



Nano-Filter gegen CO₂

Bei der Produktion von Zement werden neue Membranen erforscht, um Kohlendioxid aus Abgasen zu entfernen

TEXT: CHRISTOPH WÖHRLE

Wer ein Haus baut, denkt eher an Idylle im Garten als an den Klimawandel. Doch zum Bauen braucht es Zement, und der gehört zu den großen Klimaschädlingen. Deutschland verbraucht jedes Jahr fast 30 Millionen Tonnen. Das Hochziehen eines Einfamilien-Massivbaus setzt im Schnitt 40 Tonnen CO₂ frei – die Menge, die dasselbe Haus beim Heizen in 80 Jahren verursacht. Aber ohne Zement geht es nicht. Zement ist eine Mischung aus Kalkstein, Ton, Sand und oft auch Eisenerz. Er wird im Ofen bei 1450 Grad Celsius gebrannt. Dabei entsteht pro Tonne Zement bis zu eine Tonne CO₂. Der Zement ist das Bindemittel für Beton. Beton wird auf dem Bau für alles gebraucht, von der Mauer bis zur Balkonbrüstung. Wegen der Abhängigkeit des Menschen von diesem Baustoff, kann die Lösung nur sein, Treibhausgase aus den Abgasen der Schornsteine zu filtern.

Die Forscher am Helmholtz-Zentrum Hereon tüfteln seit den 2000er-Jahren an Kunststoff-Membranen, die das CO₂ aus den Abgasen der Zement-Produktion abtrennen können. Vereinfacht gesagt, arbeiten sie ähnlich wie ein Kaffeefilter, sind aber nur ein Millionstel so dick: Eine 100 Nanometer dünne Trennschicht aus Kunststoff wirkt in den Membranen als Barriere, die den Durchgang bestimmter Moleküle erlaubt, andere aber zurückhält.

In Gebäude 46 auf dem Hereon-Campus summen und surren die Maschinen. Torsten Brinkmann hat die Hemdsärmel hochgekrempelt. Im Hereon-Institut für Membranforschung ist er Experte für CO₂-Abscheidung. Wie wichtig der Bereich ist, belegt die Größe des Teams: 50 Kollegen, darunter

PM. & HEREON
Das Helmholtz-Zentrum »Hereon« in Geesthacht betreibt Spitzenforschung auf Weltniveau. Jeden Monat berichtet P.M. an dieser Stelle exklusiv über die neuesten Projekte. Im September startet der gemeinsame Podcast »Hereon Academy«

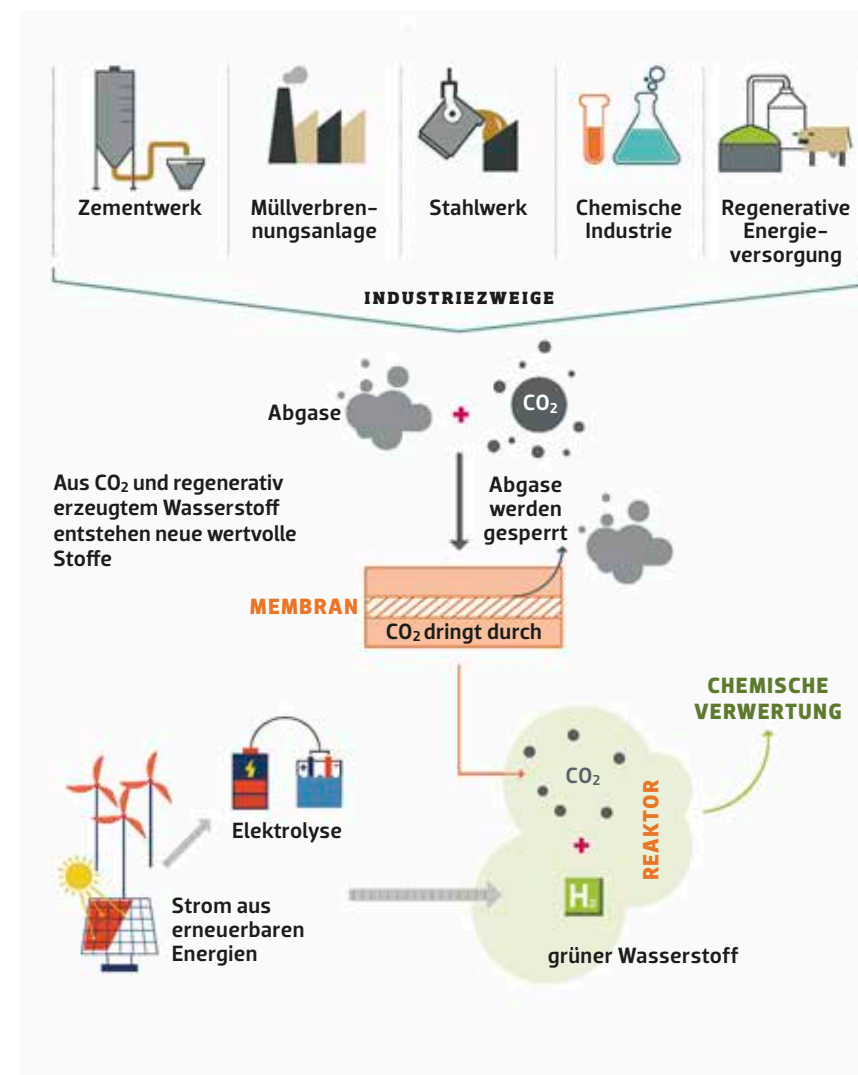


Christoph Wöhrle besitzt zwar noch kein Haus, aber wenn er mal eines bauen sollte, dann nur mit Zement, dessen CO₂ nicht in die Luft geblasen wurde.

Chemiker, Ingenieure, Laboranten, Schlosser und Elektriker. Brinkmann: »Stand heute können wir mit der von uns entwickelten Technologie bis zu 95 Prozent CO₂ aus einem Abgasstrom abtrennen.«

Weltweit entfallen acht Prozent des gesamten CO₂-Ausstoßes auf die Zementherstellung. Das Problem ist, dass man Zement nicht ohne die Entstehung von CO₂ produzieren kann. Brinkmann und sein Team wollen verhindern, dass dieses unvermeidbare Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangt. Das Gerät, das er dazu entwickelt hat, ist gut zwei Meter hoch. Man sieht Kabel und Rollen, die ineinander verwunden sind, eingehängt von Schaltschränken. Brinkmann nennt es »das Modul«. Es ist eingebaut in einen klassischen Seecontainer, den ein LKW zu jeder »Kohlendioxid-Schleuder« auf der Welt transportieren kann. Sozusagen eine mobile CO₂-Waschanlage. Die Forscher haben sie eigens für die Zementproduktion entwickelt. Der Schlüssel an dem System ist, dass man im Inneren des Containers Hunderte Quadratmeter CO₂-filternde Membranfläche einfügen kann. Da die Membranen am Ende des Abgasstroms verbaut werden, könnte man ganze Werke ohne hohen Aufwand nachrüsten.

Und so funktioniert das Prinzip: Die Abgase der Brennöfen strömen in die Schornsteine und werden von dort in die Membranmodule geleitet. Die Kohlendioxid-Moleküle treten schnell, Stickstoff und Sauerstoff hingegen deutlich langsamer durch die Membran hindurch. Auf diese Weise wird das CO₂ separiert. Anschließend können die Moleküle gespeichert werden, zum Beispiel in unterirdischen Reservoirs. Oder man benutzt sie zur Herstellung von Chemikalien oder Biokraftstoffen.



Aufgebaut sind die Membranen aus Kunststoff-filmen, sogenannten Polymerketten. »Diese Polymerketten müssen genau auf das CO₂ abgestimmt sein«, erklärt Torsten Brinkmann. Chemische Zusammensetzung sowie die Struktur seien entscheidend. Um den Prozess in Gang zu setzen, wird eine Triebkraft benötigt, die dafür sorgt, dass sich die Kohlendioxidmoleküle durch die Membran bewegen. Die Moleküle strömen dann von einem Bereich mit höherer hin zu einem Bereich mit niedrigerer Konzentration. Ein wesentlicher Teil seiner Forschung bestehe darin zu verstehen, wie verschiedene Gase mit den Polymerketten interagieren und wie die Strömung verläuft. »Denn hierüber lässt sich der Einsatz der Membran leistungsfähig machen.«

Bei der Zementmembran verwenden die Forscher ein Gebläse, das die Strömung in eine Richtung lenkt. Eine Vakuumpumpe an der Rückseite der Membran sorgt zusätzlich für Unterdruck, der die Moleküle durch die Membran zieht. Neben Membranen auf Kunststoffbasis, wird auch mit Membranen aus Keramik und Metall experimentiert. Vieles muss noch erforscht werden, aber für Zementabgase eignet sich Kunststoff gut. Zu den noch zu lösenden Problemen gehört die Ver-

schmutzung der Membranoberflächen. Wie bei jedem Filter mindert Verschmutzung die Wirkung. Weil die Wartung von Membranen aufwendig ist, arbeiten Brinkmann und sein Team daran, sie robuster zu machen und das den Membranen zugeführte Abgas vorzureinigen. Insgesamt sollten die Filter gut fünf Jahre halten.

Doch Forschung kann die Anwendung im Herstellungsalltag immer nur bedingt abbilden. Deshalb kooperiert das Hereon mit der Zementfirma Holcim aus Niedersachsen. Die Membranen wurden dort bereits erfolgreich in mehr als 1200 Betriebsstunden getestet. Jetzt wird Holcim sein Zementwerk in Höver, eines der ältesten in Deutschland, sukzessive umrüsten. 2026 will man hier 1,3 Millionen Tonnen CO₂ abtrennen.

Die Zementindustrie ist jedoch nicht die einzige Branche, die zukünftig von den Membranen profitieren könnte. Potenzielle Kandidaten für die Technologie sind außerdem die Stahlindustrie, die chemische Industrie sowie Anlagen zur Klärschlamm- und zur Müllverbrennung. Alles Bereiche, bei denen sich die Emission von Kohlendioxid nicht vermeiden lässt. Brinkmann ist vom Potenzial überzeugt. »Jetzt gilt es nachzuweisen, dass die Technologie nicht nur in Pilotanlagen funktioniert, sondern dauerhaft im großen Maßstab.« Eine Marktreife erwartet der Ingenieur in drei oder vier Jahren. Dann stehe die Industrie vor Millioneninvestitionen in die neue Technik. ■

Ingenieur Torsten Brinkmann verschleißt einen Stahlzylinder, in dem Membranen installiert sind

