

# Mit Natronlauge 90 Prozent weniger CO<sub>2</sub>

**KLIMASCHUTZ** Das ehrgeizige Netto-null-Ziel kann nur erreicht werden, wenn neben der Verringerung der Emissionen auch Negativemissionen realisiert werden. Die Obrist-Gruppe hat dafür ein technisch effizientes und wirtschaftlich interessantes Verfahren entwickelt.

Stephan Hauri

Um das extrem ambitionierte Netto-null-Ziel bis 2050 zu erreichen oder zumindest in dessen Nähe zu kommen, braucht es weltweit grosse Anstrengungen bezüglich Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Zwar werden in vielen Sektoren die CO<sub>2</sub>-Emissionen laufend gesenkt, doch gibt es weiterhin grosse Hürden wie die nicht oder nur schwer vermeidbaren Emissionen in unseren Regionen oder die weiter wachsende Weltbevölkerung. Derzeit bewegt sich die Erdölförderung dem nach wie vor steigenden weltweiten Bedarf entsprechend weiter nach oben. Neben der Reduzierung der Emissionen wird also das Zurückholen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Atmosphäre zur unbedingten Notwendigkeit. Tatsächlich gibt es auch schon zahlreiche Verfahren zum Einfangen von CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft. Diese Technologien werden zusammenfassend als DAC-Verfahren (Direct Air-Capture) bezeichnet. Mit Climeworks hat auf diesem Gebiet auch ein Schweizer Start-up-Unternehmen Pionierarbeit geleistet. Die zwei anderen bedeutenden Player auf diesem Gebiet sind Carbon Engineering mit Hauptsitz in Kanada und Global Thermostat im US-Bundesstaat Colorado.

## Kohlenstoff und Wasser aus der Luft

Nun kommt ein neues Verfahren dazu. Das österreichische Engineeringunternehmen Obrist Technologies mit Sitz im österreichischen Lustenau und neu auch im deutschen Lindau entzieht der Luft das Kohlendioxid mit einer Prozessfolge, die sich deutlich von bisherigen Methoden unterscheidet. Das Obrist-DAC ist der Kernprozess einer Anlage, mit der Obrist synthetisches Methanol herstellt.

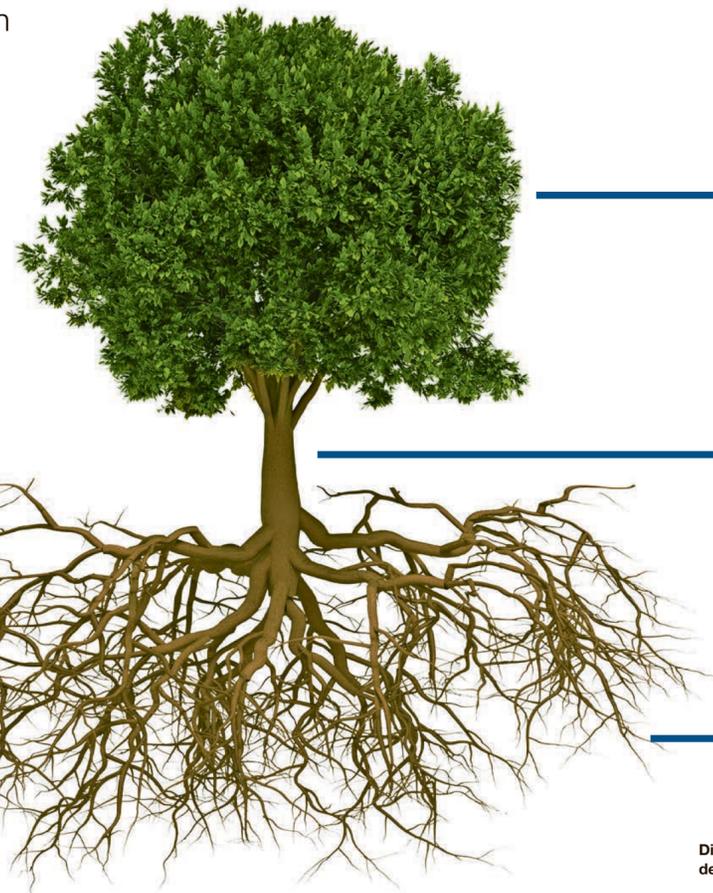
Bei der neuen DAC-Anlage, wie sie derzeit versuchsweise im Obrist-Entwicklungszentrum an der Felix-Wankel-Strasse in Lindau aufgebaut ist, wird Umgebungsluft über ein Gebläse in einen Reaktor befördert, wo das CO<sub>2</sub> an einer grossen Oberfläche mit Natronlauge (H<sub>2</sub>O + NaOH) reagiert, sodass Natriumkarbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) entsteht, das an den nächsten Verfahrensschritt, einen Elektrolysepro-

zess, weitergegeben wird. Im Elektrolyseverfahren werden zum einen Wasserstoff und Sauerstoff frei, zum anderen wird die Natriumkarbonatlösung in Natriumhydrogencarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) umgesetzt – Natron, auch als Backpulver bekannt. Schliesslich setzt Natron bei rund 120 Grad das gebundene CO<sub>2</sub> in Blasenform frei. Die Luft, die am Eingang des Reaktors mit gut 400 Parts per million (ppm, Millionstel) CO<sub>2</sub> durchgesetzt ist, verlässt ihn mit einer Konzentration von noch rund 40 ppm, also mit 90 Prozent weniger CO<sub>2</sub>.

Mit dem reinen CO<sub>2</sub> und grünem Wasserstoff wird danach unter anderem Methanol synthetisiert, Obrist nennt den Treibstoff Afuel. Ein Teil des CO<sub>2</sub> wird durch Pyrolyse über ein Zwischenprodukt in Sauerstoff und reinen Kohlenstoff gespalten. Somit kann mit Strom aus Fotovoltaikanlagen im Sonnengürtel der Erde der erste klimapositive Energieträger der Welt erstellt werden.

## Lebensmittelzulassung

Frank Obrist, CEO und Spiritus Rector des Unternehmens, erklärt: «Der patentierte Prozess kann bereits heute wettbewerbsfähig sein und mit State-of-the-Art-Techniken und -Teilprozessen beliebig in Form von Grossanlagen skaliert werden.» Aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Methanol als Basis-Chemikalie seien von der Stromerzeugung über die Schifffahrt bis hin zum Automobilsektor sämtliche Anwendungen umsetzbar. Hinsichtlich Energiedichte und Transportierbarkeit hat das flüssige Methanol wesentliche Vorteile beispielsweise gegenüber Wasserstoff, denn dieser muss zum Transport und zur Speicherung entweder unter hohen Druck gesetzt oder auf extrem niedrige Temperatur gebracht werden. Beides ist aufwändig.



CO<sub>2</sub>-Capture

HC-Speicher

Karbonspeicher

Die industrielle Rückgewinnung von Kohlenstoff aus der Luft funktioniert ähnlich einem Baum. CO<sub>2</sub> wird der Atmosphäre entzogen, umgewandelt und schliesslich permanent eingelagert.

Mit der neuen DAC-Technologie entzieht Obrist der Atmosphäre im Sonnengürtel der Erde aber nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch Wasser. Das Verfahren ist besonders auf die im Sonnengürtel herrschenden Bedingungen optimiert. Der auf Basis von Natronlauge funktionierende Reaktor ist auch gut geeignet als Wärmeüberträger. Er kann selbst bei sehr hohen Temperaturen effizient Prozesswärme abführen. Von Vorteil ist ausserdem die Tatsache, dass die verwendeten Produkte nicht ausgetauscht werden müssen. Zwar wird jeder einzelne

Prozessschritt grosstechnisch bereits beherrscht, doch ist die hier eingesetzte Kombination neu. Alle Produkte haben zudem eine Zulassung, um in der Lebensmittelindustrie eingesetzt zu werden.

## Methanol als Energieträger

Durch die Integration in eine synthetische Methanolproduktion wird der grösste Teil der Prozesswärme für die Obrist-DAC-Technologie nutzbar, und zusammen mit den geringen Solarstromkosten im Sonnengürtel ergibt sich eine lukrative Wirtschaftlichkeit. Obrist beziffert die DAC-Energiekosten mit extrem niedrigen 14 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Bei den meisten anderen DAC-Verfahren liegen sie bei einem Vielfachen davon. «Methanol ist der Wasserstoffträger Nummer eins», sagt Frank Obrist. Er dient einerseits als Basisstoff in der chemischen Industrie und wird im grossen Massstab zur Herstellung verschiedenster Alltagsprodukte wie Kunststoffe und Medikamente verwendet, kann andererseits aber auch direkt als Energieträger oder Treibstoff verwertet werden.

Für den Autoantrieb setzt Obrist auf ein serielles Hybridsystem, das mit einem mit E-Methanol betriebenen, kleinvolumigen Generator Strom für den Elektromotor liefert. Da ein frei wählbarer Teil des für die Herstellung des Treibstoffs verwendeten CO<sub>2</sub> dem Kreislauf entzogen werden kann, ist das Auto in der Lage, im Fahrbetrieb sogar Negativemissionen zu realisieren. Obrist nennt dies den «C-Sink-Betrieb», abgeleitet vom Begriff der CO<sub>2</sub>-Senke.

Wesentliche Treiber des Methanoleinsatzes werden jedoch nicht die Autos sein, sondern Schiffe und Flugzeuge. Die riesige dänische Reederei Maersk beispielsweise hat in diesem Frühling 19 Containerschiffe bestellt, die mit Methanol betrieben werden können. Daneben wird Methanol auch



Im Direct-Air-Capture-Verfahren wird der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entzogen.



Kohlenwasserstoffe werden gespeichert, beispielsweise in Methanol. Dieses kann als Treibstoff dienen.



Reiner Kohlenstoff kann dauerhaft eingelagert oder verkauft werden.

als Basis für den Flugtreibstoff SAF (Sustainable Aviation Fuel) zum Einsatz kommen. Das Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme beispielsweise setzt derzeit ein Forschungsprojekt um, in dem aus grünem Methanol SAF synthetisiert wird.

## Obrists moderner Wald

In seiner Anlage bildet Obrist mit einem industriellen Prozess die Funktionsweise eines Waldes nach. Der Wald nutzt bei der Photosynthese Licht, Wasser und CO<sub>2</sub> zur Bildung von Glukose und Sauerstoff. Im modernen Wald ist das Licht ebenfalls die Energieversorgung, indem Fotovoltaikanlagen den benötigten Strom generieren. Mit Natriumverbindungen ist Wasser das Trägermedium des Direct-Air-Capture-Prozesses. Und wie im echten Wald wird der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entzogen und in Verbindung mit Wasserstoff (H<sub>2</sub>) zu Methanol (CH<sub>3</sub>OH), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und über Methan (CH<sub>4</sub>) zu Kohlenstoff (C) weiterverarbeitet. Der Kohlenstoff kann dann beispielsweise zur Herstellung verschiedenster Karbonkomponenten oder als Anodenmaterial in Lithium-Ionen-Batterien dienen. Ausserdem lässt er sich permanent einlagern.

Für eine Blueprint-Anlage inklusive autarker Stromproduktion, Wasserelektrolyse und Direct-Air-Capture-System sind gemäss Schätzung von Obrist Investitionen von 1,7 bis zwei Milliarden Euro notwendig. In einer ersten Analyse hat das Unternehmen errechnet, dass Methanol damit zu einem Preis von 400 bis 500 Euro pro Tonne produziert und geliefert werden könnte. Dieser Preis soll bereits heute mit fossiler Energie wettbewerbsfähig sein, die aktuellen Preise für grünes Methanol liegen sogar bei mehr als 1000 Euro pro Tonne. Ausserdem könnten gemäss Obrist reiner Kohlenstoff und eine allfällige Überproduktion von Wasser ebenfalls verkauft werden. ●

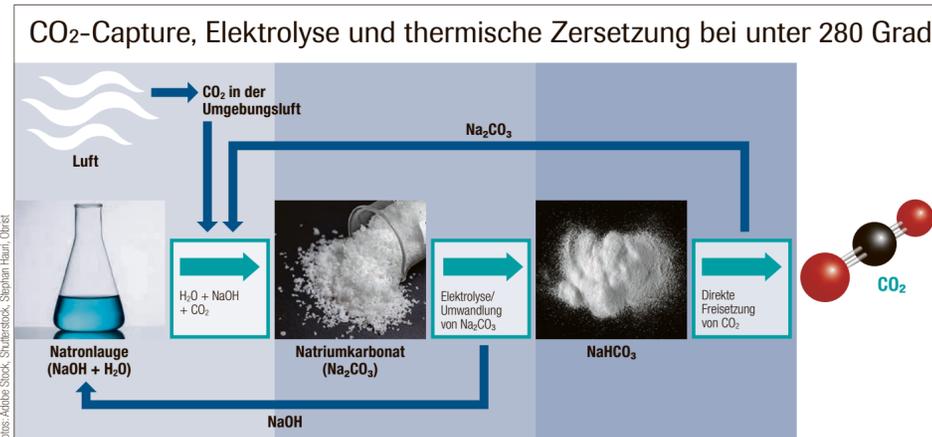
## AUS DER WISSENSCHAFT

### Neuer Speicher für Wasserstoff

Wasserstoff kann eine Möglichkeit für klimafreundliche Mobilität sein. Die Speicherung ist aber schwierig. Wird er nicht in Reinform aufbewahrt, kann entweder Ameisensäure oder Methanol als Trägermedium zum Einsatz kommen. Forscher des Leibniz-Instituts für Katalyse in Rostock (D) schlagen als eine weitere Alternative den Methylformiat der Ameisensäure (Methylformiat) vor. In Tests habe sich dieser als gute Ergänzung erwiesen. In einem Punkt lasse Methylformiat die Alternativen überraschenderweise hinter sich: in der Geschwindigkeit, mit der diese Substanz den Wasserstoff wieder freibt. Dies geschieht im Druckreaktor mittels eines Rutheniumkatalysators. «Bei Methanol läuft die Freisetzung etwas schneller, stoppt aber bald, indem sich das chemische Gleichgewicht einstellt», so Chemiker Henrik Junge. Beim Methylformiat hingegen schießt der Druck sofort und deutlich in die Höhe. «Das war überraschend und im Grunde nur zu erklären, wenn wir der Reaktion einen bislang unbekanntes Mechanismus unterstellten.» Methylformiat setze den Wasserstoff zwanzigmal so schnell wie Methanol und fünfmal so schnell wie Ameisensäure frei. «Wer mit seinem Verfahren einen Energieträger um den Faktor 20 schneller als üblich bereitzustellen vermag, kann zum Beispiel seine Anlage entsprechend kleiner planen oder mehr Nutzer versorgen», erklärt Junge den Vorteil.

### Karbonfasern aus Bitumen

Forscher der kanadischen University of British Columbia haben Bitumen in Kohlenstofffasern verwandelt. Das klebrige Produkt aus Ölsand wird meist zu Asphaltbelag verarbeitet oder dient als Brennstoff. Dank einer neuen Methode wird es auch zu Kohlenstofffasern, die E-Autos effizienter machen. Für ihre Lösung haben die Forscher das Schmelzspinnverfahren genutzt, um Fasern in zwei Grössen sauber und günstig herzustellen. Die voraussichtlichen Kosten belaufen sich auf zwölf Dollar pro Kilogramm, kommerzielle Kohlenstofffasern kosten üblicherweise etwa 33 Dollar pro Kilogramm. Das Team rechnet mit dem Beginn der kommerziellen Produktion im Jahr 2024 und sieht ein breites Anwendungsspektrum unter anderem bei E-Autos. «Karosserien aus Kohlenstofffasern können das Gewicht der Batterie ausgleichen. Die Verwendung von Kohlenstofffasern vergrössert die Sicherheit und die Reichweite», sagt Werkstoffingenieurin Yasmine Abdin. In Kanada werden jährlich etwa zwei Millionen Autos und andere leichte Fahrzeuge hergestellt. Heimische Kohlenstofffasern könnten Kanada deshalb einen Standortvorteil verschaffen, erklären die Wissenschaftler.



In zwei Kreisläufen wird aus der Umgebungsluft das Kohlendioxid abgeschieden. Bei der Elektrolyse entstehen Wasserstoff und Sauerstoff, die zusammen mit dem CO<sub>2</sub> zur Herstellung von künstlichem Methan genutzt werden können. Konzentrierte Natronlauge bindet CO<sub>2</sub> (r. u.). Reiner Kohlenstoff kann den Sandboden fruchtbarer machen (r. o.).

