

Biologische Speicherung von Wasserstoff

Zwei Fliegen mit einer Klappe – Energiespeicherung und stoffliche Nutzung von CO₂

Zwei der größten Herausforderungen dieser und der kommenden Generationen sind die Entwicklung nachhaltiger Alternativen zu fossilen Brennstoffen sowie die Verringerung unserer CO₂-Emission. Dabei drängt sich mehr und mehr Wasserstoff als zukünftiges Antriebsmittel für Kraftfahrzeuge in den Vordergrund. Molekularer Wasserstoff kann mittels Elektrolyse aus Wasser gewonnen werden, und beispielsweise über eine Brennstoffzelle unter elektrochemischer Reaktion mit Sauerstoff Strom erzeugen, womit ein Fahrzeug CO₂-neutral angetrieben werden kann. Das größte Problem für eine derartige Nutzung von H₂ ist der Transport des explosiven Energieträgers. Durch eine chemische Bindung von H₂ an CO₂ als Trägerstoff, woraus Ameisensäure bzw. dessen Salz Formiat entsteht, kann H₂ allerdings in flüssiger Form sicher und effizient gespeichert und auch transportiert werden. Dabei wird zusätzlich aus dem Treibhausgas CO₂ ein wertvolles Produkt generiert, welches alternativ als begehrte Plattformchemikalie für vielseitige Anwendungen in der Industrie bereitgestellt werden kann.

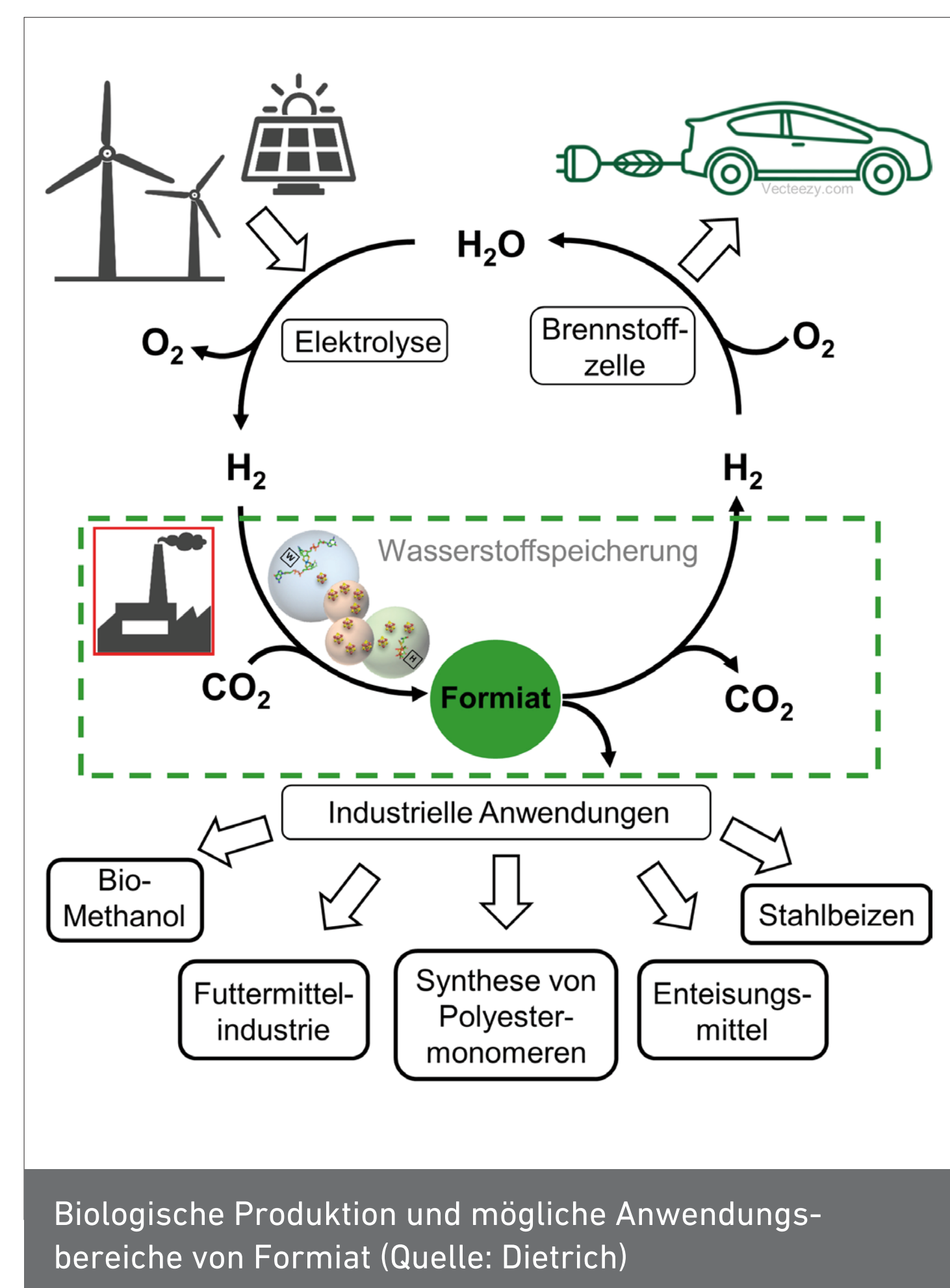
Die chemische Katalyse von H₂ und CO₂ zu Formiat ist aufgrund der thermodynamischen Stabilität von CO₂ sehr ineffektiv. Allerdings konnte in unserer Arbeitsgruppe ein bakterieller Enzymkomplex namens HDCR identifiziert und isoliert werden, welcher diese Reaktion mit einer weitaus höheren Umsatzrate katalysiert. Über die genauen biochemischen Prozesse der HDCR-Reaktion ist bislang wenig bekannt. Für eine kommerzielle und industriell lukrative Nutzung dieser Methode ist jedoch ein detailliertes Verständnis der Reaktion nötig, um die Reaktion in Richtung Formiatbildung zu optimieren.

Entschlüsselung der HDCR-Reaktion

In bisherigen Arbeiten konnte für das thermophile acetogene Bakterium *Thermoanaerobacter kivui* ein System etabliert werden, mit dem die HDCR produziert, modifiziert und isoliert werden kann. Dabei zeigt

das isolierte Enzym für die Formiatbildung aus H₂ und CO₂ die höchste katalytische Aktivität, die je nachgewiesen werden konnte und ist dabei zehn Mal effizienter als der beste chemische Katalysator.

Momentan wird der Elektronentransport während der Reaktion analysiert, um mit diesem Wissen die Effizienz weiter steigern und den Prozess wirtschaftlich noch interessanter gestalten zu können. Zukünftig soll das System zur Formiatproduktion durch die HDCR im größeren Maßstab analysiert und optimiert werden, um somit acetogene Bakterien als Lieferant für einen nachhaltigen und sauberen Kraftstoff zu etablieren.



Helge-Markus Dietrich

Helge-Markus Dietrich studierte am Karlsruher Institut für Technologie Biowissenschaften mit Spezialisierung im Bereich anaerobe Mikrobiologie. Seit 2016 erforscht er an der Goethe-Universität Frankfurt (Abteilung Molekulare Mikrobiologie und Bioenergetik, Arbeitskreis Prof. Dr. Volker Müller) im Rahmen eines Promotionsstipendiums der Deutschen Bundesstiftung Umwelt das Reaktionsprinzip der wasserstoffabhängigen Kohlenstoffdioxid-Reduktase (HDCR) in anaeroben, thermophilen Bakterien. Ziel dabei ist es, ein leistungsfähiges biologisches Verfahren zu etablieren, welches energiereichen, aber hochexplosiven Wasserstoff in flüssiger Form bindet und dadurch einen sicheren und effizienten Transport ermöglicht. Die besondere Chance dieser Reaktion besteht darin, dass dabei gleichzeitig das klimaschädliche Treibhausgas CO₂ gebunden wird.