

## Ameisensäure - Quelle für Wasserstoff

Von Manfred Lindinger

Mit einem handelsüblichen Katalysator und einem Amin lässt sich der Energieträger Wasserstoff bereits bei Raumtemperatur gewinnen.

Wasserstoff gilt als umweltschonender, vielseitig nutzbarer Energieträger. Er kann zum Beispiel Verbrennungsmotoren antreiben oder in Brennstoffzellen elektrischen Strom erzeugen. Prinzipiell lässt er sich in unbegrenzter Menge durch elektrische Spaltung von Wasser erzeugen. Doch dieser Prozess benötigt mehr Energie, als später zurückgewonnen werden kann. Das leichteste aller Elemente kann auch aus Biomasse sowie aus Glycerin, Methan, Methanol oder Ethanol gewonnen werden, was allerdings meist einen zusätzlichen Reforming-Prozess bei einer Temperatur von mehr als 200 Grad erfordert. Forscher vom Leibniz-Institut für Katalyse in Rostock haben jetzt einen effizienten Weg aufgetan, Wasserstoff bereits bei Raumtemperatur aus einer organischen Verbindung herzustellen, ohne dass ein Reformier erforderlich ist. Die Quelle für den Energieträger ist Ameisensäure.

Metallhydride wie Natriumborhydrid waren bislang die einzigen bekannten Verbindungen, aus denen sich Wasserstoff unter Zugabe von Wasser bei Raumtemperatur gewinnen lässt. Die Metallwasserstoffverbindungen sind aber nicht gerade preiswert, die Reaktion mit Wasser nicht ganz ungefährlich und die Reaktionsprodukte nicht unbedenklich. Anders die Ameisensäure. Sie ist zwar eine stechend riechende, aber ungiftige Substanz, die im Sekret von Ameisen vorkommt. Sie wird großtechnisch hergestellt, ist recht leicht zu handhaben und einfach zu lagern. Trotz dieser günstigen Eigenschaften hat Ameisensäure als Wasserstoffspeicher etwa für Brennstoffzellen noch vergleichsweise wenig Beachtung gefunden. Das könnte sich mit dem Verfahren der Rostocker Forscher ändern.

### Sogar bei null Grad noch genügend Wasserstoff aus Ameisensäure

Wie Mathias Beller und seine Kollegen der Zeitschrift „Angewandte Chemie“ (Bd. 120, S. 4026) berichten, lässt sich die Ameisensäure unter Zugabe eines Amins und eines handelsüblichen Katalysators bereits bei moderaten Temperaturen in Wasserstoff und Kohlendioxid zerlegen. Die größte Ausbeute, und zwar von fast 100 Prozent, erzielte man

bei 40 Grad mit einem Ruthenium-Phosphan-Komplex als Katalysator. 2,4 Milliliter flüssige Ameisensäure lieferten 1,3 Liter Wasserstoffgas und ebenso viel Kohlendioxid. Die Reaktion zeigte aber auch noch bei 26,5 Grad eine recht gute Bilanz. Die Forscher glauben, dass sich sogar bei null Grad noch genügend Wasserstoff aus Ameisensäure gewinnen ließe. Ein einfacher Aktivkohlefilter genügte, den Wasserstoff von geringen Spuren des flüchtigen Amins zu reinigen.

Für einen ersten Test führten die Forscher den aus Ameisensäure generierten Wasserstoff einer kommerziellen Pem-Brennstoffzelle zu, in der er zusammen mit Luftsauerstoff verbrannt wurde. Bei einer Spannung von 370 Millivolt konnte bei einem Dauerbetrieb von fast 30 Stunden eine elektrische Leistung von rund 50 Milliwatt erzeugt werden. Das sei zwar alles andere als optimal, räumte Beller im Gespräch mit dieser Zeitung ein, reiche aber durchaus bereits dazu aus, ein elektrisches Modellauto anzutreiben. Ameisensäure hat allerdings gegenüber anderen flüssigen Wasserstoffspeichern wie Methanol einen entscheidenden Nachteil: Das kleine organische Molekül enthält nur zwei Wasserstoffatome, Methanol dagegen vier.

### **Wasserstoff-Sauerstoff-Zellen sind effizienter und stabiler**

Aus diesem Grund weist Ameisensäure eine Energiedichte von nur 1,8 Kilowattstunden pro Liter auf, Methanol besitzt dagegen eine Energiedichte von 3,5 Kilowattstunden pro Liter, etwa ein Drittel des Wertes von herkömmlichem Diesel (9,8 Kilowattstunden pro Liter). Methanol wird als Brennstoff in sogenannten Direktbrennstoffzellen verwendet. Diese erzeugen elektrische Energie jedoch nur halb so effizient wie herkömmliche Brennstoffzellen, die Wasserstoff direkt als Brennstoff nutzen. Ameisensäure und Methanol ließen sich in der Energienutzung nach Aussagen von Beller letztendlich durchaus miteinander vergleichen.

So ganz neu ist die Idee nicht, Ameisensäure als Treibstoff für Brennstoffzellen zu verwenden. Zwei Chemieunternehmen haben bereits einen Prototyp entwickelt, der direkt mit flüssiger Ameisensäure arbeitet. Doch leidet dieses Aggregat wie andere Direktbrennstoffzellen darunter, dass es weniger effizient und stabil arbeitet als die Wasserstoff-Sauerstoff-Zellen.

### **Eines Tages der Treibstoff für Brennstoffzellen**

Die Forscher aus Rostock haben inzwischen die Aktivität ihres Katalysators verbessert, indem sie den Ruthenium-Komplex mit einem anderen Liganden versehen haben. Der so hergestellte Ruthenium-Diphosphan-Katalysator ist etwa dreimal so effizient, wie Beller und seine Kollegen in einer der kommenden Ausgaben der Zeitschrift „ChemSusChem“ (doi: 10. 1002/cssc.2008) berichten.

Nun wollen sie zusammen mit Ingenieuren die Brennstoffzelle für den Betrieb mit Wasserstoff aus Ameisensäure weiter optimieren. Dann könnte der Naturstoff tatsächlich eines Tages den Treibstoff für Brennstoffzellen liefern, die vereinzelt schon Laptops und

Handys mit Strom versorgen. Ein weiterer Vorteil: Würde man die Ameisensäure katalytisch aus Kohlendioxid und Wasserstoff herstellen, wäre das Verfahren der Rostocker Forscher im Prinzip kohlendioxidneutral - vorausgesetzt, man würde den Wasserstoff mit Sonnen- oder Windenergie erzeugen.