



E-Fuels

Hoffnung auf den kommerziellen Durchbruch

Emissionsfrei hergestelltes Methanol könnte zum grünen Treibstoff für Schiffe und Flugzeuge werden. Zwei Pilotfabriken entwickeln neue Ansätze, um mehr und günstiger zu produzieren.

Jakob Blume Zürich

Es ist eine besondere Lieferung Methanol, die in diesen Tagen Europas größten Chemieparks in Leuna verlässt. Erstmals hat das Start-up C1 Green Chemicals Anfang September in Sachsen-Anhalt die wichtige Basischemikalie in einem neu entwickelten chemischen Verfahren hergestellt. Mit diesem soll es möglich sein, Methanol ohne den Ausstoß schädlicher Treibhausgase und dennoch kostengünstig zu produzieren.

Mathias Mostertz, Technologiechef von C1, sagt: „Wir konnten in Rekordzeit das erste Methanol produzieren. Dieser Erfolg bringt uns der Markteinführung unserer innovativen Technologie einen entscheidenden Schritt näher.“

Methanol, als Vorprodukt der Chemieindustrie ebenso gefragt wie als Alternative zu Diesel, wird bislang fast ausschließlich aus fossilen Energiequellen wie Erdgas gewonnen. Der französische Energiekonzern Total stellt allein in Leuna jährlich rund 700.000 Tonnen der Chemikalie her.

Seit 100 Jahren ist der Chemieparks das Zentrum fossiler Methanolproduktion in Europa. Nun könnte Leuna zum europäischen Zentrum für grünes Methanol werden.

Weiter nördlich, im süddänischen Kasso, investieren der Projektentwickler European Energy und die japanische Investmentfirma Mitsui über eine Milliarde Euro in ein ähnlich ambitioniertes Projekt: Dort soll Europas größte Anlage für die Umwandlung von grünem Strom in synthetische Kraftstoffe entstehen. Ab dem zweiten Halbjahr 2024 soll die Fabrik E-Methanol unter anderem an den Reederei-Konzern Maersk und die Spielwarenkonzepte Lego liefern.

Die Pilotfabriken in Leuna und Kasso schüren die Hoffnung, dass der kommerzielle Durchbruch für CO₂-frei produziertes Methanol näher rückt. Das käme einer Revolution in der Chemieindustrie gleich – und könnte Millionen Tonnen klimaschädliches CO₂ einsparen.

Richard Haldimann, Technologievorstand beim Schweizer Spezialchemiekonzern Clariant, bestätigt: „Grünes Methanol kann einen Weg



Greentech

Serie
„Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“:

Von Wellenkraftwerken, CO₂-freiem Zement und Solaranlagen im Weltraum bis zu energiespendenden Algenarten. Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor. Wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.

zu kohlenstoffneutralen Chemikalien eröffnen.“ Doch die Beharrungskräfte seien hoch: „Die Wertschöpfungsketten in der traditionellen Kohlenwasserstoffchemie haben sich über 150 Jahre hinweg entwickelt. Es ist sehr schwierig, damit zu konkurrieren.“

Klimaneutral über die Weltmeere

Die International Renewable Energy Agency (Irena) beziffert die jährliche Nachfrage nach Methanol weltweit auf 100 Millionen Tonnen. Die Methanolproduktion ist damit nach Schätzungen von Ingrid El Helou, Ingenieurin und Analystin beim Thinktank Future Clean Architects (FCA), die zweitgrößte Quelle von Treibhausgasemissionen in der Chemieindustrie. „99 Prozent der Methanolproduktion basieren nach wie vor auf fossilen Brennstoffen.“

Das soll sich ändern – vor allem dank der Schifffahrtsindustrie: Die Internationale Seeschifffahrts-Organisation (IMO) hat Reedereien ein Netto-null-Emissionsziel auferlegt. Bis 2050 müssen Reedereien in der Lage sein, ihre Schiffe klimaneutral um die Welt-

meere zu schicken. Neben Ammoniak gilt grünes Methanol als die beste Alternative für Schiffsdiesel und Schweröl, die die Frachter derzeit antreiben.

Die Schifffahrtsindustrie stellt das vor gewaltige Herausforderungen: 219 Millionen Tonnen Schweröl verbrauchte die Schifffahrt 2022, errechnete die IMO. Diese müssen laut der IMO-Vorgaben komplett ersetzt werden. Die technologischen Weichen muss die Industrie jetzt stellen – schließlich nutzen Reedereien ihre Schiffe im Durchschnitt 25 Jahre.

Entsprechend hoch ist der Handlungsdruck, bestätigt Clariant-Manager Haldimann: „Die meistdiskutierte Anwendung für grünes Methanol ist die Schifffahrtsindustrie.“ Doch langfristig könnte E-Methanol auch die Basis für klimaneutrale Kunststoffe werden, wie das Projekt im dänischen Kasso zeigt: Von dort will auch Lego Methanol beziehen, um die bunten Kunststoffbausteine ohne Emission von Treibhausgasen herstellen zu können. Clariant wiederum liefert eine wichtige Chemikalie für die E-Methanolproduktion in Kasso, den sogenannten Katalysator. „Das Verfahren

liefert spezielle Metallkugeln, die die chemische Reaktion in Gang bringen. „Der Katalysator muss so ausgelegt sein, dass er mit zusätzlichem Wasser zurechtkommt.“ Eine solche Spezialchemikalie hat Clariant kürzlich auf den Markt gebracht. „Dies ist bereits eine kommerziell nutzbare Technologie.“

Damit bleibt die größte Hürde für den kommerziellen Durchbruch der Strompreis für die Elektrolyse. „Wasserstoff aus einem Elektrolyseur ist viermal so teuer wie aus einer herkömmlichen Quelle“, sagt Haldimann. Er schätzt, dass die Stromkosten in Europa auf etwa einen Cent pro Kilowattstunde gedrückt werden müssen, um grünes Methanol wirtschaftlich attraktiv herstellen zu können.

Hinzu kommt: Die Kosten für Investitionen in die nötige Infrastruktur sind enorm, wie das Beispiel der Umwandlungsanlage in Kasso zeigt. Haldimann sagt: „Um grünes Methanol kosteneffizient zu produzieren, braucht man die Infrastruktur in der Nähe. Sowohl ein Elektrolyseur mit Zugang zu billigem Strom als auch eine Quelle für hochwertiges CO₂ sollten nahe gelegen sein.“

Wie komplex ein solcher Ausbau der Infrastruktur werden dürfte, unterstreicht auch eine Schätzung von FCA-Analystin El Helou. Derzeit produziert allein Deutschland 1,1 Millionen Tonnen Methanol pro Jahr. Um den nötigen Wasserstoff per Elektrolyse herstellen zu können, müssten knapp 12 Terawattstunden Strom aufgewendet werden – das entspricht rund fünf Prozent der deutschen Stromproduktion

Gewaltiger Strombedarf

Übertragen auf ganz Europa hieße das, dass elf Prozent der Grünstromproduktion auf dem Kontinent in die Wasserstoffelektrolyse fließen müssten, nur um die aktuelle Methanolnachfrage zu decken. Eine steigende Nachfrage nach der Chemikalie, etwa durch die Schifffahrt, ist bei diesen Schätzungen noch gar nicht berücksichtigt.

Angesichts des gewaltigen Strombedarfs, den ein massiver Ausbau der grünen Methanolproduktion mit sich bringen würde, verfolgt das Start-up C1 Chemicals einen anderen Ansatz. Das Unternehmen um CEO Christian Vollmann und Technikchef Mostertz hat auch durch chemische Simulationen an Quantencomputern ein neues Katalyseverfahren entwickelt. Dieses ermöglicht es, Methanol in einer sogenannten homogenen Katalyse herzustellen.

Anders als bei dem traditionellen Verfahren umströmen dabei nicht mehrere Gase einen Feststoff, den metallhaltigen Katalysator, und reagieren dabei zu Methanol und anderen chemischen Stoffen. Stattdessen werden sowohl die Ausgangsstoffe, Wasserstoff und CO₂, als auch der selbst entwickelte Katalysator flüssig in einen speziell konstruierten Reaktor eingeleitet.

Das ermöglicht es C1 zufolge, die Methanolherstellung unter deutlich geringerem Druck und bei einer niedrigeren Temperatur als bei etablierten Verfahren durchzuführen. Diese haben dem Start-up zufolge zudem den Nachteil, dass pro Durchgang nur zehn bis 20 Prozent der Ausgangsstoffe zu Methanol umgesetzt werden können. Die übrigen Ausgangsstoffe müssen zurückgeführt und die Reaktion erneut in Gang gebracht werden. Daher sei der von C1 entwickelte Prozess im Vorteil, sagt Ralph Kraehnert, leiten-

der Ingenieur bei dem Cleantech-Unternehmen: „Im Vergleich zur traditionellen Methanolproduktion ist der erreichte Umsatz von C1 in einem Durchgang fünfmal höher.“

Hinzu kommt, dass bei der homogenen Katalyse laut C1 kaum unerwünschte Nebenprodukte entstehen. Das bedeutet auch: Von den kostbaren Ausgangsstoffen geht weniger als Ausschuss verloren. FCA zufolge werden bislang für eine Tonne grünes Methanol 200 Kilogramm Wasserstoff und 1400 Kilogramm Biomasse benötigt.

C1 Chemicals peilt an, künftig in Leuna bis zu 3000 Tonnen E-Methanol pro Jahr herzustellen. Die Fabrik dient jedoch nur zur Demonstration der Technologie. In Zukunft will das Start-up die Technologie an Konzerne oder Investoren lizenzieren, die das nötige Kapital haben, um die Anlagen auch zu bauen.

Die Umwandlungsanlage in Kasso fällt deutlich größer aus: Sie soll in Zukunft über 30.000 Tonnen grünes Methanol liefern können. Fakt ist aber auch: Den Bedarf deckt das noch lange nicht. Reedereien wie Maersk haben

bereits Dutzende Schiffe in Auftrag gegeben, die mit Methanol betrieben werden können. Doch sie gehen auf Nummer sicher: Die Schiffsmotoren laufen auch nach wie vor mit konventionellem Diesel. FCA-Expertin El Helou schränkt ein: „Aufgrund der hohen Kosten und der großen Unsicherheit hinsichtlich der Verfügbarkeit emissionsarmer Kraftstoffe wie E-Methanol entscheiden sich die Unternehmen jedoch dafür, technologisch offen zu bleiben.“ Die größte Hürde beim klimaneutralen Umbau der Schifffahrt bleibt auf absehbare Zeit nicht die zu geringe Nachfrage, sondern das mangelnde Angebot an Treibstoffen.

Serie „Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“: Von Wellenkraftwerken, CO₂-freiem Zement und Solaranlagen im Weltraum bis zu energispendenden Algenarten – überall gibt es Ideen mit dem Potenzial, die Welt zu verändern. Nur wenige schaffen den Durchbruch. Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor. Wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.

100

Jahre
lang schon ist der
Chemiepark Leuna
das Zentrum fossiler
Methanolproduktion
in Europa.

Quelle: eigene
Recherche

Unsplash

zur Herstellung von E-Methanol aus grünem Wasserstoff und CO₂ unterscheidet sich von der herkömmlichen Methanolsynthese“, sagt Haldimann. Es teilt ein Problem mit vielen anderen grünen Technologien: Im Lehrbuch steht das Verfahren schon lang, doch im industriellen Maßstab ist es bislang nicht etabliert.

Erschwerte Herstellung

Anders als bei der herkömmlichen Methanolherstellung ist der Ausgangsstoff kein fossiler Kohlenwasserstoff wie Erdgas, sondern reiner Wasserstoff und CO₂. Um grün zu sein und damit als E-Methanol bezeichnet werden zu können, muss der Wasserstoff per Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Energien wie Solar- oder Windkraft gewonnen werden. Das CO₂ wiederum muss aus einer sogenannten biogenen Quelle kommen, beispielsweise aus einer Biogasanlage oder einem Müllheizkraftwerk.

Bei der chemischen Reaktion entsteht unter anderem viel Wasser – ein Umstand, der die Herstellung erschwert, wie Clariant-Manager Haldimann erläutert. Der Konzern