

## Vom Pferdemist zur CO<sub>2</sub>-Senke

### Wie aus biogenen Abfallströmen CO<sub>2</sub>-negative Gebäudedämmstoffe entstehen können

Im interdisziplinären Projekt CarNe haben Forschende der ZHAW und der Empa gemeinsam die Realisierung von neuartigen bio-basierten und potenziell CO<sub>2</sub>-negativen Gebäudedämmstoffen untersucht. Die Forschungsgruppe Ökobilanzierung hat das Projekt von Anfang an begleitet und konnte wichtige Ergebnisse zur Klimabilanz und zu ökologischen Hotspots der neuen Dämmstoffe liefern.



**Hanna Kröhnert**  
Wissenschaftl. Mitarbeiterin  
Ökobilanzierung

#### Aus Abfall wird Dämmstoff

CarNe steht für Carbon Negative Biochar-based Building Insulation Materials. Die Grundidee des Projekts liegt darin, bisher ungenutzte organische Abfall- und Nebenströme zu verwenden, um durch Pyrolyse Dämmmaterial auf Pflanzenkohlebasis herzustellen. Dieses kreislauffähige Material soll nach dem Einsatz im Gebäude entweder recycelt oder in den Boden eingearbeitet werden können, um so eine langfristige Kohlenstoff-Speicherung zu erzielen.

#### Ökobilanz als Teil des Entwicklungsprozesses

In der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit zwischen dem Institut Bautechnologie und Prozesse (IBP), dem Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT), dem IUNR und dem Empa-Labor Building Energy Materials and Components (BEMC) wurden die neuen Dämmstoffe nach ökonomischen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten unter die Lupe genommen. Zunächst wurde mithilfe einer Multi-Kriterien-Analyse systematisch nach potenziell geeigneten Abfallströmen gesucht. Wichtige Kriterien waren unter anderem eine zeitlich stabile Verfügbarkeit, geringe Konkurrenz zu anderen Verwendungszwecken sowie eine gute technische Verarbeitbarkeit. Im Labor der Empa wurden aus verschiedenen Kombinationen von Grundmaterialien und Klebern via Pyrolyse erste Dämmstoffplatten hergestellt und die erreichten Festigkeiten, Dichten und thermischen

Eigenschaften gemessen. Siebüberlauf (Holz) aus Kompostier- und Biogasanlagen sowie Pferdemist stellten sich dabei als besonders vielversprechende Abfallströme heraus. Folglich wurde eine erste Ökobilanz von Dämmstoffen aus diesen beiden Grundmaterialien erstellt, um frühzeitig mögliche Hotspots und Trade-offs zu erkennen und das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial der neuen Dämmstoffe abschätzen zu können.

#### Vergleich mit konventionellen Dämmstoffen

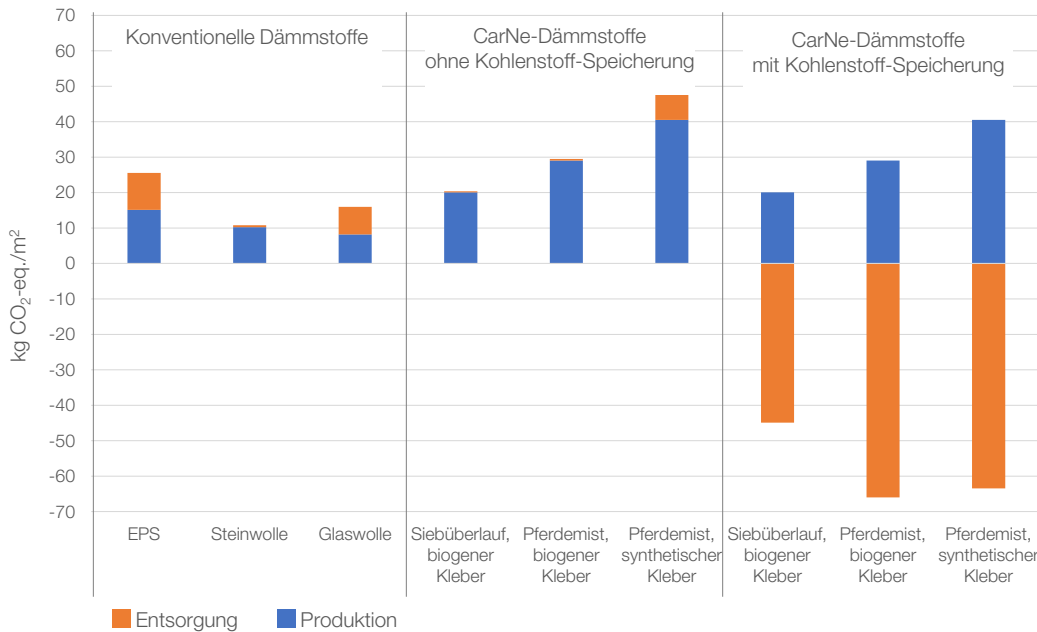
Um einen aussagekräftigen Vergleich zwischen unterschiedlichen Dämmstoffen zu ermöglichen, wurden alle Ökobilanzergebnisse pro Quadratmeter Gebäudedämmung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0.15 W/(m<sup>2</sup>·K) berechnet. Diese Bezugsgrösse berücksichtigt, dass je nach spezifischer Dichte und Wärmeleitfähigkeit unterschiedliche Mengen an Dämmstoff benötigt werden, um die gleiche Dämmleistung zu erzielen.

Die Analyse ergab, dass die Klimabilanz der CarNe-Dämmstoffe im Bereich von konventionellen Dämmstoffen auf fossiler und mineralischer Basis liegt, wenn als worst-case Szenario eine Entsorgung via Kehrverbrennung angenommen wird (links und Mitte in Abb. S. 25). Die CarNe-Materialien werden darüber hinaus zur CO<sub>2</sub>-Senke, wenn nach dem Einsatz als Dämmstoff eine dauerhafte Kohlenstoffspeicherung, zum Beispiel durch langfristiges Ein-

Jährliche schweizweit verfügbare Mengen an Siebüberlauf und Pferdemist; entsprechende isolierbare Gebäudeflächen unter Verwendung von Pflanzenkohle-Dämmmaterial (U-Wert 0.15 W/(m<sup>2</sup>·K)) und potenzielle jährliche CO<sub>2</sub>-Negativemissionen bei dauerhafter Kohlenstoff-Speicherung.

Darstellung: Hanna Kröhnert (Bild Pferdemist: colourbox.de)





Vergleich der CO<sub>2</sub>-Bilanz von konventionellen Dämmstoffen (EPS: expandiertes Polystyrol) und CarNe Materialien basierend auf Pflanzenkohle; alle Ergebnisse beziehen sich auf 1 m<sup>2</sup> Dämmstoff mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0.15 W/m<sup>2</sup>K; Werte für konventionelle Dämmstoffe stammen aus der KBOB-Ökobilanzdatenbank im Baubereich.

Grafik: Hanna Kröhnert

bringen der Pflanzenkohlen in den Boden, angenommen wird, da in diesem Fall die Höhe der erreichten negativen Emissionen die entstandenen Emissionen durch die Produktion der CarNe-Materialien übersteigt (rechts in der Abb. oben).

### Hotspot Kleber

Die Herstellung der verwendeten Kleber stellte sich als eindeutiger ökologischer Hotspot der CarNe-Dämmstoffe heraus. Dieses Ergebnis war zwar überraschend, aber durchaus plausibel, da die verwendeten Kleber speziell als Primärmaterial für die CarNe-Dämmstoffe hergestellt wurden, während die Grundmaterialien Siebüberlauf und Pferdemit als Abfallströme bilanziert wurden, welche frei von Umweltbelastungen zur Verfügung standen. Für biogene Kleber ergaben sich ausserdem relevante Umweltbelastungen in Bezug auf Eutrophierung, Versauerung und Landnutzung aufgrund von landwirtschaftlichen Herstellungsprozessen, die als Trade-offs berücksichtigt werden müssen. Die Verwendung eines synthetischen Klebers auf Erdölbasis wiederum führte zu einem höheren Beitrag zur Klimabilanz durch die Emissionen von fossilem CO<sub>2</sub> bei der Pyrolyse und bei der Verbrennung in der KVA.

### CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial der Dämmstoffe aus Pflanzenkohle

Könnten Pflanzenkohle-Dämmstoffe basierend auf Pferdemit und Siebüberlauf in relevantem Ausmass zum Klimaschutz beitragen? Die Antwort ist: Ja. Nimmt man an, dass die gesamte anfallende Menge an Pferdemit und Siebüberlauf in der Schweiz verwendet wird, könnten maximale jährliche Negativ-

emissionen von schätzungsweise fast 115 000 bzw. 200 000 t CO<sub>2</sub>-eq. erreicht werden (s. Abb. S. 24). Dies entspricht ca. 5 bis 10 % der jährlichen fossilen Brutto-Emissionen aller KVA in der Schweiz. Zu beachten ist, dass sich das geschätzte Reduktionpotenzial ausschliesslich auf Negativemissionen aufgrund von dauerhafter Speicherung des biogenen Kohlenstoffes in den CarNe-Dämmstoffen bezieht. Zusätzlich zu diesen Werten ergibt sich weiteres Einsparpotenzial von Treibhausgasemissionen durch den geringeren Einsatz von konventionellen Dämmstoffen sowie durch die Nutzung von Überschusswärme aus dem Pyrolyseprozess.

### Fazit und Ausblick

Noch ist die Ökobilanz der CarNe-Dämmstoffe mit hohen Unsicherheiten verbunden, da Material- und Prozessparameter einer Produktion im industriellen Massstab fehlen und vereinfachte Annahmen bezüglich der Verweildauer von Pflanzenkohle im Boden getroffen wurden. Dennoch lieferte die Ökobilanz innerhalb des CarNe-Projektes wertvolle Erkenntnisse. So wurde ein signifikantes jährliches Potenzial an Negativemissionen ermittelt – eine Motivation für weitere Anstrengungen in der Entwicklung der neuen Dämmmaterialien. Im Weiteren wurde deutlich, dass zukünftig ein Fokus auf alternativen Klebern liegen sollte, welche idealerweise ebenfalls auf biogenen Abfall- bzw. Nebenströmen basieren, um den ökologischen Fussabdruck der CarNe-Materialien weiter zu verringern und Trade-offs zu vermeiden.

### Weitere Informationen zum Projekt

[www.zhaw.ch/de/forschung/forschungsdatenbank/projekt-detail/projektid/6337/](http://www.zhaw.ch/de/forschung/forschungsdatenbank/projekt-detail/projektid/6337/)

[hanna.kroehnert@zhaw.ch](mailto:hanna.kroehnert@zhaw.ch)