeozwei als Wertstoff

Angela Merkel ist keine Anhängerin der unterirdischen CO₂-Deponierung (CCS). Auf einer Konferenz des Bundesverbandes der deutschen Industrie im Mai 2008 fand es die Bundeskanzlerin „intellektuell höchst unzufriedenstellend, dass man Kohlendioxid abscheidet und irgendwo hinpackt“ (vgl. UB 15/08, S. 4). Man müsse doch mit dem Klimagas irgendetwas tun können, sagte Merkel damals: „Wenn die Natur das kann, muss der Mensch das auch irgendwie schaffen.“ Der Hoffnungsträger heißt CCU, kurz für Carbon Capture and Usage. Doch als Rohstoff in der chemischen Industrie gesteht man dem Klimagas bislang nur eine Nischenrolle zu. Die meisten Ansätze sind noch Grundlagenforschung – von der Anwendung Jahrzehnte entfernt.

VON MARCUS FRANKEN

Warum, fragt sich nicht nur die Kanzlerin, sondern mittlerweile auch ihr Forschungsstaatssekretär Thomas Rachel, sollte man das CO₂ nicht nutzen? Aus dem Abfall einen Wertstoff machen? Die Kohlen-Sauerstoffverbindung sieht Rachel als neuen Grundstoff für die chemische Industrie, als Designer-Kunststoff und regenerativen Treibstoff. „Kohlendioxid könnte der Schlüssel auf dem Weg weg vom Öl sein“, malt der CDU-Politiker seine mutige Perspektive aus. Tatsächlich nutzt die chemische Industrie CO₂ schon lange als Hilfsstoff, etwa als Extraktionsmittel: Bei mehr als 31 °C und 72 bar geht CO₂ in den „superkritischen Zustand“ über, es hat Eigenschaften jenseits des flüssigen und des gasförmigen CO₂. Und wirkt dann als Lösemittel: Kaffee wird damit beispielsweise das Koffein entzogen, und chemische Anlagen lassen sich mit CO₂ säubern. Insgesamt 20 Mio. t des Klimagases werden in solchen Prozessen jährlich verbraucht und freigesetzt.

Aus CO₂ alles machbar, was die Organik hergibt

Chemiker träumen nun davon, das Endprodukt der Verbrennung von Kohle, Gas und Erdöl wieder einzubinden. Schließlich, so die Logik, ist CO₂ in Massen vorhanden. Der Mensch emittiert jedes Jahr 28 Mrd. t weltweit, Deutschland war 2005 für 844 Mio. t verantwortlich. Als Abraum der fossilen Gesellschaft ist CO₂ bald nicht mehr billig, vielmehr wird seine Entsorgung in Zukunft durch den Emissionshandel Geld kosten. Das ist die treibende Idee. Denn im Prinzip kann man aus dem Mono-Kohlenstoff CO₂, gemischt mit ein paar Zutaten und einem Klacks Energie, alles machen, was aus Kohlenstoff aufgebaut ist: das ganze Reich der organischen Chemie, synthetische Kraftstoffe inklusive. Zumindest theoretisch.

Doch der Nutzen ist äußerst eingeschränkt: Der mit Abstand größte Einsatzzweck ist heute die Produktion von Harnstoff. Hier reagiert CO₂ mit Ammoniak, der chemische Name Kohlensäurediamid zeigt die enge Verwandtschaft zur Kohlsäure. Jedes Jahr werden 107 Mio. t CO₂ in der Düngemittelindustrie verbraucht. Auch die Produktion von Methanol erfolgt teilweise mit CO₂. Einen Jahresverbrauch von 2 Mio. t gibt die Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (Dechema) an in ihrer Studie zur „Verwertung und Speicherung von CO₂“. In Japan ging nach Angaben des Forschungszentrums Jülich 2009 eine Pilotanlage in Betrieb, die jährlich 100 t Methanol auf Basis von CO₂ produziert.

Der Blick auf die Mengen ist allerdings ernüchternd: Die Anwendungen machen 0,2 Prozent der menschengemachten CO₂-Emissionen aus. Die Produktion von zyklischen Carbonaten, also ringförmigen Kohlenstoffverbindungen, verbraucht laut Dechema weltweit 45 000 t CO₂. Noch weniger erfordert die Herstellung der kopfschmerz lindernenden Salicylsäure – nur 25 000 t oder ein Zehntel Promille der weltweiten Emissionen. „So viel Kopfschmerzen kann man gar nicht haben, dass sich die Salicylproduktion bemerkbar macht“, fasst es Holger Zinke zusammen, der Gründer der hessischen Biotechnologiefirma Brain.

Keine Verbindung so energiearm wie CO₂

Kleinvieh macht zwar auch Mist. Aber das eigentliche Problem des CO₂ zeigt sich schon in der Herstellung von Harnstoff. Um das äußerst stabile CO₂ mit anderen Stoffen reagieren zu lassen, muss man sehr viel Energie in die Kohlen-Sauerstoff-Verbindung stecken. Selbst in der im Großmaßstab angewandten Harnstoffproduktion werden für zehn gebundene Einheiten CO₂ laut Dechema 15 CO₂-Moleküle wieder freigesetzt. Dieses CO₂ entsteht, wenn man den für die Reaktion nötigen Wasserstoff herstellt. Fazit: „Die Gesamtbilanz ist immer noch ein Nettoeintrag von CO₂ in die Atmosphäre. Harnstoff kommt daher als CO₂-Senke nur dann in Betracht, wenn der verwendete Ammoniak mit Wasserstoff aus regenerativen Quellen hergestellt wurde“, so die Dechema.

Noch schlechter sieht es für mögliche Treibstoffe auf CO₂-Basis aus: Hier würden die gebundenen Treibhausgase bei der Verbrennung direkt wieder frei gesetzt. Das Klima hätte nichts davon. CO₂ ist eben deshalb das Endprodukt der energiebringenden Reaktion aus Kohlenwasserstoffen und Sauerstoff, weil es die Verbindung mit dem niedrigsten Energiegehalt ist. Um sie aus dem Energietal wieder herauszuholen, muss man sehr viel Energie etwa in Form von Wasserstoff hineinstecken.

Was das praktisch heißt, haben die japanischen Chemiker Sakakura und Kohno für die britische *Royal Society of Chemistry* zusammengefasst: „Solange die Menschen keine unerschöpfliche Wasserstoffquelle zur Hand haben, ist die Substitution von Ölprodukten durch CO₂ nicht effizient.“ Auch RWE-Forschungsleiter Johannes Heithoff traut der gesamten CO₂-Verwertung unter dem Schlagwort CCU lediglich ein Potenzial von zehn Millionen Tonnen in „zehn bis zwanzig Jahren“ zu – höchstens zwei Prozent der Emissionen Deutschlands. „CCS bleibt der Haupthebel für die CO₂-Minderung“, gesteht Heithoff ein. Für Kohlekraftwerke ist mit CCU auf lange Zeit kein „Klimaschutz machbar“.

Forschung zur stofflichen Verwertung von CO₂

Das BMBF investiert 100 Mio. Euro bis 2013 ins Förderprogramm **Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO₂**. Damit bezahlt die Regierung teils die CO₂-Abtrennung aus dem Rauchgas des RWE-Kohlekraftwerks Niederaußem, teils fließt Geld in Vorhaben zur CO₂-Nutzung. Von denen profitierten neben RWE vor allem Bayer und Siemens: beispielsweise für die Projekte **Dream Reaction – Stoffliche Verwertung von CO₂** oder **Dream Production**. Hier sollen Katalysatoren entwickelt und eine Anlage gebaut werden, die CO₂ als Grundstoff für die Herstellung von Polyetherpolycarbonatpolyol (PPP) und Propylenoxid nutzt. Diese Polycarbonate könnten dann zu Polyurethan (PU) weiterverarbeitet werden. Für den Klimaschutz bringt das aber wenig: Langfristig und weltweit ist von „einigen hunderttausend Tonnen CO₂-Einbindung pro Jahr“ die Rede. (mf)

► www.chemieundco2.de