

Die Prozesstechnik der hydrothermalen Karbonisierung

Zusammenfassung

Die hydrothermale Karbonisierung (HTC) ist eine Verfahrenstechnik zur CO₂-neutralen Umwandlung von Biomasse verschiedenster Art in Wasser, in verschiedene Sorten von Biokohle unter Freisetzung von Energie.

Verwendet können Biomassesorten aller Art von pflanzlichen Abfall- und Reststoffen (beispielsweise Rückstände der Pflanzenölgewinnung oder gebrauchtes Pferdestreu), organischen Hausabfällen, Gärresten von Biogasanlagen, Klärschlamm u.v.m.

Reaktionsprodukte sind verschiedene Formen von Biokohle, von Humus-, Braun- und Steinkohle als Feststoffe sowie pflanzliche Nähr- und Huminstoffe in wässriger Lösung.

Das Verfahren kann ebenso genutzt werden um behandlungsintensive Abfallstoffe wie Klärschlamm aufzuarbeiten um pflanzliche Nähr- und Brennstoffe zurückzugewinnen und somit umweltschonend Entsorgungskosten einsparen.

Das Verfahren kann ebenfalls als hocheffiziente wirtschaftliche Methode genutzt werden um CO₂ in Form von Biokohle zu speichern, die als bodenverbessernder Stoff verwendet werden kann.

Der Hintergrund

Die hydrothermale Karbonisierung ist ein chemisches Verfahren zur einfachen und hocheffizienten Herstellung von Braunkohle, flüssigen Erdöl-Vorstufen und Humus aus Biomasse unter Freisetzung von Energie. Der Prozess, der die in der Natur in Jahrtausenden bis Jahrmillionen ablaufende Entstehung von Braun- und Steinkohle benötigt, kann innerhalb weniger Stunden technisch nachvollzogen werden.

Das Verfahren

In einem Druck erzeugenden Apparat werden Biomasse, Abfallstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion, Wasser und ein Katalysator (wie beispielsweise Zitronensäure) unter Luftausschluss erhitzt. Der Apparat ist am ehesten vergleichbar mit einem Schnellkochtopf. Die ablaufende Reakti-

on ist exotherm, d. h. es wird Energie freigesetzt. Nach 12-18 Stunden sind die Edukte vollständig umgesetzt und es liegt ein wässriger Schlamm aus porösen Braunkohle-Kügelchen vor.

In diesem chemischen Prozess werden nahezu 100 Prozent des ursprünglichen Kohlenstoffs aus dem Rohstoff als Kohle oder Mutterboden gebunden, wobei 66 Prozent des ursprünglichen Brennwertes in der Kohle erhalten bleibt, der Rest (etwa ein Drittel) wird als Prozesswärme abgegeben.

Das bedeutet das nach der Aufheizung der Biomasse in Wasser auf die Reaktionstemperatur von 160-200 Grad Celsius (die Energie zum Starten der Reaktion) wesentlich mehr Energie aus dem Prozess exotherm freigesetzt wird. Es besteht die Möglichkeit diese Wärmeenergie teilweise über eine Wärmespeicherung für den nächsten Reaktionsprozess zu nutzen.

Was kann verwendet werden?

Unser Reaktorsystem nutzt Abfallstoffe aus der Pflanzenölproduktion, kann aber an unterschiedlichste Roh- und Abfallstoffe angepasst werden wie zum Beispiel Gärreste, Pferdestreu/-mist sowie Klärschlamm. Die Biomasse muss nicht getrocknet werden sondern kann in feuchtem Zustand verwendet werden.

Praktisch alle pflanzlichen und organischen Abfallstoffe können verwendet werden. Während in der Pflanzenölgewinnung generell nur das „Filet“ der Pflanze entnommen wird, können nun alle anfallende Abfallstoffe sinnvoll verwertet werden.

Reaktionsprodukte

Naturnahe CO₂-neutrale „Biokohle“

Je nach Prozessführung wird die Biomasse zu Humus-, Braun oder Steinkohle umgewandelt. Eine wesentlich kürzere Verweildauer im Reaktor beispielsweise zur hygienischen Aufbereitung ist ebenfalls möglich.

Als weiteres Produkt neben der Gewinnung von Bio-Brennstoffen können parallel hierzu pflanzliche Nährstoffe/ Düngemittel gewonnen werden.

Marktpotenziale

Beispiele:

Alleine in Deutschland gibt es etwa 1 Mio. Pferde wobei pro Pferd etwa 17,5 kg gebrauchtes Pferdestreu täglich anfallen, das entsorgt werden muss.

Es fallen 3,5 Mio. t. Klärschlamm pro Jahr in Deutschland an, die aufwendig aufbereitet und entsorgt werden müssen, mit anfallenden Kosten von 200-600 Euro je Tonne.

Es fallen enorme Mengen an Gärresten aus 4.000 Biogasanlagen pro Jahr in Deutschland an, die großteils kostenintensiv entsorgt werden müssen.

Bedarf an Biobrennstoffen

In Deutschland werden 1,2 Mio. Tonnen Holzpellets mit einem Preis je Tonne Holzpellets von 175 Euro (Stand August 2008) genutzt, der Preis pro Tonne Holzhackschnitzel beläuft sich auf 80 Euro pro Tonne (Stand August 2008)

Einsparungspotenziale nutzbar

Hieraus ergeben sich für den Anwender grosse Einsparpotenziale sowohl in der Entsorgung als auch in der Nutzung als Biobrennstoff (in Brikett- oder Pelletform) zur Gewinnung von Wärme und elektrischem Strom.

Ausblick

CO₂-Speicherung

Effiziente Nutzung als CO₂-Senke – die Umwandlung von 8,5 % frischer natürlicher Biomasse wie pflanzlichen Materialien in „Biokohle“ könnte den gesamten bisherigen Ausstoß des Treibhausgases CO₂ durch die Verbrennung von fossilem Erdöl ausgleichen.

Diese Form der CO₂-Speicherung in Kohle ist dauerhaft, da Braun- und Steinkohle praktisch nicht biologisch abbaubar sind, in Entwicklungsländer können hierdurch Emissionszertifikate generiert werden.

Mit den erzeugten, bodenverbessernden Substanzen lassen sich die durch Übernutzung erodierten Böden, unter Zugabe der ebenso gewonnenen pflanzlichen Flüssignährstoffe, wieder wirtschaftlich begrünen. Hierdurch entstehen ebenfalls wieder natürliche CO₂-Senken.

Neue Synthesewege für chemische Rohstoff-Kohle

Die entstehende Kohle kann je nach Prozessführung (quasi einem „Kochrezept“ gleich) unterschiedliche Eigenschaften wie verschiedenartiger Porenstruktur aufweisen. Hierdurch lässt sich mit weiterer angewandter Forschung und Entwicklung wertvolle Aktivkohle erzeugen. Ebenso sind weitere kohlebasierte Rohstoffe für die chemische Industrie denk- und realisierbar.

Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Bei unseren vielfältigen Arbeiten werden wir fachlich beraten vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam, dessen Leiter Prof. Antonietti die Verfahrenskonzepte der hydrothermalen Karbonisierung quasi wieder entdeckte. Ursprünglich bereits 1912/1913 vom Chemiker und Nobelpreisträger Friedrich Bergius in seiner Habilitationsschrift „Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und die Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle“ beschrieben, gerieten die Erkenntnisse über die Entstehung von Kohle in Wasser in Vergessenheit.

Prof. Antoniettis Forschungsarbeiten befassten sich anfänglich mit der Nutzung dieses Prozesses als möglicher Syntheseweg um nanoskalige globuläre Strukturen herzustellen. Eine Fortsetzung der Arbeiten war dann die Grundlagenforschung zum Prozess der hydrothermalen Umwandlung verschiedenster Biomasse in verschiedenste Kohlesorten.