

Februar 2024

Grünes Methanol für die Kreislaufwirtschaft – neuer Katalysator am LIKAT entwickelt

Das ist die Vision: am Feldrand oder auf dem Betriebshof mittels erneuerbarer Energien den Grundstoff Methanol zu produzieren. Gebraucht würden dafür außer Wind oder Sonne noch Wasser und CO₂, um zu den Ausgangsstoffen des grünen Methanol-Verfahrens zu gelangen: Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂), die katalytisch zu Methanol reagieren. Möglich macht dies ein neuer Katalysator, der in Rostock entwickelt wurde. Ein Verfahren auf dieser Basis verzichtet komplett auf fossile Rohstoffe. Und es ist hochselektiv, d.h. es verursacht so gut wie keine Nebenprodukte.

Der Katalysator basiert auf Mangan, wie Gordon Neitzel vom Leibniz-Institut für Katalyse (LIKAT) erläutert: „Das Metallatom bildet das katalytische Zentrum. Es wird von einer Art Gerüst fixiert und geschützt, dem sogenannten Liganden.“ Im Rahmen seiner Promotion hat Gordon Neitzel u.a. die molekulare Struktur dieses Liganden optimiert und dem Katalysator-Komplex sozusagen den letzten Schliff verpasst. Die Ergebnisse erschienen im Fachmagazin CHEMCATCHEM.

Mit E⁴MeWi klimaneutral wirtschaften

Die Arbeiten sind Teil des Forschungsverbunds E⁴MeWi. Die Abkürzung steht für „Energie-Effiziente Erneuerbare Energien basierte **M**ethanol-**W**irtschaft“. Das Verbundprojekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für drei Jahre mit zwei Millionen Euro gefördert. Projektpartner sind außerdem die CreativeQuantum GmbH in Berlin, die Ineratec GmbH in Karlsruhe, die Ruhr-Universität Bochum und der Chemiapark Bitterfeld-Wolfen.

„Auch eine klimaneutrale Wirtschaft, wie sie die Bundesrepublik bis 2045 anstrebt, braucht Basischemikalien“, erläutert Gordon Neitzel weiter. Methanol wird zum Beispiel für Kunststoffe und Harze benötigt, die überall Einsatz finden, von der Möbel- bis zur Autoindustrie. Die Methanol-Produktion, derzeit weltweit 110 Millionen Tonnen jährlich, läuft traditionell mit Erdgas – je nach Verfahren bei hohen Drücken um 50 bis 100 bar und Temperaturen zwischen 200 und 300°C. Mit jeder Tonne Methanol stoßen die riesigen Anlagen anderthalb Tonnen Kohlendioxid aus. Das hat keine Zukunft.

Aufwand an Druck und Temperatur verringert

Das Projekt E⁴MeWi zielt auf eine Alternative zum herkömmlichen Verfahren ab. Sein Kernstück ist der Katalysator, der H₂ und CO in gelöstem Zustand so reagieren lässt, dass Methanol entsteht. Das Kohlenmonoxid wird zuvor aus CO₂ gewonnen.

Der dafür genutzte Mangan-Katalysator wurde ursprünglich am LIKAT in der Themengruppe von Dr. Kathrin Junge, Bereich Prof. Dr. Matthias Beller, entwickelt. Er ermöglicht ein völlig neues Vorgehen, das den Aufwand an Druck und Temperatur für die Methanolherstellung

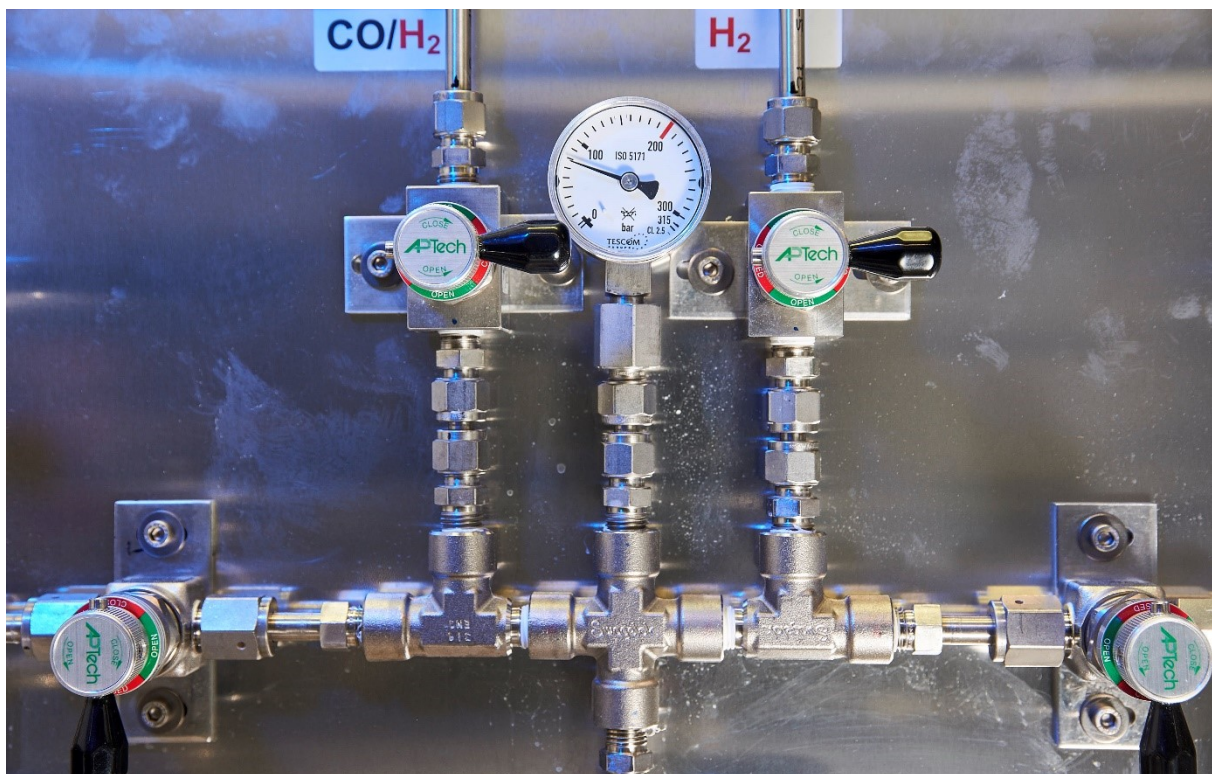
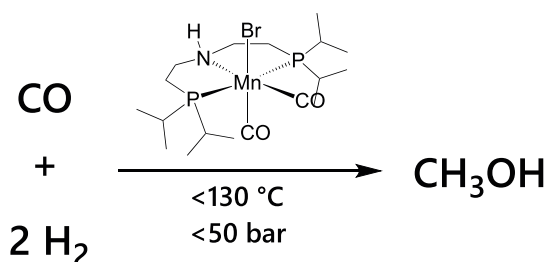


Abb. 1: Zuleitungen der Ausgangsstoffe für die Produktion von Methanol: Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂). Beim Projekt E⁴MeWi stammen diese Stoffe aus nachhaltigen Quellen. (Foto: LIKAT, nordlicht)

halbiert. Zudem kommt das Verfahren ohne fossile Rohstoffe aus, was den Katalysator zum Mosaikstein für eine künftige CO₂- und klimaneutrale Kreislaufwirtschaft macht. Zumal Methanol, grün produziert, sich auch gut als chemischer Speicher für Wasserstoff eignet, einem Hoffnungsträger der Energiewende.

Methanol-Anlagen in Containergröße

Den Projektbeteiligten von E⁴MeWi schwebt eine Anlage in Containergröße vor, die quasi am Feldrand, auf dem Betriebs- oder Bauernhof lokale Ressourcen für eine nachhaltige Wertschöpfung nutzt: Wind- und Sonnenenergie, CO₂-Emissionen aus Punktquellen und aus Biogas, Plastikmüll oder Holzabfällen. Aus CO₂ und Wasser entsteht im Reaktionsverbund zunächst Synthesegas, eben jenes Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid, das mit dem neuen Katalysator zu Methanol umgewandelt wird.



Vereinfachtes Schema der Reaktion: Kohlenmonoxid (CO, gewonnen aus CO₂) reagiert mit Wasserstoff zu Methanol (CH₃OH).

Über dem Pfeil: So könnte ein Modell des Katalysators aussehen. Ein Mangan-Atom (Mn) ist das reaktive Zentrum, das von einer Hülle, dem Liganden, geschützt wird. In diesem Ligand spielen Phosphor- und Stickstoff-Atome (P und N) eine besondere Rolle. Sie umklammern zangenartig das Mn-Atom. Abb: LIKAT/Neitzel

Gordon Neitzel hat dafür den bekannten Mangan-Katalysator entscheidend optimiert, indem er neue Strukturen für den Liganden entwickelte, der das katalytisch aktive Zentrum schützend umgibt. „Ohne diese Hülle würde Kohlenmonoxid das Mangan-Atom im Zentrum des Katalysators angreifen und die Komplexverbindung zerstören.“ Durch diese Arbeit verdoppelt sich nun die Reaktionsgeschwindigkeit in der Methanolherstellung.

Das bringt die Projektpartner einer wirtschaftlich funktionierende Anlage ein gutes Stück näher. Denn auch das gehört zum Anliegen einer solchen dezentralen Produktion: einen völlig neuen Markt für den Methanol-Handel einzurichten und damit wirtschaftliche Transformationsprozesse zu fördern.

Publikation:

“An Improved Manganese Pincer Catalyst for low Temperature Hydrogenation of Carbon Monoxide to Methanol”

G. Neitzel, R. Razaq, A. Spannenberg, K. Stier, M. P. Checinski, R. Jackstell, M. Beller, ChemCatChem 2024, e202301053.

DOI: [doi/10.1002/cctc.202301053](https://doi.org/10.1002/cctc.202301053)

Ansprechpartner:

Gordon Neitzel
Doktorand in der Themengruppe
“Angewandte Carbonylierungen“
Gordon.neitzel@catalysis.de



Dr. Ralf Jackstell
Themenleiter “Angewandte Carbonylierungen“
ralf.jackstell@catalysis.de