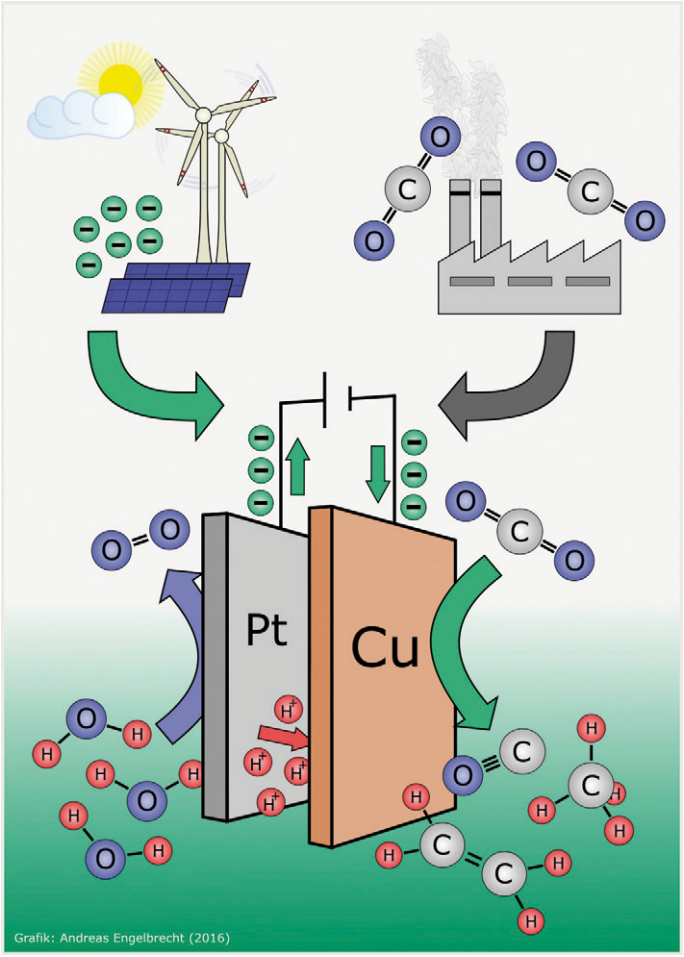
Das Treibhausgas CO_2 als Rohstoff?

Die Synthese von Kohlenwasserstoffen mit regenerativer Überschussenergie



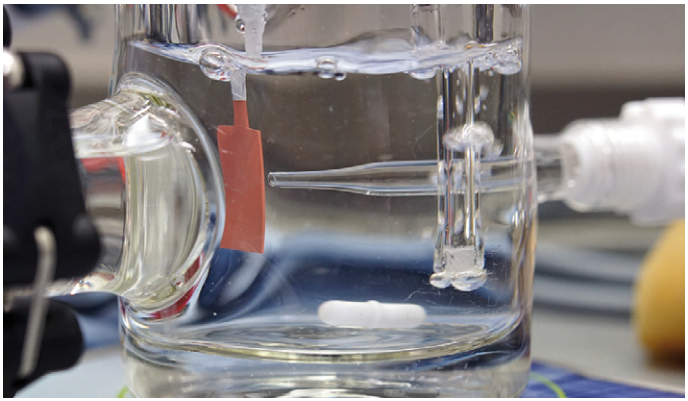
Ein großer Teil unserer Energie wird durch Verbrennungsprozesse erzeugt, bei denen klimaschädliches Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird. Der dadurch angestoßene Ausbau regenerativer Energiequellen wie Wind- und Solarenergie hat zu einer großen Menge an elektrischer Überschussenergie geführt, die je nach Tageszeit, Wetterbedingungen oder Jahreszeit starken Schwankungen unterliegt. Dieser Überschussenergie stehen jedoch keine ausreichenden Speichermöglichkeiten gegenüber. Vor diesem Hintergrund sucht man weltweit nach neuen Ansätzen. Was macht man mit dem CO_2? Lässt es sich gar als Rohstoff verwenden? Wie lässt sich die Überschussenergie nutzen?

Einer dieser Ansätze versucht, die beiden Themen zu verbinden. So werden bei der elektrochemischen CO_2-Reduktion aus elektrischer Energie und CO_2 verschiedene Produkte wie Kohlenwasserstoffe (Methan, Ethen), Kohlenstoffmonoxid, Formiat oder Alkohole erzeugt. Welches Produkt dabei am interessantesten ist, hängt maßgeblich von wirtschaftlichen Aspekten ab. Methan könnte ins Erdgasnetz eingespeist werden, angesichts der Erdgaspreise ist das aber nicht wirtschaftlich. Alkohole lassen sich auf anderen Wegen billiger erzeugen. Ethen wäre interessant, da es von der chemischen Industrie als wertvolles Ausgangsmaterial für Synthesen gefragt ist.

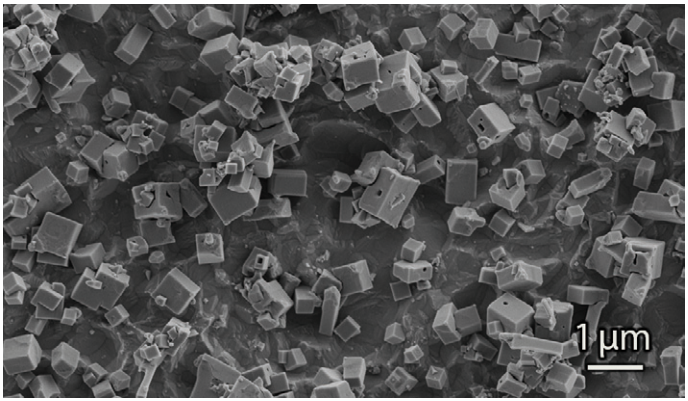
Durch die elektrochemische Reduktion von CO_2 soll dieses unter sinnvoller Nutzung von regenerativer Überschussenergie als Rohstoff erschlossen werden.

Das Prinzip des Verfahrens entspricht dem eines herkömmlichen Wasser-Elektrolyseurs. Bei diesem wird elektrische Energie aufgewendet, um an zwei Elektroden Wasser zu spalten. An der Anode bildet sich Sauerstoff (O_2) und an der Kathode Wasserstoff (H_2). Bei der elektrochemischen Reduktion von CO_2 bleibt die Reaktion an der Anode gleich, während an der Kathode CO_2 zu den gewünschten Produkten umgesetzt wird. Bevor so ein Prozess etabliert werden kann, müssen in der Grundlagenforschung vielen Fragen bearbeitet werden. Wie kann die Produktverteilung gezielt gesteuert werden? Wie können unerwünschte Nebenreaktionen unterdrückt werden? Welche Katalysatoren sind geeignet und wie können diese über viele Betriebsstunden stabil gehalten werden? Es hat sich gezeigt, dass Katalysatoren auf Kupfer-Basis die Fähigkeit besitzen, CO_2 zu Kohlenwasserstoffen wie Ethen (C_2H_4) oder Methan (CH_4) umzusetzen. Die Herausforderung dabei ist, einen auf Kupfer basierenden Katalysator zu stabilisieren und ihn anschließend in eine industriell verwendbare Form zu bringen, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen.

Neben dem Katalysator ist auch die Prozessführung von großer Bedeutung. Eine wichtige Rolle kommt dabei dem Einsatz einer Gasdiffusionselektrode zu. Dadurch kann mehr CO_2 direkt aus der Gasphase an die reaktive Grenzfläche transportiert werden als dies mit in Wasser gelöstem CO_2 möglich wäre. Mit solchen Elektroden lassen sich deutlich höhere Stromdichten erzielen und wichtige Erkenntnisse gewinnen, um den Einsatz in einer Pilotanlage vorzubereiten.



Die Kupferelektrode befindet sich im Kathodenraum. Hier wird das CO_2 gasförmig eingeleitet und das Arbeitspotential gemessen.



Katalytisch aktive Kristalle auf der Kupferoberfläche. Das Bild wurde mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommen.