

Vom Klimakiller zum Rohstoff

CO₂ ersetzt Erdöl in der Kunststoffproduktion

Der stete Anstieg an Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre ist die Hauptursache für den Klimawandel. Grund dafür ist auch die Nutzung fossiler Energieträger für die Kunststoffproduktion. Ändern soll sich das durch ein neues Verfahren. Statt den Klimawandel weiter anzuhetzen, wird CO₂ dabei zum Baustein für hochwertige Kunststoffe.



Die Demonstrationsanlage von Covestro in Dormagen produziert 5000 t/a Polyole mit CO₂-Anteil. Gegenwärtig prüft das Unternehmen einen großindustriellen Ausbau der Produktion auf 100000 t/a © Covestro

Trotz einiger Alternativen ist Rohöl weiterhin mit großem Abstand die hauptsächliche Quelle für Kohlenstoff. Doch die Vorräte an Öl sind begrenzt, die Nutzung betreibt Raubbau an der Natur und verändert das Klima. Ein Umdenken ist deshalb nötig und wird weltweit immer stärker auch von der Öffentlichkeit gefordert. Spätestens seit dem Abkommen von Paris ist der Weg in die nichtfossi-

le Zukunft geebnet. Die Tage des Erdölzeitalters scheinen gezählt. Auch die Chemie- und Kunststoffbranche sucht nach Alternativen zum Öl, um die Rohstoffbasis zu verbreitern.

Andere Quellen für den in Kunststoffen verwendeten Kohlenstoff sind bislang Pflanzen, aber auch Haus- und Siedlungsmüll oder gebrauchte Kunststoffe kommen zunehmend in Betracht. Seit Kurzem

wird jedoch noch eine weitere Quelle diskutiert: Kohlendioxid (CO₂). Einer Forschungsk Kooperation zwischen der RWTH Aachen, der Covestro AG aus Leverkusen und dem CAT Catalytic Center, Aachen, ist es nun gelungen, das Treibhausgas in der Kunststoffproduktion zu nutzen.

Was so einfach klingt, ist tatsächlich ein sehr schwieriges Unterfangen. Denn als Endprodukt der Verbrennung ist CO₂

extrem reaktionsträge. Um das Gas zur Reaktion zu bringen, wird viel Energie benötigt. Aus ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist das Verfahren deshalb ineffizient. Eine Hürde, an der bisher weltweit alle Versuche zur Nutzbarmachung von CO₂ scheiterten.

Träges CO₂ munter machen

Diese Hürde konnten die drei Forschungspartner nun überwinden. Das Verfahren hat das Potenzial, die Kunststoffherstellung nachhaltig zu verändern, eine echte „Dream Reaction“. Entscheidend dafür ist ein Katalysator. „Wir haben nach akribischer Suche den einen passenden Katalysator entdeckt, der die gewünschte Reaktion mit CO₂ so steuert, dass das optimale Produkt dabei herauskommt“, erzählt Dr. Christoph Gürtler, Leiter der Katalyseforschung von Covestro.

Parallel dazu musste die technische Umsetzung geplant und entwickelt wer-



Bild 1. Bei dem unscheinbaren weißen Pulver in der hinteren Flasche handelt es sich um den Katalysator. Er macht die CO₂-Reaktion zu Polyol (vorne im Bild) erst möglich (© Covestro)

den. Zunächst gelang die Durchführung im Labor, anschließend wurde eine kleine Pilotanlage bei Covestro in Leverkusen errichtet, darauf folgte ein weiterer Scale-up mit einer Demonstrationsanlage am benachbarten Standort Dormagen. Diese besitzt ein Volumen von 5000 t/a. Covestro

stellt dort bereits seit 2016 mit CO₂ als Rohstoff Polyol für Polyurethane (PUR) her (**Bild 1**). Dadurch kann der Verbrauch von fossilen Energieträgern für die PUR-Produktion reduziert werden. In dem neuen Verfahren lassen sich nun bis zu 20% an fossilen Rohstoffen durch CO₂ ersetzen. PUR wird häufig zu Schäumen verarbeitet für Matratzen, Möbel und Autoteile sowie Dämmstoffe für Gebäude und Kühlgeräte. Zwischen 1960 und 2018 wuchs der jährliche weltweite Verbrauch von 50000 auf rund 20 Mio. t. Und die Tendenz ist weiterhin steigend. Gegenwärtig wird ein durchschnittliches Marktwachstum von ungefähr 5% pro Jahr prognostiziert. Mit der Verwendung von CO₂ als Rohstoff ergäbe sich somit eine deutliche Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Der Katalysator hinter dem Verfahren

Das CO₂ reagiert dabei, geleitet durch den auf Zink basierenden Katalysator, mit Propylenoxid und wird chemisch fest in die Polymerkette eingebunden. Der Katalysator senkt die Aktivierungsenergie und steuert die chemische Reaktion so, dass die CO₂-Moleküle an der richtigen Stelle eingebunden werden. Ein besonderer Clou besteht darin, dass das Verfahren die nötige Energie aus sich selbst heraus bezieht, oder genauer gesagt aus der Restmenge an energiereichem Propylenoxid.

Das Verfahren ist nicht nur ökologisch nachhaltig, sondern sorgt auch für eine hohe Qualität der Produkte. Die CO₂-basierten Polyole und die darauf beruhenden PUR besitzen mindestens die gleiche Qualität wie solche aus traditioneller, komplett erdölbasierter Produktion. Aus diesem Grund ist das Interesse an dem Material groß, und es wird auch bereits von einigen Unternehmen genutzt.

Medizintechnik testet das Material

Zunächst wurden die CO₂-basierten Polyole zur Herstellung weicher Schaumstoffe für Matratzen und Polstermöbel verwendet. Hersteller wie Recticel, Evere/Belgien, bieten bereits entsprechende Produkte am Markt an. Seither verbreitert sich das Spektrum an Anwendungen kontinuierlich. Im Herbst 2018 kamen entsprechende Vorprodukte für Bindemittel in Sportböden hinzu (**Bild 2**). Die Premiere erfolgte auf dem Spielfeld »

Unter den besten Drei 2019



Die Erfinder des Verfahrens Dr. Berit Stange (links), Prof. Walter Leitner (zweiter von rechts) und Dr. Christoph Gürtler (rechts) mit Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier (zweiter von links) auf der Preisverleihung in Berlin (© DZP)

Dass die Nutzung von CO₂ als Rohstoff für Kunststoffe eine clevere Idee ist, fanden nicht nur die Entwickler des Verfahrens, sondern sie überzeugten damit ebenfalls die Jury des Deutschen Zukunftspreises. Diese nominierte deshalb die drei Erfinder Dr. Berit Stange, Dr. Christoph Gürtler (beide Covestro) und Prof. Walter Leitner (RWTH Aachen) als eines von drei Teams für das Finale des Preises 2019. Bis ganz an die Spitze hat es schlussendlich allerdings nicht gereicht: Im Finale mussten sich die drei Alexander Rinke, Martin Klenk und Bastian Nominacher von dem Start-up Celonis geschlagen geben.

Die Nominierung zeigt aber dennoch den gestiegenen Stellenwert und die gewachsene Wahrnehmung, die kunststoffbezogene Themen mittlerweile genießen. Die Nominierung ist sicherlich auch Ausdruck des gewachsenen Interesses an einer alternativen und nachhaltigeren Kunststoffherzeugung.

Mit dem Deutschen Zukunftspreis (vollständiger Name: Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation) ehrt der Deutsche Bundespräsident Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für Innovationen, „die wirtschaftliches Potenzial entfalten und Arbeitsplätze schaffen“. Die Auszeichnung wird bereits seit 1997 vergeben und ist mit 250000 EUR dotiert. Überreicht wurde sie von Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier am 27. November 2019 in Berlin.

Bild 2. Das CO₂-basierte PUR wird bereits für Bodenbeläge von Hockeyplätzen verwendet
(© Covestro)



eines renommierten Hockeyclubs im niederrheinischen Krefeld. Seit 2019 sind auch elastische Fasern mit CO₂ an der Schwelle zur Marktreife. Erste Unternehmen aus der Textilindustrie und Medizintechnik haben das Material bereits teilweise in Socken (**Bild 3**), Kompressionschläuchen und Bändern verarbeitet. Im Gegensatz zur traditionellen Produktion werden keine Lösungsmittel eingesetzt. Zudem weisen die neuartigen Fasern eine bessere Ökobilanz auf. „Das CO₂-basierte Material könnte in naher Zukunft eine nachhaltige Alternative für herkömmliche elastische Fasern sein“, meint etwa Prof. Thomas Gries, Direktor des Instituts für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen und einer der Projektbeteiligten.

Schuh aus TPU-Monomaterial

Neben Fasern, Schaumstoffen und Bindemitteln kommen aber noch viele weitere Einsatzgebiete infrage. Covestro arbeitet mit weiteren Partnern an neuen Anwendungsmöglichkeiten der Technologie. Zusammen mit der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) testet das Unternehmen beispielsweise den Einbau von CO₂ in sogenannte grenzflächenaktive Substanzen. Diese können unter anderem in Waschmitteln eingesetzt werden. Im Rahmen der hausinternen „Start-up Challenge“ stellte ein Covestro-Team auf der Kunststoffmesse K 2019 bereits ein Ge-

schaftsmodell für dieses Anwendungsfeld vor.

Die neueste Weiterentwicklung ist die Verbindung von CO₂ und anderen nachhaltigen Kohlenstoffquellen. Zur K-Messe präsentierte Covestro einen Konzeptschuh, der nur auf thermoplastischem Polyurethan (TPU) basiert (**Bild 4**). Erstmals wurde der für die TPUs verwendete Kohlenstoff zum Teil aus Biomasse und zum Teil auch aus CO₂ gewonnen. Das Monomaterial bietet außerdem große Vorteile für das

Recycling. Dadurch entfällt die aufwendige Trennung von verschiedenen Kunststoffarten. „Das Plus bei der Nachhaltigkeit bedeutet nicht, dass bei den Eigenschaften oder beim Design des Schuhs irgendwelche Abstriche gemacht werden müssten“, betont Wilson Chan, TPU-Experte bei Covestro.

Die Einsatzgebiete sind somit bereits jetzt vielfältig. Entwickelt sich die Marktakzeptanz weiterhin derart positiv wie zurzeit, ist die Produktion von Polyolen



Bild 3. Ob sich CO₂ als PUR-Rohstoff für Textilien durchsetzt, muss sich noch zeigen. Erste Unternehmen prüfen aber bereits den Einsatz. Für entsprechende Socken gibt es zum Beispiel bereits Muster (© Covestro)



Bild 4. Auf der K 2019 stellte Covestro einen vollkommen auf TPU basierenden Schuh vor. Er wurde ebenfalls zu einem Teil aus CO₂ hergestellt (© Covestro)

mit CO₂ im großindustriellen Maßstab von 100000 t/a und mehr denkbar. Covestro evaluiert gerade die Umsetzung. Gleichzeitig wird in zahlreichen, auch industrieübergreifenden Konsortien an weiteren Einsatzmöglichkeiten von CO₂ als neuem Rohstoff für Kunststoffe geforscht. Beispielsweise arbeitet ein von Covestro geführtes Leuchtturmprojekt von 14 Partnern aus sieben Ländern Europas daran, CO₂ aus der Stahlproduktion für die Kunststoffherstellung zu nutzen.

CO₂ als Rohstoff auch für andere Kunststoffe?

Neben den eigenen Entwicklungen zu einer stärkeren CO₂-Nutzung versucht Covestro außerdem, andere Unternehmen und Personen dabei zu unterstützen. Etwa als Sponsor des neuen Innovationspreises „Best CO₂ Utilisation 2019“, den das renommierte nova-Institut, Hürth, verleiht. Bei der Erstverleihung wurden An-

fang 2019 drei junge Firmen aus Kanada, Norwegen und Deutschland ausgezeichnet. Sie können aus CO₂ Treibstoff, Chemikalien und sogar Beton herstellen. Der Preis zeigt, welche Bedeutung das Thema inzwischen hat und wie viel weltweit auf diesem Gebiet bereits passiert. Deshalb darf der fachliche Austausch zwischen allen Beteiligten nicht fehlen. Aus diesem Grund haben Covestro, die Branchenvereinigung Dechema und die TU Berlin den „Rohstoffgipfel“ ins Leben gerufen. Er findet seit 2017 jedes Jahr an der TU Berlin statt und bringt Vertreter aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zusammen. In diesem Rahmen wird auch der Preis „Resource Innovator“ verliehen. 2018 erhielten die Trophäe mehrere internationale Start-ups, die die Nutzung alternativer Kohlenstoffquellen vorantreiben.

Für Covestro ist die CO₂-Nutzung für PUR ein Modell für die gesamte Kunststoffbranche. Das Unternehmen möchte das Treibhausgas für so viele weitere Kunststoffarten wie möglich als Rohstoff

verwenden und auf diese Weise eine große Mengen an fossilen Rohstoffen ersetzen. Für das langfristige Ziel einer nachhaltigeren Nutzung von Ressourcen und eines geschlossenen Kohlenstoffkreislaufs wäre das ein bedeutender Schritt. Das neue Verfahren zeigt auf jeden Fall, dass sich auch komplexe Herausforderungen der Verfahrenstechnik bewältigen lassen. ■

Der Autor

Stefan Mechnig ist Head of Strategic Communication and Thought Leadership bei Covestro;
stefanpaul.mechnig@covestro.com

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-01

www.folien-fahrzeug.de

Folien+Fahrzeug

FOKUS: Dekoration, Integration, Mechatronik

04. – 05. Februar 2020 in Stuttgart-Böblingen



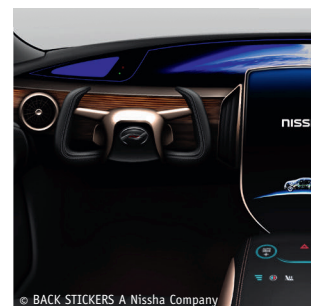
HANSE
Tagungen und Messen

Ihr jährlicher
Branchentreff

Themen entlang der gesamten Prozesskette:

- Der Fahrzeug-Innenraum der Zukunft
- Displays: Folieneinsatz und Maschinenbau
- Innovative Folienlösungen im Serieneinsatz und für die Anforderungen von morgen: Oberflächentrends und Licht
- Prozesssichere Fertigung und Funktionsintegration
- Folien im Exterieur: Sensorik, Thermomanagement, Frontmodule

Für internationales Publikum: Mit Simultanübersetzung Deutsch/Englisch!



© BACK STICKERS A Nissha Company

Veranstalter

Kunststoffe

Interesse geweckt? Programm und Anmeldung unter www.folien-fahrzeug.de