

Greentech

Wie Ammoniak die Energiewende beschleunigen soll

Heute ist Ammoniak nur für die Chemieindustrie wichtig. Das könnte sich bald ändern. Der Stickstoffdünger für die Landwirtschaft soll zu einem unverzichtbaren Teil der neuen Energiewelt werden.

HANDELSBLATT • Quelle: Eigene Recherche

Dominik Jäger Düsseldorf

ort, wo heute noch ein stillgelegtes Kohlekraftwerk von Uniper steht, soll ab 2028 die Energie der Zukunft angeschifft werden. In Wilhelmshaven an der Nordseeküste baut Uniper gerade eine der größten Anlagen für die Umwandlung von grünem Ammoniak. „Ammoniak wird für die grüne Transformation ein wichtiger Baustein sein“, sagt Christian Janzen, Planungschef für das Importterminal bei Uniper. Ammoniak besteht aus Stickstoff und Wasserstoff und ist aktuell eine der wichtigsten Grundchemikalien für die Industrie. Denn die Chemikalie gilt derzeit als beste Möglichkeit, um den heiß begehrten Wasserstoff zu transportieren. Stahl, Zement und auch die Chemieindustrie sind zwingend auf grünen Wasserstoff angewiesen, um die fossilen Energieträger in ihren Prozessen zu ersetzen. Dafür müssen Un-

mengen des Moleküls importiert werden. Das Problem: Wasserstoff lässt sich nur schwer transportieren. Dabei soll grünes Ammoniak helfen. Während Wasserstoff erst bei minus 253 Grad den Aggregatzustand wechselt, verflüssigt sich Ammoniak bereits bei einer Temperatur von minus 33 Grad. In der Praxis bedeutet das: Es lässt sich deutlich mehr Ammoniak auf geringerem Raum transportieren als Wasserstoff. „Der größte Anteil der Wasserstoffimporte wird durch grünes Ammoniak gedeckt werden“, sind Forschende der Fachhochschule Erfurt überzeugt. Ammoniak gilt derzeit als Favorit für den Transport von grünem Wasserstoff. Eine Studie des Thinktanks Agora Industrie in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Hamburg hat verschiedene Verfahren durchgerechnet. „Die Wasserstoffbereitstellung mit Ammoniak weist Kosten von rund sieben Euro pro Kilo Wasserstoff auf“, heißt es in der Studie. Ein alternatives Verfahren, mit dem flüssiger Wasserstoff transportiert werden kann, nennt sich LOHC – das ist aber teurer. Es steht

„Deutschland kann nicht so viel Ammoniak herstellen, wie es benötigt.“

Ingrid El Helou
Future Cleantech
Architects

für liquid-organic hydrogen carrier, zu Deutsch: flüssiger organischer Wasserstoffträger. Abhängig davon, wie teuer die Energie ist, um Wasserstoff von minus 253 Grad wieder zu erwärmen, „summieren sich die Kosten auf über neun Euro pro Kilo Wasserstoff und liegen somit deutlich über den Bereitstellungskosten aller anderen Optionen“. Agora kommt zu dem Schluss, dass der Transport in Form von Ammoniak günstiger ist. Beide Varianten dürften aber deutlich teurer sein als fossile Brennstoffe.

Von drei Millionen Tonnen auf 90 Millionen Tonnen im Jahr

Der Bedarf an grünem Ammoniak könnte deutlich steigen: Die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft EY schätzt, dass Deutschland im Jahr 2030 bis zu 16 Millionen Tonnen grünes Ammoniak im Jahr benötigen wird, bis 2050 sogar bis zu 90 Millionen Tonnen jährlich. Auch, weil grünes Ammoniak vielseitiger eingesetzt werden kann als das bisher aus fossilen Energien hergestellte graue Ammoniak. Derzeit werden lediglich drei Millionen Tonnen im Jahr nachgefragt.

Grünes Ammoniak dient nicht nur als Transportmittel für Wasserstoff, es kann auch direkt als nachhaltiger Dünger oder Schiffskraftstoff verwendet werden. Doch die Industrie rüstet sich gerade erst um. Unternehmen wie Uniper investieren Millionen in den Ausbau der nötigen Infrastruktur. Seit 2021, also schon vor dem russischen Angriff auf die Ukraine, plant der inzwischen verstaatlichte Energieversorger sein Ammoniak-Terminal im Norden des Landes. Wilhelmshaven ist der einzige deutsche Tiefseehafen und bietet die nötige Infrastruktur. „Dort finden wir optimale maritime Bedingungen vor“, sagt Projektleiter Janzen. Auch RWE baut einen Anlandeplatz in Brunsbüttel. Der Industriega-seproduzent Air Products aus den USA plant gemeinsam mit dem Energieunternehmen Mabanaff ein Terminal für grünes Ammoniak im Hamburger Hafen. Und wie Uniper will auch Eon die Chemikalie aus Kanada importieren. Das erste grüne Ammoniak wird aber wahrscheinlich erst Ende des Jahrzehnts aus dem Ausland nach Deutschland geliefert. „Nur wenn Deutschland ausreichend grünes Am-

moniak anlanden kann, wird die nachhaltige Energieversorgung in Zukunft gelingen“, sagt Daniel Eisenhuth, Partner bei der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft EY im Bereich Nachhaltigkeit. Er berät mit einem Team Unternehmen zur Dekarbonisierung Deutschlands. „Ammoniak ist ein wichtiger Bestandteil für die Energiewende“, sagt Eisenhuth. Doch was ist eigentlich Ammoniak, und wann ist es grün? Ammoniak besteht aus Stickstoff und Wasserstoff und wird heute meist zu Stickstoffdünger für die Landwirtschaft verarbeitet. Der Dünger ist derzeit grau, bedeutet: Die aufgewendete Energie, damit aus Wasser Wasserstoff wird, wird aus Erdgas gewonnen. Wasserstoff wird per Elektrolyse aus grünem Strom und Wasser hergestellt. Das Sauerstoffatom wird dabei vom Wasser abgespalten, übrig bleibt Wasserstoff. Aus H₂O wird H₂. Um es zu transportieren, wird das Wasserstoffmolekül in einem zweiten Schritt mit Stickstoff verbunden, so entsteht Ammoniak. Dieses chemische Verfahren ist nach den Chemikern Fritz Haber und Carl Bosch benannt: das Haber-Bosch-Verfahren. Kommt die Energie

für die Herstellung des Wasserstoffs dagegen aus Ökostromanlagen, ist es grünes Ammoniak. Dass grünes Ammoniak für die Energiewende immer wichtiger wird, glaubt auch Forscherin Ingrid El Helou, die mit dem Thinktank Future Cleantech Architects zu Innovationen arbeitet, die den Emissionsausstoß reduzieren. „Die Ammoniak-Produktion ist derzeit der größte Emittent im Chemiesektor“, sagt die Greentech-Expertin. Die Herstellung trägt zu 1,3 Prozent der weltweiten jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen bei. Der Energieträger gilt als indirektes Treibhausgas – bei der Herstellung entsteht Lachgas, welches 300-mal klimaschädlicher ist als Kohlenstoffdioxid (CO₂). Der überwiegende Teil, nämlich 70 Prozent, wird in der Landwirtschaft als Dünger eingesetzt. Es reicht also mit Blick auf die Landwirtschaft nicht, aus grauem Ammoniak grünes zu machen. Zusätzlich müssen hier Alternativen gefunden werden, erklärt El Helou. Neben der Landwirtschaft kann grünes Ammoniak künftig auch in der Schifffahrt eingesetzt werden. Nämlich als Kraftstoff. So ähnlich wie ab 2035 keine Verbrennerautos mehr verkauft werden dürfen, müssen Reedereien für eine gewisse Menge verrückter Emissionen ab 2024 Verschmutzungsrechte kaufen. Handelsschiffe fahren meist mit Schweröl oder Marinediesel, immer mehr sind in den vergangenen Jahren auf verflüssigtes Erdgas (LNG) umgestiegen. Als grüne Alternativen gelten Ammoniak und Methanol, jeweils mit Grünstrom produziert. Der dänische Reedereigigant Maersk hat 25 Methanol-Schiffe bestellt, das erste ist in diesem Sommer in See gestochen. Und die Mitsui OSK Line, eine der größten Reedereien weltweit, hat eine Absichtserklärung mit dem deutschen Motorhersteller MAN für den späteren Kauf von Ammoniak-Motoren unterschrieben. Bis ein mit Ammoniak betriebenes Schiff über die Weltmeere schippert, dauert es allerdings noch. Ein erster Motor soll 2025 auf den Markt kommen, sagt Martin Kröger, Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Reeder. Ob sich eine und, wenn ja, welche der beiden Antriebsarten durchsetzen wird, ist nicht ausgemacht. „Im Mo-



Greentech

Serie „Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“: Von Wellenkraftwerken, CO₂-freiem Zement und Solaranlagen im Welt- raum bis zu energiegesspendenden Algenarten. Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor. Wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.

Prozent der Energie verloren, sagt Eisenhuth von EY. Cleantech-Forscherin El Helou empfiehlt daher: „Zuerst sollte Deutschland graues Ammoniak durch grünes als Dünger ersetzen“, bevor man die anfänglich geringen Mengen von grünem Ammoniak als Wasserstoff nutzt. Könnte Deutschland das Ammoniak gleich selbst herstellen, gebe es auch weniger Energieverluste durch den aufwendigen Import. Deutschland produzierte im vergangenen Jahr rund zwei Millionen Tonnen, doch das deckt den Bedarf nicht. „Deutschland kann nicht so viel Ammoniak herstellen, wie es benötigt“, sagt Cleantech-Expertin El Helou. Was bleibt, ist der Import von grünem Ammoniak. Der ist allerdings teuer.

Deutschland könnte viel aus Afrika importieren

Die Wirtschaftsprüfer von EY rechnen damit, dass die Tonne des grünen Energieträgers anfänglich 1200 Euro kostet, der Preis könnte sich dann aber bei 900 Euro einpendeln. Wobei der Preis stark vom Exportland abhängt. Je günstiger dort produziert wird, desto günstiger ist die Tonne. EY hat in einer Studie mit Ammoniak aus Namibia gerechnet. Dort scheint die Sonne mehr als in Deutschland. Auch aus anderen afrikanischen Ländern wie Marokko könnte Deutschland die Chemikalie importieren. Darüber hinaus aus Australien, Kanada oder Saudi-Arabien. „Deutschland muss sich für die Dekarbonisierung divers aufstellen“, sagt EY-Partner Eisenhuth. Dabei könnte auch folgende Technologie helfen: Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

entwickelt einen Prozess, in dem Ammoniak in einem Reaktor günstiger und dezentral hergestellt werden soll. Dazu führt das Forscherteam rund um Achim Schaadt, Abteilungsleiter für Nachhaltige Syntheseprodukte im ISE, mehrere Schritte der Wasserelektrolyse zu Ammoniak in einem Reaktor zusammen. Der Reaktor wäre kleiner als herkömmliche Industrieanlagen, sodass sogar eine Elektrolyse auf dem Meer möglich sei. „Weil wir die Ammoniaksynthese dynamischer betreiben könnten, verringern wir die Her-

1200

Euro könnte eine Tonne des grünen Energieträgers anfänglich kosten. Der Preis könnte sich dann aber bei 900 Euro einpendeln.

Quelle: EY

stellungskosten“, sagt Schaadt. Eines gilt es im Umgang mit Ammoniak jedoch immer zu beachten: Es ist hochgradig giftig. Atmet der Mensch kleinste Mengen ein, führen die schon zu Erb-rechen. Bei Inhalation großer Mengen besteht Lebensgefahr. Im Gegensatz zu anderen geruchlosen Chemikalien riecht Ammoniak unangenehm. Ammoniak sei allerdings gut handelbar, beruhigen Experten. „Es wird bereits seit Jahrzehnten global transportiert“, sagt ISE-Forscher Schaadt.



Nur wenn Deutschland ausreichend grünes Ammoniak anlanden kann, wird die nachhaltige Energieversorgung in Zukunft gelingen.

Daniel Eisenhuth
EY

ment schauen sich Reedereien beide Motoren genau an“, sagt Kröger. Er geht davon aus, dass Lachgas als Treibhausgas kein Problem darstellen wird: „Es wird an Lösungen gearbeitet.“ Als Träger für grünen Wasserstoff muss das Ammoniak nach dem Transport in Wasserstoff zurückverwandelt werden. In einer sogenannten Cracking-Anlage werden die Stickstoffatome wieder abgespalten, und Wasserstoff bleibt übrig. Das Cracking hat allerdings Nachteile. Bei der Umwandlung gehen 70