

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

2. August 2021 || Seite 1 | 5

Bioökonomie

CO₂ als Rohstoff für Kunststoffe und Co.

Kohlenstoffdioxid ist einer der Haupttreiber des Klimawandels – die CO₂-Emissionen müssen daher künftig sinken. Einen möglichen Weg zur CO₂-Reduktion zeigen Fraunhofer-Forschende auf: Sie nutzen das Klimagas als Rohstoff, etwa für Kunststoffe. Dazu stellen sie aus CO₂ zunächst Methanol und Ameisensäure her, die sie via Mikroorganismen zu Bausteinen für Polymere und Co. umwandeln.

Bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe gelangt verstärkt CO₂ in die Luft. Mittlerweile ist die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre bereits auf etwa 400 Parts per Million (ppm) gestiegen – das entspricht 0,04 Prozent. Zum Vergleich: Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts lag dieser Wert noch im Bereich von 280 ppm. Der hohe Anteil an Kohlenstoffdioxid wirkt sich deutlich auf das Klima aus. Seit dem 1. Januar 2021 werden die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Kraftstoffe daher bepreist – produzierende Unternehmen müssen also für ihre CO₂-Emissionen zahlen. Viele Betriebe suchen daher nach neuen Wegen. Wie lassen sich die Kosten, die mit der Bepreisung von CO₂-Emissionen verbunden sind, senken? Wie kann man den CO₂-Ausstoß durch biointelligente Prozesse reduzieren?

Katalytische Chemie und Biotechnologie – gewinnbringend verknüpft

Ansätze dazu entwickeln Forscherinnen und Forscher derzeit in den Projekten EVOBIO und ShaPID am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB. Beide Projekte bearbeiten sie im Verbund mit mehreren Fraunhofer-Instituten. »Wir nutzen das CO₂ als Rohstoffquelle«, sagt Dr. Jonathan Fabarius, Themenfeldleiter für die Mikrobielle Katalyse am Fraunhofer IGB. »Dazu verfolgen wir zwei Ansätze: Erstens die heterogene chemische Katalyse, bei der wir das CO₂ mit einem Katalysator zu Methanol umsetzen. Zweitens die Elektrochemie, mit der wir aus dem CO₂ Ameisensäure produzieren.« Die Besonderheit liegt jedoch nicht allein in dieser CO₂-basierten Methanol- und Ameisensäureherstellung, sondern in der Kombination mit der Biotechnologie, genauer gesagt mit Fermentationen durch Mikroorganismen. Einfacher gesagt: Die Forscherinnen und Forscher stellen aus dem klimaschädlichen Abfallprodukt CO₂ zunächst einmal Methanol und Ameisensäure her. Diese nutzen sie wiederum als »Futter« für Mikroorganismen, die daraus weitere Produkte produzieren. Ein Beispiel für ein solches Produkt sind organische Säuren, die als Bausteine für Polymere verwendet werden – man könnte auf diese Weise CO₂-basierten Kunststoff herstellen. Auch Aminosäuren lassen sich so produzieren, etwa als Nahrungsergänzungs- oder Futtermittel.

Kontakt

Janis Eitner | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Claudia Vorbeck | Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB | Telefon +49 711 970-4031 | Nobelstr. 12 | 70569 Stuttgart | www.igb.fraunhofer.de | claudia.vorbeck@igb.fraunhofer.de

Der neuartige Ansatz bietet zahlreiche Vorteile. »Wir können gänzlich neue Produkte realisieren, aber auch den CO₂-Fußabdruck klassischer Produkte verbessern«, konkretisiert Fabarius. Während konventionelle chemische Prozesse viel Energie und teilweise toxische Lösungsmittel benötigen, lassen sich die Produkte mit Mikroorganismen bei mildereren und energieeffizienteren Bedingungen produzieren – schließlich wachsen die Mikroben in umweltfreundlicheren wässrigen Lösungen.

FORSCHUNG KOMPAKT2. August 2021 || Seite 2 | 5

»Metabolic Engineering« macht's möglich

Dabei nutzt das Forscherteam nicht nur nativ-methylotrophe Bakterien – also solche, die von Natur aus Methanol verwerten –, sondern auch Hefen, die eigentlich kein Methanol verstoffwechseln können. Auch behalten die Forscherinnen und Forscher stets im Blick, ob neue interessante Organismen entdeckt werden und überprüfen diese auf ihre Eignung als »Zellfabrik«. Doch wie stellen diese Mikroorganismen die Produkte eigentlich her? Und wie kann man beeinflussen, was sie produzieren? »Im Prinzip nutzen wir den Stoffwechsel des Mikroorganismus', um die Produktherstellung zu steuern«, erläutert Fabarius. »Dafür bringen wir Gene in die Mikroben ein, die den Bauplan für bestimmte Enzyme liefern – man spricht dabei auch von Metabolic Engineering.« Die Enzyme, die daraufhin im Mikroorganismus produziert werden, katalysieren wiederum die Herstellung eines bestimmten Produkts. Gene, die diese Produktion negativ beeinflussen könnten, schalten die Forscherinnen und Forscher hingegen gezielt aus. »Indem wir die eingeschleusten Gene variieren, können wir eine breite Palette an Produkten herstellen«, freut sich Fabarius.

Das Forscherteam arbeitet an der gesamten Herstellungskette: Angefangen bei den Mikroorganismen über die Genveränderungen bis hin zum Hochskalieren der Produktion. Während einige Herstellungsprozesse noch im Laborstadium sind, werden andere Produkte bereits in ersten Bioreaktoren mit einem Fassungsvermögen von zehn Litern hergestellt. Was die industrielle Anwendung solcher Prozesse angeht, so sieht Fabarius diese eher mittel- bis langfristig – zehn Jahre seien ein realistischer Zeithorizont. Doch: Der Handlungsdruck auf die Industrie, neue Prozesse zu etablieren, nimmt zu.

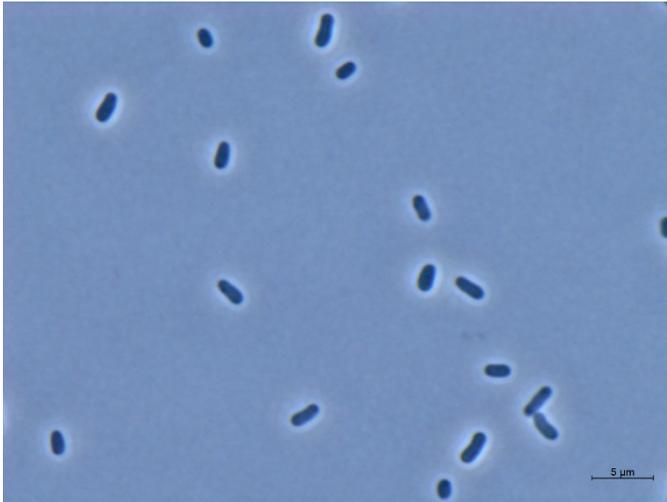


Abb. 1 Lichtmikroskopische Aufnahme von Zellen des gram-negativen Bakteriums *Methylobacterium extorquens* AM1.

© Fraunhofer IGB

FORSCHUNG KOMPAKT

2. August 2021 || Seite 3 | 5

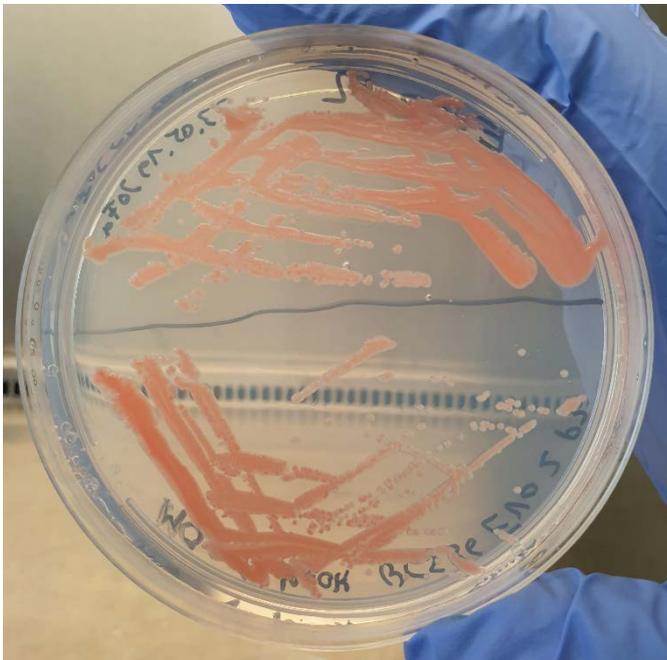


Abb. 2 Vereinzelausstrich zur Isolierung von Einzelkolonien von *M. extorquens* AM1 auf einer Methanol-haltigen Minimalmedium-Agarplatte.

© Fraunhofer IGB



Abb. 3 Aufbau eines Bioreaktors zur Anzuchtung großer Mengen Biomasse von *M. extorquens* AM1.

FORSCHUNG KOMPAKT
2. August 2021 || Seite 4 | 5

© Fraunhofer IGB



Abb. 4 Detailaufnahme eines Bioreaktors zur Anzuchtung großer Mengen Biomasse von *M. extorquens* AM1.

© Fraunhofer IGB

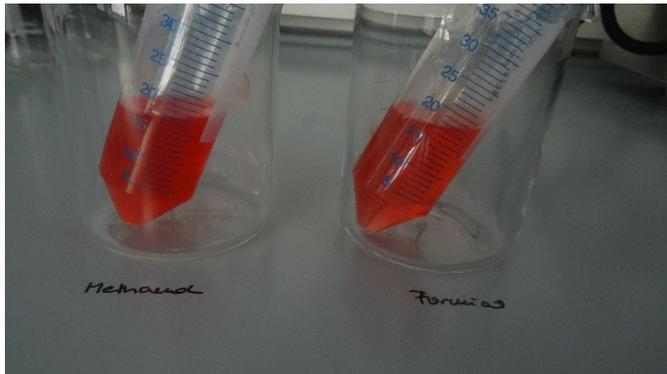


Abb. 5 Isolierter Farbstoff aus Bioreaktor-Kultivierungen von *M. extorquens* AM1 auf Methanol als Substrat oder auf Ameisensäure (Formiat) als Substrat.

© Fraunhofer IGB

FORSCHUNG KOMPAKT

2. August 2021 || Seite 5 | 5
