

# BIOENERGY CARBON CAPTURE AND UTILIZATION

## BIOGAS VERBRENNEN, CO<sub>2</sub> ABTRENNEN UND INDUSTRIELL VERWERTEN



**Bild 1:** Energietechnik-Abteilungsleiter Martin Meiller an einem FLOX-Brenner, wie er auch im BO<sub>2</sub>CCU-Projekt eingebaut werden soll.

Normalerweise bleibt auch bei der Verbrennung von Biogas CO<sub>2</sub> als Klimagas übrig. Oder besser: Es wird in die Atmosphäre entlassen. Weil zwar beim Pflanzenwachstum zuvor fast genau dieselbe Menge aus der Luft entnommen wurde, wird die Biogasnutzung prinzipiell als ein CO<sub>2</sub>-neutraler Prozess angesehen. Doch klar ist auch: Die CO<sub>2</sub>-Speicherung beispielsweise in Bäumen kann schon einmal 60 und mehr Jahre dauern. Was aber, wenn das Treibhausgas sofort und direkt einer sinnvollen, wirtschaftlichen Verwertung zugeführt würde? Eine solche industrielle Nutzung von reinem CO<sub>2</sub> aus der Biomasseverbrennung nennt man in Fachkreisen „Bioenergy Carbon Capture and Utilization“, kurz BECCU.

Am Standort Sulzbach-Rosenberg in der Oberpfalz des hauptsächlich in Oberhausen angesiedelten Fraunhofer-Instituts UMSICHT, wird gerade eine neue Anlage in die Laborhalle gestellt, mit der genau eine solche BECCU-Erzeugung von nutzbarem CO<sub>2</sub> möglich werden soll. Aber nicht nur das: „Wir kombinieren einen innovativen Verbrennungsprozess von Biogas – die so genannte Oxyfuel-Verbrennung – mit dem BECCU Ansatz. Unser Ziel ist es, so CO<sub>2</sub> mit einer Reinheit von 99,5 Prozent zu erzeugen“, kündigte Doktorand Felix Lehner im Ende 2022

an. „BO<sub>2</sub>CCU“, so der unaussprechliche Kurz-Name dieses Verfahrens, steht für „Wärmebereitstellung und CO<sub>2</sub>-Nutzung“.

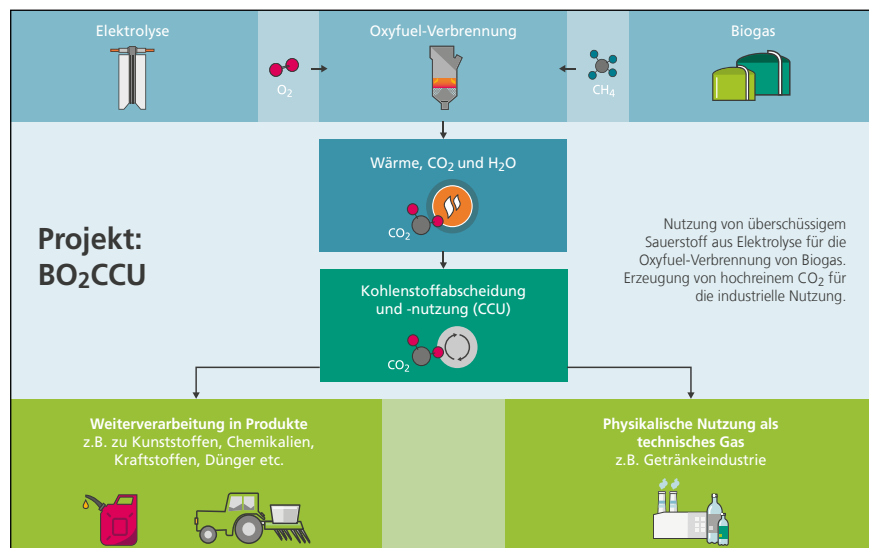
Allen Oxyfuel-Verbrennungsverfahren ist eine Besonderheit gemein: Die Energiegase - in diesem BO<sub>2</sub>CCU-Projekt werden sie aus Biomasse erzeugt – werden mit reinem Sauerstoff (O<sub>2</sub>) anstatt mit Umgebungsluft verbrannt. „Dadurch sind als Verbrennungsprodukte nur CO<sub>2</sub> und Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) im Abgas enthalten. Das dampfförmige H<sub>2</sub>O kondensiert, die freigesetzte Wärme kann genutzt werden. Und übrig bleibt ein Abgas mit einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 95 %“, erklären die Fraunhofer-UMSICHT-Wissenschaftler:innen.

Der Sulzbach-Rosenberger Energietechnik-Abteilungsleiter Martin Meiller nennt aber zusätzlich den Hauptgrund, warum eine weit verbreitete CO<sub>2</sub>-Verwertung über BECCU-Systeme grundsätzlich für die Erde und die Menschheit so wichtig wäre: „Um CO<sub>2</sub>-negativ zu sein, brauchen wir industrielle Prozesse, die Kohlenstoff aus der Atmosphäre entziehen.“ Ansonsten dürfte der menschengemachte Klimakollaps kaum mehr zu verhindern sein: Da stimmen die Berechnungen fast aller Fach-Wissenschaftler:innen weltweit überein.

### CO<sub>2</sub> in Mineralwasserqualität geplant

Von der geplanten BECCU-Anlage war beim Besuch der Oberpfälzer UMSICHT-Niederlassung im Januar 2023 noch nichts zu sehen. Doch die ersten Ideen wurden schon 2020 kreiert. Vor knapp eineinhalb Jahren startete dann das von der Fraunhofer-Gesellschaft selbst finanzierte, auf drei Jahre angelegte Projekt „BO<sub>2</sub>CCU“. „Ursprünglich wollten wir nach 1,5 Jahren in Betrieb gehen. Doch die Lieferzeiten sind aktuell ein Problem; Ende des dritten Quartals dieses Jahres ist realistisch. Dann haben wir noch lange Zeit zum Test“, ist Martin Meiller überzeugt. Jedenfalls ist die Anlage im April bereits im Aufbau, wie er auf Nachfrage bestätigt. Denn ein wichtiges Forschungsziel hat er immer im Blick: „CO<sub>2</sub> in der Reinheitsqualität für Mineralwasser. Wir werden das CO<sub>2</sub> abfüllen und Forschungspartnern zur Verfügung stellen. Rein über das Oxyfuel-Verfahren erreichen wir schon eine Konzentration von 95 bis 99,5 %. Ausgehend von dieser hohen Konzentration können höhere Reinheit z.B. für Lebensmittelanwendungen deutlich effizienter erreicht werden.“

Meiller weiß also bereits ganz genau, was die Anlage im Technikumsformat einmal können soll, wie sie aussehen



**Bild 2:** Das Prinzip von BO<sub>2</sub>CCU

und wo sie stehen wird. Das Brennersystem im Demonstrationsmaßstab ist mit einer thermischen Leistung von 50 kW geplant. Doch wenn das auch nach wenig klingt: „Der dezentrale Maßstab einer solchen Anlage kann kleinen und mittelständischen Unternehmen der Bioenergiebranche die Umsetzung CO<sub>2</sub>-neutraler Anlagen ermöglichen“, blickt das UMSICHT-Team voraus.

### Ergänzung für Elektrolysestandorte

Oxyfuel-Systeme haben aber eine weitere Besonderheit gemein. Quasi nebenbei verarbeiten sie nämlich ein „Abfallprodukt“, das bei der Herstellung von reinem, grünem Wasserstoff (H<sub>2</sub>) mit Ökostrom anfällt: Den ebenfalls reinen Sauerstoff (O<sub>2</sub>). H<sub>2</sub> ist bekanntlich jenes Gas, von dem sich gerade die Politik die Lösung fast aller Zukunftsenergieprobleme verspricht. Deshalb ist der Aufbau von Elektrolyseuren an vielen Orten hierzulande im Gange, um eine so genannte „Wasserstoffwirtschaft“ zu ermöglichen. Und wenn die aktuellen Pläne des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz Realität werden, „würden hierzulande im Jahr 2030 rund 1,8 Mio. t Sauerstoff, im Jahr 2050 bis zu 18 Mio. t, als bisher ungenutztes Koppelprodukt anfallen. Durch die Fraunhofer-Technologie könnten Elektrolysestandorte ergänzt und eine wirtschaftliche Verwertungsoption für das O<sub>2</sub> geschaffen werden“, nennt das UMSICHT-Team Nutzungspläne für seine BO<sub>2</sub>CCU-Idee.

Doch wo konkret könnte deren Einsatz passieren? „Idealerweise dort, wo H<sub>2</sub>-Bedarf, Energiebedarf (für Prozesswärme) und CO<sub>2</sub>-Verwertung gleichzeitig existieren. In Chemieparks beispielsweise habe ich die Infrastruktur, um das CO<sub>2</sub> in die Nutzung zu überführen“, erläutert Martin Meiller. Ob Industrieparks, Raffinerien, aber auch Klär- oder Biovergärungsanlagen: Viele könnten BO<sub>2</sub>CCU als Add-On verwenden. Dabei sei wichtig, das entstehende CO<sub>2</sub> möglichst schnell in langlebige Produkte umzuwandeln, statt es irgendwo zwischenspeichern. Kunststoffe, Chemikalien, Dünger, aber auch Kraftstoffe hat UMSICHT dabei im Blick. Ebenfalls nicht zu vergessen: CO<sub>2</sub> ist ein wichtiges technisches Gas, zum Beispiel in der Getränkeindustrie als Kohlensäure unerlässlich.

Grundsätzlich seien deshalb bei der künftigen BO<sub>2</sub>CCU-Standortwahl im Industriemaßstab zwei Fragen gleichermaßen zu beantworten, sagt Meiller: „Woher kommt der Sauerstoff, und wo kann ich das CO<sub>2</sub> unterbringen?“ Weswegen nicht unbedingt die kleinen 70 kW-, sondern „Biogasstandorte, die et-

### FLOX-Verfahren

Bei der Oxyfuel-Verbrennung kommt ein nach dem „FLOX“-Prinzip arbeitender Brenner zum Einsatz. FLOX steht für „Flammenlose Oxidation“, also die Verbrennung ohne Flamme. „Diese Technologie ermöglicht Hochtemperaturprozesse, bei denen trotz hoher Luftvorwärmung von über 700 °C der NO<sub>x</sub>-Anteil im Abgas um mehr als eine Zehnerpotenz niedriger als bei einer traditionellen Flammenverbrennung liegt. Bei richtiger Anordnung der Düsen oxidiert der Brennstoff bei

Temperaturen über 850 °C sehr gleichmäßig ohne jede Flamme“, heißt es von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Die FLOX-Entwickler, Vater und Sohn Joachim Alfred und Joachim Georg Wüning, Gesellschafter der WS-Gruppe aus Renningen bei Stuttgart, bekamen für ihr System bereits 2011 den Deutschen Umweltpreis der DBU. Auch der BtX-Reformer der WS-Tochter BtX-Energy GmbH arbeitet mit einem FLOX-Brenner. <sup>1)</sup>

was größer sind“ dafür in Frage kommen dürften. Sollten die Technikumsversuche erfolgreich verlaufen, sei ein Upscaling im Verhältnis von etwa 1:10 angedacht. Dafür jedoch seien Industriepartner notwendig, gibt er zu. Aber auch wenn die zurzeit noch nicht Schlange stünden, sei das kein Schaden. Denn: „Wir können durch unsere eigenen Mittel schneller reagieren, die Anlage anpassen. Deshalb gehen wir diesen ersten Schritt alleine. Aber für den zweiten Schritt brauchen wir unbedingt Firmen, die den weiteren Weg mit uns gehen.“

Ohnehin eigne sich nicht nur Biogas als Brennstoff für das BO<sub>2</sub>CCU-Verfahren, so der UMSICHT-Energieabteilungs-Chef: „Grundsätzlich geht es auch mit Klärgas, Pyrolysegas, Synthesegasen. Alle biogenen Gase halt, bei denen die Oxidation nicht nur mit normaler Luft, sondern auch mit reinem Sauerstoff möglich ist.“

Zunächst jedoch geht es – wie beschrieben – um den Aufbau eines 50 kW-Demonstrators in einem der Technika in Sulzbach-Rosenberg. Das ist eine Halle von 800 m<sup>2</sup> Grundfläche und 16 Metern Höhe, in der laufend verschiedene Versuchsaufbauten getestet werden. Teilweise sind auch Flächen an Industriepartner vermietet.

Für die Komponenten wie Brenner, Brennkammer, Wärmeertrager, Kondensator zur Wasserabscheidung aus dem Abgas aber gelte: „All das werden wir im

ersten Schritt hier vor Ort aus eigenen Mitteln im Lauf des Jahres realisieren“, so Meiller. Investitionen von um die 350.000 Euro seien genehmigt, die Komponenten bestellt und teilweise schon angeliefert. Sehr wichtig ist dabei der Kondensator: Um nach der Kondensation bereits einen hohen Reinheitsgrad des CO<sub>2</sub> zu erreichen, also mit nur noch möglichst wenig Wasserdampf darin, soll hier mit Niedertemperatur gearbeitet werden.

Dennoch gehe bei dem gesamten Prozess nicht viel Energie verloren: Das System selbst, also Verbrennung und Wärmeübertragung, laufe nicht viel anders ab als bei Biomasseanlagen üblich, mit 90 bis 95 % Wirkungsgrad also. Energiefragen stellten sich vor allem dann, wenn das CO<sub>2</sub> oder der Sauerstoff verdichtet werden müsse, beispielsweise um die Gase zu transportieren, erklärt das UMSICHT-Team.

### Fußnote

<sup>1)</sup> SONNENENERGIE 3|21: Vom Biogas zum Wasserstoff

### ZUM AUTOR:

► Heinz Wraneschitz

Energieingenieur und Fachjournalist für Energie- und Umweltthemen

heinz@bildtext.de

### Fraunhofer UMSICHT

Das Fraunhofer-Institut-Kürzel UMSICHT steht für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik. An den drei Standorten in Oberhausen, Willich und Sulzbach-Rosenberg waren 2021 608 Mitarbeiter:innen beschäftigt. Diese erwirtschafteten einen Umsatz von mehr als 57,8 Millionen €. Im Zentrum dabei stehe „die Balance von wirtschaftlich erfolgreichen, sozial gerechten und umweltverträglichen Entwicklungen“.

Am UMSICHT-Standort Sulzbach-Rosenberg arbeiten zurzeit 114 Menschen daran mit. Hier werden technische Verfahren konkret analysiert, entwickelt, erprobt und optimiert.

Mit dem Projekt BO<sub>2</sub>CCU befasst sind neben dem Leitungsteam besonders zwei Doktoranden. Nicht zu vergessen die Techniker, die vieles selbst fertigen, wie zum Beispiel die Steuerungen.