

Fragen und Antworten zu den Karbonisierungsanlagen der Firma PYREG am Beispiel der PX 1500 von thyssenkrupp rothe erde in Lippstadt

Die 2023 in Betrieb genommene Karbonisierungsanlage in Lippstadt stellt jährlich 4,5 Mio. kWh Wärme aus Biomasse-Reststoffen (Verpackungshölzer, Grünschnitt etc.) für das Werk bereit und senkt damit aktiv eigene CO₂-Emissionen durch Einsparung vormals fossiler Energieträger. Im Zuge des Prozesses werden zudem jährlich 1.400 Tonnen CO₂ sequestriert, und darüber hinaus 560 Tonnen Biochar (Pflanzenkohle) erzeugt. Die erfolgreiche industrielle Integration einer Anlage dieser Größenordnung ist deutschlandweit einzigartig, und markiert einen zentralen Meilenstein auf dem Weg zur ressourceneffizienten Defossilisierung traditionsreicher Wirtschaftszweige.

Das Maschinenbauunternehmen PYREG GmbH aus Dörth liefert und installiert mit der PX1500 die neueste Generation ihrer NetZero-Technologie.

Das Carbon-Removal-Unternehmen Novocarbo GmbH verantwortet die Qualitätssicherung des Produktionsprozesses, vertreibt die Biochar und erzeugt und vermarktet die Carbon Removal Zertifikate.

Wie funktioniert der Prozess der Karbonisierung?

Die thermische Karbonisierung, die bei der PYREG-Anlage PX1500 in Lippstadt stattfindet, wird auch Pyrolyse oder „Pyrogenic Carbon Capture and Storage (PyCCS)“ genannt. Dieser Prozess nutzt den mittels Photosynthese in Biomasse gespeicherten Kohlenstoff als Quelle für die Kohlenstoffentnahme. Biomasse (organische Reststoffe) wird bei hohen Temperaturen und unter weitgehendem Ausschluss von Sauerstoff erhitzt. Bei diesem Umwandlungsprozess werden die organischen Verbindungen der Biomasse thermo-chemisch gespalten und alle flüchtigen Bestandteile gehen in die Gasphase über. Übrig bleibt der Kohlenstoff in einer festen, leicht speicherbaren Form: Biochar. Dieser Prozess kann verschiedene Produkte ergeben. Bei dem in Lippstadt zum Zuge kommenden Prozess entstehen im Wesentlichen zwei Produkte: Biochar und regenerative Energie.

Wie bindet der Karbonisierungs-Prozess CO₂?

Grundlage ist der in pflanzlichen Reststoffen enthaltene Kohlenstoff. Im natürlichen Kohlenstoffkreislauf würde dieser über Verrottung der Biomasse oder durch Waldbrände wieder als CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt werden. PyCCS (vgl. Glossar) transformiert den Kohlenstoff in eine stabile Form, so dass dieser für Jahrtausende sicher gebunden ist: in Biochar.

Was ist Biochar (Pflanzenkohle)?

Biochar entsteht durch thermische Karbonisierung von Biomasse wie z.B. Restholz, Heckenschnitt sowie anderer biogener Reststoffe z.B. aus der Lebensmittelindustrie. Durch ihre poröse Struktur und ihre hohe innere Oberfläche kann Biochar Wasser oder Nährstoffe speichern und als Filtermaterial eingesetzt werden. Diese Eigenschaften machen sie zu einem wahren Alleskönner, der zum Beispiel in der Landwirtschaft, Industrie und in der Bauwirtschaft eine wichtige Rolle spielen kann.

Was versteht man unter CO₂-Entnahme (Carbon Dioxide Removal) und warum ist sie so wichtig?

Carbon Dioxide Removal (CDR) umfasst Methoden zur Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre und die anschließende dauerhafte Speicherung. Ohne CO₂-Entnahme ist Klimaneutralität nicht zu erreichen, denn in allen wissenschaftlichen Szenarien werden auch bei sehr ambitionierten Reduktionsmaßnahmen Restemissionen bleiben. Diese unvermeidbaren Restemissionen werden durch aktive Entnahme aus der Atmosphäre (CDR) neutralisiert. Das Klimaziel des Übereinkommens von Paris (2015) sieht vor, die menschengemachte globale Erderwärmung auf 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Dazu sollen vor allem die freigesetzten Treibhausgase drastisch reduziert werden. Doch: Laut dem Weltklimarat, IPCC, reicht eine radikale Reduktion von CO₂-Emissionen allein nicht mehr aus, um dieses Ziel zu erreichen. Um auf dem 1,5-Grad -Pfad zu bleiben, müssten wir weltweit NetZero-Emissionen (vgl. Glossar) spätestens in 2050 erreichen. Dieses NetZero wird möglich mit circa 10-15 Gigatonnen CO₂-Entnahme pro Jahr. Eine schnelle Skalierung von CDR-Technologien ist deshalb unabdingbar.

Wie kann die Karbonisierungsanlage in Lippstadt jährlich 1.400 Tonnen CO₂ sequestrieren?

Die Karbonisierungsanlage PX1500 von PYREG ermöglicht die geregelte Verkohlung von biogenen Reststoffen zu Biochar. Dabei wird Biomasse unter weitestgehendem Sauerstoffentzug unter Druck und hohen Temperaturen in Kohlenstoff umgewandelt. Dieser Prozess verhindert, dass ein Großteil des in der Biomasse über die Photosynthese gebundene CO₂ in die Atmosphäre entweicht (PyCCS, vgl. Glossar). Eine Tonne Biochar bindet dabei je nach Kohlenstoffgehalt und weiterer Verwendung circa 3 Tonnen CO₂. Die Biochar entsteht in einem verbrennungsfreien Prozess. Wird sie dann als Bodenverbesserer in der Landwirtschaft oder als Füllmittel in Baustoffen eingesetzt, landet das CO₂ in einer permanenten Kohlenstoffschenke.

Warum spart der Karbonisierungs-Prozess zusätzlich zu der Kohlenstoffentnahme CO₂ Emissionen ein?

Während der Karbonisierung entsteht Prozesswärme. Diese Wärme ist Überschusswärme, und alle Emissionen ihrer Entstehung werden bereits der Biochar CO₂-Bilanz zugerechnet. Daher ist diese Wärme CO₂-neutral und kann als regenerative Energie an Industrien geliefert oder in Nahwärmenetze eingespeist werden. Dort ersetzt sie fossile Energieträger wie z.B. Gas und spart so diese Emissionen ein. Für diese Einsparung wird kein CO₂-Zertifikat ausgestellt, für thyssenkrupp machen sich die eingesparten Emissionen in der GHG-Bilanz bemerkbar.

Wofür wird Biochar (Pflanzenkohle) verwendet?

Die Biochar wird hauptsächlich als Bodenverbesserer, Torfsubstitut in der Erdindustrie, oder im Regenwassermanagement für blau-grüne Infrastrukturprojekte eingesetzt. Zudem ersetzt Biochar fossile oder emissionsstarke Ressourcen in der Industrie. Beispiele hier sind Formteile, Gehäuse und Funktionsteile aus Kunststoff, Bodenbeläge oder der Einsatz als Betonzuschlagsstoff.

Welche positiven Eigenschaften hat Biochar (Pflanzenkohle)?

Die Biochar ist ein „Bodenverbesserer“: sie unterstützt den zusätzlichen Aufbau von Humus im Boden und verhindert die Auswaschung von Phosphor und Nitrat. Auch werden Lachgasemissionen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen verringert und der Bedarf an Bewässerung minimiert. Darüber hinaus wird die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegenüber Pilzkrankheiten erhöht.

Städte können durch Filtration und Wasserrückhalt klimaresistenter und lebenswerter gemacht werden, wenn Pflanzenkohle-Substrate für das Regenwassermanagement und „blau-grüne“ Infrastrukturprojekte wie Stadtbäume, Regengärten und Dachbegrünung verwendet werden.

Daneben wachsen die Anwendungsfelder im Bereich der industriellen Materialien. Pflanzenkohle kann zum Beispiel bei der Herstellung von Beton einen Teil des Zements und des Sandes im Beton ersetzen. Gleichzeitig können dabei die Produkteigenschaften des Betons verbessert werden. Auch als Füllstoff erweist sich Pflanzenkohle als vorteilhaft: Pflanzenkohle hat sehr gute Isolationseigenschaften.

Ist Biochar unbedenklich für Tier & Natur?

Novocarbo handelt und produziert nur Biochar nach hohen Qualitätsstandards wie QS und dem privatwirtschaftlich ins Leben gerufenen EBC-Standard (vgl. Glossar). Damit ist Pflanzenkohle nicht nur völlig unbedenklich, sondern vorteilhaft für Tier & Natur und ein hochwertiges Produkt. Die PYREG-Anlage in Lippstadt ist EBC-typenzertifiziert.

Wie entsteht ein Kohlenstoffsinken-Zertifikat?

Die EBC- zertifizierte Pflanzkohle wird nachweislich einer dauerhaften Kohlenstoffsinken (z.B. im landwirtschaftlichen Boden) zugeführt. Auf Basis der wissenschaftlichen Methode von Puro.earth und einem fundierten Auditprozess durch unabhängige Dritte, kann dann ein Zertifikat für die sicher entnommene Menge Kohlenstoff generiert werden. Danach kann die dabei gebundene Menge an CO₂ als Senken-Zertifikat gehandelt werden. Dieser Handel findet u.a. auf der NASDAQ-Plattform Puro.earth statt.

Wie berechnet sich das Kohlenstoffsinken-Zertifikat (Carbon Removal Certificate) aus dem Prozess bei thyssenkrupp rothe erde?

Das Zertifikat übersetzt entsprechend der zu Grunde gelegten externen Methode, den Kohlenstoffanteil der jeweiligen Produktionscharge von Biochar, der auf Basis einer Laboranalyse gemessen wird, in CO₂-Äquivalente. Danach werden von dieser Menge sämtliche Prozess-, Postprozess- und Transportemissionen abgezogen. Weiterhin wird je nach Verwendung der Biochar eine mögliche Abbaurate der organischen Kohlenstoffanteile der Biochar im Boden als Sicherheitspuffer abgezogen. Das Zertifikat errechnet diesen Abbau auf mind. 100 Jahre und zieht einen weiteren allgemeinen Sicherheitspuffer ab. Im Ergebnis entspricht dann eine Tonne Biochar circa 2,5 - 2,8 Tonnen CO₂.

Wie werden die Emissionen des Prozesses berechnet?

PYREG nutzt dafür das Life-Cycle-Assessment (LCA), eine Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen, die mit allen Phasen des Lebenszyklus eines kommerziellen Produkts, Prozesses oder einer Dienstleistung verbunden sind. Für alle Carbon Offset Credits (siehe Glossar), die PYREG für die Biocharproduktion generiert, so auch für die Anlage in Lippstadt, erstellt das Unternehmen ein LCA für den gesamten Produktionsprozess und somit eine fundierte Emissionsabbildung.

Wie lange bleibt Biochar stabil im Boden?

Die Wissenschaft geht heute davon aus, dass Pflanzkohle 3000-4000 Jahren stabil im Boden bleibt. Denn in den Böden dieser Welt wurden menschengemachte, pyrogene Kohlenstoffe gefunden, die älter als 3000 Jahre sind. Bowring et al. (2020) bestätigen Berechnungen die Mean Residence Time (MRT) von pyrogenem Kohlenstoff mit 2.760 Jahren.

Welches Input-Material wird bei thyssenkrupp rothe erde verwendet?

Als Input-Material ist jede Form von hölzerner Biomasse tauglich. Novocarbo nutzt grundsätzlich nur Reststoffe, die anderweitig keinen Nutzen bringen würden. In Lippstadt werden dies zum einen Überreste aus der Holzzimmerei von thyssenkrupp rothe erde sein.

Denn die Kugellager für die Windkraft-Anlagen werden hier in eigens gezimmerten Holzboxen verpackt. Der größte Part wird regional zugekauft als Altholz oder Straßenbegleitgrün.

Können auch Reststoffe aus der Landwirtschaft als Rohstoffe dienen?

Grundsätzlich eignen sich Reststoffe aus der Landwirtschaft. Die aktualisierten EU-Vorschriften über Düngeprodukte (Verordnung 2019/1009) gelten ab dem 16. Juli 2022. Die Liste wurde um Materialien aus Pyrolyse und Vergasung („Pflanzenkohle“) erweitert und lässt nun eine Vielzahl an Ausgangsstoffen für die Karbonisierung zu.

Wer ist PYREG?

PYREG ist ein deutscher NetZero-Maschinenbauunternehmen und Marktführer im Bereich der BCR-Technologien (Biochar Carbon Removal), der dauerhaften Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre durch Biochar-Produktion. Das Unternehmen wurde 2009 als Spin-Off der TH Bingen, University of Applied Sciences, gegründet und beschäftigt heute 102 Mitarbeitende. Weltweit sind bis Ende 2024 60 Karbonisierungsanlagen von PYREG im Markt, die der Atmosphäre jährlich rund 60.000 t CO₂ entnehmen.

GLOSSAR

Carbon Dioxide Removal (CDR)

Carbon Dioxide Removal (CDR) umfasst Methoden zur Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre und die anschließende dauerhafte Speicherung. Ohne CO₂-Entnahme ist Klimaneutralität nicht zu erreichen, denn in allen wissenschaftlichen Szenarien werden auch bei sehr ambitionierten Reduktionsmaßnahmen Restemissionen bleiben. Diese unvermeidbaren Restemissionen werden durch aktive Entnahme aus der Atmosphäre (CDR) neutralisiert.

Carbon Offset Credits

Hierbei handelt es sich um eine Kohlenstoffausgleichschart, die eine Person oder Organisation kaufen kann, um ihren Kohlenstoff-Fußabdruck zu verringern. Emissionsgutschriften sind messbare, überprüfbare Emissionsreduktionen oder Emissionsentnahmen aus zertifizierten Klimaschutzprojekten.

Anmerkung: Diese sind nicht zu verwechseln mit Kohlenstoffgutschriften aus dem regulierten Kohlenstoffmarkt wie z.B. dem europäischen ETS-Handel: Dort ist Carbon Credits ein Oberbegriff für alle handelbaren Zertifikate oder Genehmigungen, die das Recht verbiefen, eine bestimmte Menge an Kohlendioxid oder die entsprechende Menge eines anderen Treibhausgases zu emittieren.

Carbon Removal Certificate

Die Zertifikate, die durch Kohlendioxidentnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR) entstehen, verhelfen Industrien oder Privatpersonen dazu, ihre Emissionen auf null zu reduzieren. Dies geschieht, indem der gleiche Anteil des durch das Unternehmen emittierten Kohlendioxids dauerhaft aus der Atmosphäre entfernt und sicher gespeichert wird, wie beispielsweise in Form von Novocarbo Pflanzenkohle.

Carbon Avoidance Certificate

Zertifikate für Vermeidungsmaßnahmen (Carbon Avoidance) sparen Emissionen ein, indem sie deren Freisetzung in die Atmosphäre verhindern. Dies geschieht zum Beispiel durch den Schutz natürlicher Waldreservate (durch Verhinderung der Entwaldung) oder Windkraftanlagen, wodurch fossile Energie eingespart werden kann. Diese Zertifikate vermeiden anderweitig zusätzlich entstehende Emissionen, können aber keine Emissionen rückgängig machen.

European Biochar Certificate (EBC)

Das EBC = European Biochar Certificate ist ein Qualitätsstandard für Pflanzenkohle. Dank des Kontrollzertifikates sollen die nachhaltige Produktion von Pflanzenkohle sichergestellt werden und die Produzenten gegenüber Anwendern und Behörden die Möglichkeit erhalten, die Qualität der Pflanzenkohle nachweisbar zu garantieren. Das European Biochar Certificate ist

ein freiwilliger Industriestandard in Europa (die Zertifizierungsstufe EBC-AgroBio gilt in der Schweiz als Voraussetzung für den Einsatz von Pflanzenkohle als Bodenverbesserer).

Karbonisierung

Biomasse (organische Reststoffe) wird bei hohen Temperaturen und unter weitgehendem Ausschluss von Sauerstoff erhitzt/verkohlt. In diesem Prozess entsteht Biochar und regenerative Energie. Siehe auch Pyrogenic Carbon Capture & Storage (PyCCS).

Negativ Emissions Technologien (NET)

Negativ-Emissionstechnologien sind CDR-Technologien, also Technologien zur Entnahme von Treibhausgasen. Sie entfernen Treibhausgase – in der Regel Kohlendioxid – aus der Atmosphäre. Negativ-Emissionstechnologien umfassen natürliche und technische Ansätze, welche mittels biologischer, physikalischer und chemischer Prozesse die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre reduzieren. Als Schlüsselkomponente zählt hierzu insbesondere Carbon Capture and Storage als Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS). Dazu gehören Direct Air Aapture (DACCS), Enhanced Weathering, Bioenergy with CCS (BECCS) und Pyrogenic Carbon Capture and Storage (PyCCS), wodurch Biochar hergestellt wird.

Pyrogenic Carbon Capture & Storage (PyCCS)

Die Abkürzung steht für „Pyrogenic Carbon Capture and Storage“. Dieser Prozess nutzt den mittels Photosynthese in Biomasse gespeicherten Kohlenstoff als Quelle für die Kohlenstoffentnahme. Biomasse (organische Reststoffe) wird bei hohen Temperaturen und unter weitgehendem Ausschluss von Sauerstoff gesteuert verkohlt. Bei diesem Umwandlungsprozess werden die organischen Verbindungen der Biomasse thermo-chemisch gespalten und alle flüchtigen Bestandteile gehen in die Gasphase über. Übrig bleibt der Kohlenstoff in einer festen, leicht speicherbaren Form: Biochar (Pflanzenkohle). Dieser Prozess kann verschiedene Produkte ergeben. Bei dem in Lippstadt benutzten PYREG-Prozess entstehen zwei Produkte: Pflanzenkohle und regenerative Energie.

Voluntary Carbon Market

Der freiwillige Kohlenstoffmarkt (Voluntary Carbon Market, VCM) wurde mit dem Ziel gegründet, Finanzmittel in Aktivitäten zu lenken, die Treibhausgasemissionen reduzieren. Der VCM ist ein dezentraler Markt, auf dem Akteure freiwillig Emissionsgutschriften kaufen und verkaufen, die den zertifizierten Abbau oder die Reduzierung von Treibhausgasen in der Atmosphäre darstellen.