

Biomasse-Pyrolyse kompensiert einen Teil der Restemissionen

[14.10.2026] Baden-Württemberg muss seine Emissionen drastisch reduzieren, wenn es das bis 2040 angestrebte Ziel der Klimaneutralität bis 2040 erreichen will. Dies wird nur gelingen, wenn die dann noch verbleibenden Restemissionen durch Entnahmemaßnahmen kompensiert werden. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE zeigt, dass sich diese bis zu elf Prozent durch Biomasse-Pyrolyse in Fernwärmenetzen kompensieren lassen. Gleichzeitig wird so die Wärmewende vorangetrieben.

Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Dafür müssen alle Sektoren schnell und effizient defossilisiert werden. Doch selbst, wenn die angestrebten Reduktionsziele erreicht werden, wird es im Zieljahr sektorübergreifend Restemissionen in Höhe von rund sieben bis 21 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten geben. Diese entstehen unter anderem prozessbedingt in der Industrie, etwa bei der Zementherstellung, aus der Müllverbrennung sowie durch Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft.

Das Ziel Netto-Null erfordert daher neben der Reduktion von Emissionen auch deren Entnahme aus der Atmosphäre und die langfristige Speicherung des entnommenen Kohlenstoffs – man spricht dann von negativen Emissionen.

In der Studie „Biochar Carbon Removal (Biomassen-Pyrolyse) als wichtiger Baustein zur Klimazielerreichung der Wärmewende in Baden-Württemberg“ haben Forschende der [Fraunhofer-Institute für Solare Energiesysteme ISE und für System- und Innovationsforschung ISI](#) untersucht, welche Rolle die Biomassen-Pyrolyse in der Wärmewende spielen kann und welchen Beitrag sie zur Entnahme von Restemissionen aus der Atmosphäre leisten kann.

Biomasse-Pyrolyse statt Verrottung

Es gibt eine Vielzahl von Methoden, um der Atmosphäre CO₂ zu entziehen und langfristig zu binden. Beispielsweise binden Pflanzen über Photosynthese atmosphärisches CO₂ in Form von Biomasse. Verrottet diese wieder, gelangt das CO₂ zurück in die Atmosphäre – ein natürlicher Kreislauf ohne Klimaeffekt. Wird Biomasse stattdessen z.B. pyrolysiert, also unter Sauerstoffausschluss thermisch zerlegt, entsteht neben nutzbarer Energie (Wärme und teilweise Strom) auch langzeitstabile Pflanzenkohle (englisch: Biochar). Ein großer Teil des Kohlenstoffs wird dabei dauerhaft gebunden und so aus dem natürlichen Kreislauf entfernt. In Kesseln verbrannte Biomasse hingegen ist zwar nahezu klimaneutral, erzeugt aber keine negativen Emissionen.

Nach ersten Abschätzungen könnte der Einsatz von Biomasse-Pyrolyse (Biomass Carbon Removal, BCR) in der Fernwärme Baden-Württembergs jährlich 0,5 bis 0,8 Millionen Tonnen CO₂ dauerhaft der Atmosphäre entziehen. Das entspricht rund sieben bis elf Prozent der im Zieljahr 2040 im Land verbleibenden Restemissionen.

Fernwärme als Ansatzpunkt

Baden-Württemberg zählt aktuell 828 Wärmenetze einschließlich Industrienetzen, die 2020 zusammen rund 5,6 Terawattstunden (TWh) Fernwärme an Wohn- und Nichtwohngebäude lieferten. Biomasse trägt bislang mit rund acht Prozent nur einen kleinen Teil zum Erzeugungsmix bei. Bis 2030 sollen laut Landeszielen 50 Prozent der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien stammen, der Fernwärmeanteil soll um 35 Prozent wachsen. Bundesweit gilt: 30 Prozent erneuerbare Energien beziehungsweise Abwärme in Fernwärmenetzen bis 2030, 80 Prozent bis 2040.

Biomasse ist eine wertvolle Ressource, deren Bedeutung im Zuge der Defossilisierung in den kommenden Jahren noch weiter zunehmen wird. Sie wird in vielen Sektoren benötigt. Nicht-fossile Kohlenstoffe können nur durch atmosphärisches CO₂ oder durch biogenes CO₂ ersetzt werden. Die direkte CO₂-Abscheidung aus der Luft ist energetisch aufwendig. Biomassebasierte Kohlenstoffe sind daher in vielen Fällen die bevorzugte Wahl. Diese Kohlenstoffe werden für die Treibstoffherstellung, die Produktion chemischer Grundstoffe (z.B. Methanol) oder als Brennstoff für Hochtemperaturprozesse in der Industrie eingesetzt. Gibt es also genügend Restbiomasse in Baden-Württemberg, um die Biomasse-Pyrolyse in dem hier berechneten Maße auszubauen?

GIS-gestützte Flächenanalyse

Modellrechnungen auf Basis einer GIS-gestützten Flächenanalyse kommen für Baden-Württemberg je nach Szenario auf ein nachhaltiges Biomassepotenzial von 28 bis 42 TWh pro Jahr bis 2050. Berücksichtigt sind dabei unter anderem Annahmen zu Aufforstung, Wiedervernässung organischer Böden und der künftigen Entwicklung der Tierhaltung. Mit nachhaltiger Biomasse sind Reststoffbiomassen gemeint, darunter Stroh, biogene Abfälle und primär Reststoffe aus der Forstwirtschaft.

Die Studie schreibt rund die Hälfte dieses technischen Potenzials der energetischen Nutzung zu – den Rest der stofflichen Nutzung, beispielsweise in Baumaterialien oder für die Chemieindustrie. Von der energetischen Nutzung wiederum wurde die Hälfte zur Fernwärmenutzung allokiert, was einem Potenzial von sieben bis zehn TWh pro Jahr entspricht.

Eine Verschneidung der künftigen Fernwärmepotenzialgebiete mit den sieben bis zehn TWh Biomassepotenzialen (Betrachtungsradius: 30 Kilometer) zeigt: Die meisten Netze könnten ihre Grundlast auch bei Fernwärmeausbau durch Biomasse-Pyrolyse decken. Einschränkender als die Verfügbarkeit von Biomasse sind technische Bedingungen wie der Grundlastanteil und die Anlagenkapazität sowie wirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Ergebnisse im Überblick

Die Studie des Fraunhofer ISE ermittelt für Baden-Württemberg ein Potenzial von 2,8 bis vier TWh Biomasse, das sich für den Einsatz in Pyrolyseanlagen der Fernwärme eignen könnte. Das entspräche einer möglichen Pyrolysekapazität von 400 bis 570 Megawatt, verteilt auf schätzungsweise 100 bis 130 Anlagen – bei einer kleinen Anlagengröße von 200 Kilowatt Wärmeleistung. Dabei würden 241.000 bis 341.000 Tonnen Pflanzkohle sowie die genannten 0,5 bis 0,8 Millionen Tonnen CO₂-Negativemissionen pro Jahr entstehen.

So wichtig dieser Beitrag erscheint: Negative Emissionen aus Biomasse-Pyrolyse können den Ausbau erneuerbarer Wärmeherzeugung und die Dekarbonisierung des Energiesystems nicht ersetzen.

Auf mehreren Ebenen wird derzeit am regulatorischen Rahmen für die Anrechnung und Zertifizierung von negativen Emissionen gearbeitet: von der EU-Verordnung zur Zertifizierung von CO₂-Entnahmen (Carbon Removal and Carbon Farming - CRCF) über das EU-Emissionshandelssystem bis zum deutschen Klimaschutzgesetz mit eigenen Zielerreichungspfaden für natürliche und technische Senken. Kommunen müssen jedoch nicht auf diesen Rahmen warten: BCR lohnt sich in vielen Fällen bereits heute und sollte als fester Baustein in die kommunale Defossilisierungsplanung einbezogen werden.

Statt nur auf Biomasseverbrennung zu setzen, sollten Wärmenetzbetreiber zumindest auch eine Option auf Pyrolyse prüfen.

()

- Eine detaillierter Analyse der Wärmepläne für Baden-Württemberg findet sich beispielweise in folgender Studie des Fraunhofer ISE.

Stichwörter: Fernwärme, Baden-Württemberg, Biomasse-Pyrolyse, Fraunhofer ISE, Klimaneutralität, Restemissionen