

Medienmitteilung

Methan direkt in Methanol umwandeln

Methan nutzen statt abfackeln

Zürich, 14. April 2016

Chemiker an der ETH Zürich und am Paul Scherrer Institut haben einen neuen direkten Weg gefunden, gasförmiges Methan in flüssiges Methanol umzuwandeln. Damit könnte es in Zukunft für die Industrie interessant werden, das Gas vermehrt zu nutzen, statt es wie bisher oft ungenutzt zu verbrennen.

Methan ist ein häufig vorkommendes und billiges Gas. Obschon es als Energieträger und als Ausgangsstoff für die chemische Industrie geeignet wäre, werden weltweit riesige Mengen davon einfach verbrannt – vor allem auf Erdölfeldern und in Raffinerien, wo es unter anderem anfällt. «Auf Satellitenaufnahmen der nächtlichen Erde ist der mittlere Osten hell erleuchtet. Und dies nicht etwa, weil es dort besonders viele und grosse beleuchtete Siedlungen gibt, sondern wegen der Methanabfackelung auf den Ölfeldern», sagt Jeroen van Bokhoven, Professor für heterogene Katalyse an der ETH Zürich und Leiter des Labors für Katalyse und nachhaltige Chemie am Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen.

Mit ein Grund für diesen verschwenderischen Umgang mit Methan ist, dass es derzeit wirtschaftlich zu wenig rentabel ist, das Gas in die einfacher zu transportierende und reaktionsfreudigere Flüssigkeit Methanol zu überführen. Im industriellen Massstab wird diese Umwandlung derzeit in einer indirekten, aufwendigen und energieintensiven Methode praktiziert mit der Produktion von Synthesegas als Zwischenschritt.

Traum vieler Chemiker

«Die einfache direkte Umwandlung von Methan in Methanol gilt als die Traumreaktion vieler Chemiker», sagt van Bokhoven. In einer aktuellen Studie zeigen er und sein Team einen neuen Weg dazu auf. Auch die Industrie sei sehr daran interessiert, diesen häufigen und billigen Rohstoff besser zu verwerten, sagt der Katalysatorforscher. Wegen der weltweit zunehmenden Förderung von Schiefergas falle zudem immer mehr Methan an.

Zumindest theoretisch ist eine direkte Umwandlung von Methan in Methanol zwar bereits heute möglich. Dies mithilfe von kristallinen kupferhaltigen Silizium-Aluminium-Verbindungen (Zeolithen) als Katalysatoren. Es handelt sich dabei um einen zyklischen Prozess, der bei verschiedenen Temperaturen abläuft: Um den Katalysator zu aktivieren sind sehr hohe Temperaturen nötig, oft bis zu 450 Grad Celsius. Die eigentliche Reaktion von Methan mit Sauerstoff zu Methanol darf jedoch nicht bei Tempe-

peraturen stattfinden, die bedeutend höher sind als 200 Grad, da sonst das entstehende Methanol direkt verbrennen würde. Der Reaktionsbehälter muss daher immer wieder geheizt und gekühlt werden, weshalb es dieser Ansatz nie aus den Forschungslabors hinaus in die Industrie geschafft hat.

Hoher Druck statt hohe Temperatur

Van Bokhoven und seine Kollegen haben nun zeigen können, dass dieser Reaktionszyklus auch bei konstanten 200 Grad stattfinden kann. Sie nutzten dazu einen Trick und verwendeten Methan mit einem sehr viel grösseren Druck: 36 bar statt bisher üblich unter 1 bar. «Die konstante Temperatur macht den Prozess für die Industrie viel einfacher», sagt Patrick Tomkins, Masterstudent in van Bokhovens Gruppe und Erstautor der aktuellen Studie.

Mit Röntgenabsorptionsspektroskopie-Untersuchungen konnten die Forschenden ausserdem zeigen, dass die Reaktion im Katalysator bei der neuen Tieftemperatur-Hochdruck-Methode auf atomarer Ebene nicht an denselben Stellen stattfindet wie bei der bisherigen Hochtemperatur-Methode. «Durch den hohen Druck werden in den Kupfer-Zeolithen andere aktive Zentren genutzt», so van Bokhoven. Eins zu eins in der Industrie anwendbar sei der neue Ansatz zwar noch nicht, gibt van Bokhoven zu bedenken, da dessen Ausbeute für industrielle Zwecke noch zu gering sei. Doch der Ansatz eröffne ganz neue Möglichkeiten. «Bisher erforschten Katalysewissenschaftler für diese Reaktion vor allem Kupfer-Zeolithe, weil diese in der Hochtemperatur-Methode am erfolgreichsten sind. Auch wir verwendeten für die aktuelle Studie solche Kupfer-Zeolithe».

Da die Hochdruck-Methode auf atomarer Ebene jedoch anders katalysiert werde, lohne es sich nun, auch andere Katalysatoren zu erforschen, solche die bisher gar nicht in Betracht gezogen worden seien, sagt van Bokhoven. Denn möglicherweise seien diese für die Hochdruck-Methode sogar besser geeignet. Genau dies wird der Katalysewissenschaftler und seine Mitarbeiter in weiterer Forschungsarbeit machen, mit dem Ziel sich selbst, der Wissenschaftswelt und der Industrie den Traum einer einfachen, direkten und wirtschaftlichen Umwandlung von Methan in Methanol zu erfüllen.

Weitere Informationen

ETH Zürich
Medienstelle
Telefon: +41 44 632 41 41
medienstelle@hk.ethz.ch

ETH Zürich
Prof. Jeroen van Bokhoven
Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften
jeroen.vanbokhoven@chem.ethz.ch

Literaturhinweis

Tomkins P, Mansouri A, Bozbag SE, Krumeich F, Park MB, Alayon EMC, Ranocchiari M, van Bokhoven JA: Isothermal Cyclic Conversion of Methane into Methanol over Copper-Exchanged Zeolite at Low Temperature, *Angewandte Chemie International Edition*, 24. März 2016, doi: 10.1002/anie.201511065