

# Steigerung des Biogasertrags durch die Zugabe von Pflanzenkohle

## Stand der Forschung

Erstmalig wurde bereits 1987 in einer Studie von Kumar et.al.[2] die Steigerung des Gasertrags in Biogasanlagen durch die Zugabe von Pflanzenkohle (Biokohle) zum Substrat untersucht.

Weitere Studien wie z.B. von Nomura et.al (2006)[4], Ithapanya S. (2012)[3] und Loewen et.al (2013) bestätigen und detaillieren diese Ergebnisse.

In den letzten Jahren wurde speziell die Auswirkung der Pflanzenkohle auf unterschiedliche Substrate untersucht.

In der Veröffentlichung im Jahre 2013 durch Rödger, Ganagin, Krieg, Roth & Löwen („Steigerung des Biogasertrages durch die Zugabe von Pflanzenkohle“, Müll & Abfall 2013)[1] der Frage nachgegangen, welcher Einsatzort (Hauptfermenter oder Nachgärer) im Fermentationsprozess am sinnvollsten für den Einsatz von Pflanzenkohle zur Verbesserung des Gasertrags ist.



### Optimale Menge der Pflanzenkohlebeimischung

Mehrere Studien kommen, auch bei unterschiedlichen Substratmischungen, auf einen gemeinsamen Optimalwert für die Beimischung von Pflanzenkohle zum Substrat:

Die besten Ertragswerte wurden bei einer Zugabe von Pflanzenkohle im Gewichtsverhältnis von 2,5% der eingesetzten Frischmasse erzielt.

Bei der Trockenfermentation wird eine Zumischung von 0,5% der Masse des Trockensubstrats empfohlen.

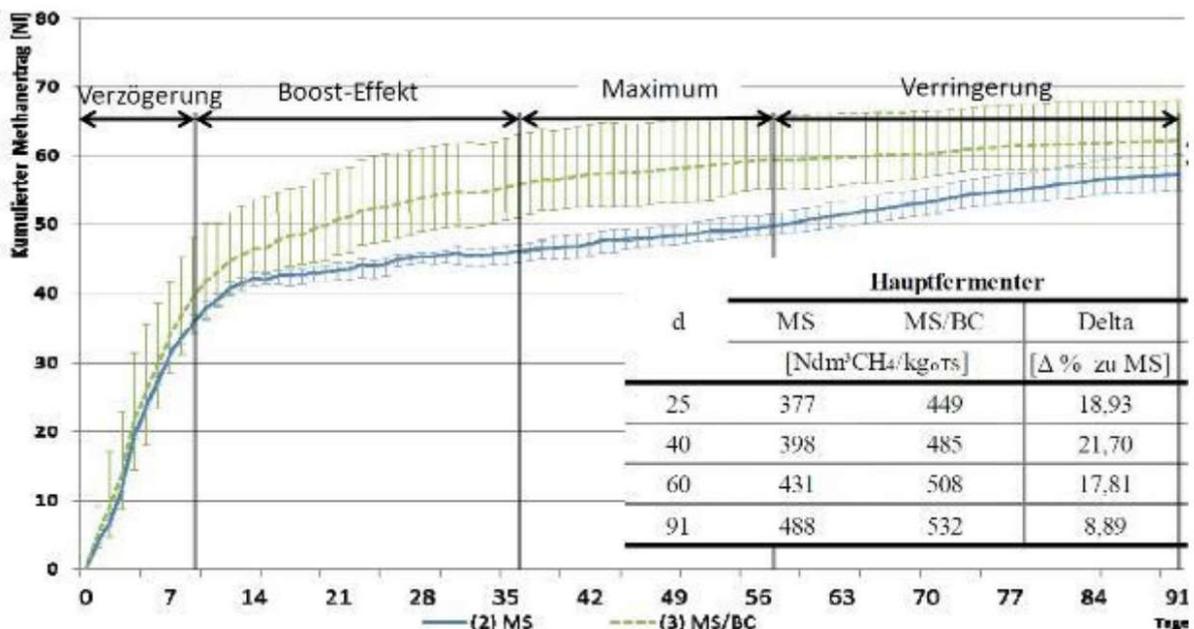
Beim der Vergärung von Gülle ist es zusätzlich förderlich, wenn die Pflanzenkohle bereits ein paar Tage vor der Einbringung in die Biogasanlage mit der Gülle vermischt wird. Dadurch hat die Pflanzenkohle Zeit, um sich mit den Nährstoffen aus der Gülle „aufzuladen“. Man spricht hier von einer „Aktivierung“ der Pflanzenkohle.

### Einsatz der Pflanzenkohle im Hauptfermenter

Beim der Zumischung der optimalen Menge an Pflanzenkohle zum Substrat, wurden bei allen untersuchten Substraten ähnliche Ertragssteigerungen ermittelt.

Für die Bewertung der Effektivität des Einsatzes von Pflanzenkohle in Biogasanlagen muss speziell auf die Zeitschiene geachtet werden:

- nach 18 Tagen ein durchschnittlicher Mehrertrag von 18,9%
- nach 40 Tagen ein durchschnittlicher Mehrertrag von 21,7%



In einigen Studien[1] wurde auch die langfristige Vergärung der Substrate über einen Zeitraum von bis zu 91 Tagen ermittelt:

- nach 91 Tagen ein durchschnittlicher Mehrertrag von 8,9%

Da in der Regel die Verweildauer im Hauptfermenter nur 40 -45 Tage beträgt, sind diese langfristigen Werte bis zu 91 Tage für die praktische Anwendung weniger relevant.

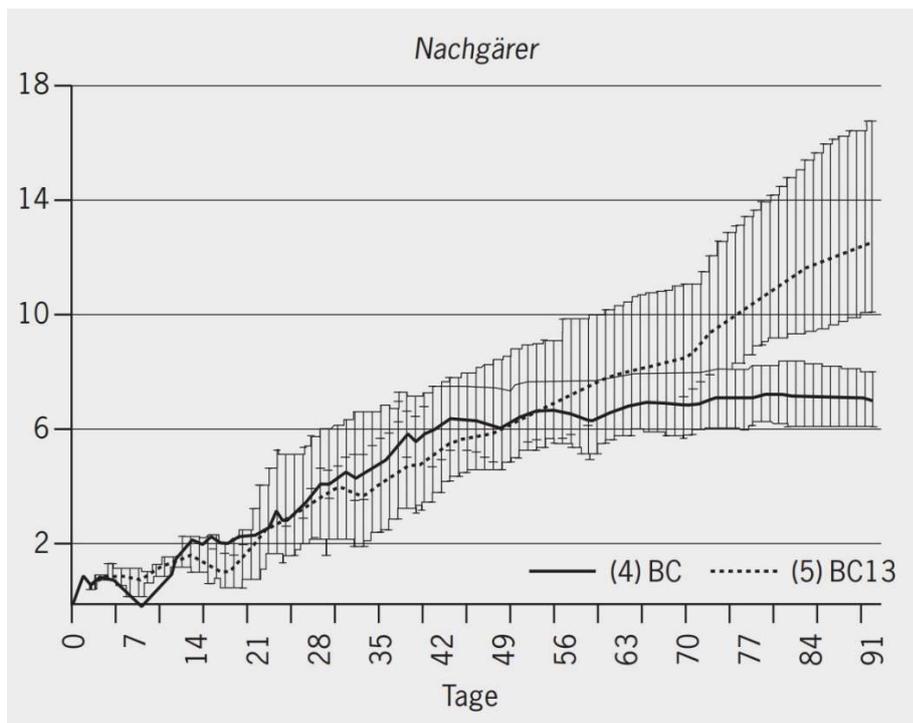
Positiver Weise fällt die durchschnittliche Verweildauer des Substrats in dem Hauptfermenter zusammen mit dem Zeitpunkt der maximalen Ertragssteigerung.

Durch die Zugabe von Pflanzenkohle im Hauptfermenter verbessert sich sowohl die Substratausnutzung als auch die Ausschöpfung des Gärrestpotenzials. Somit kann nach den Studien im Hauptfermenter mit einer durchschnittlichen Ertragssteigerung von ca. 20% erreicht werden.

### Einsatz der Pflanzenkohle im Nachgärer

Auch im Nachgärer erzeugt der Einsatz von Pflanzenkohle einen deutlichen Mehrertrag. Die Varianz bei den Ertragssteigerungen ist im Nachgärer allerdings deutlich höher und zeigt damit eine stärkere Abhängigkeit von dem eingesetzten Substrat bzw. der Substratmischung.

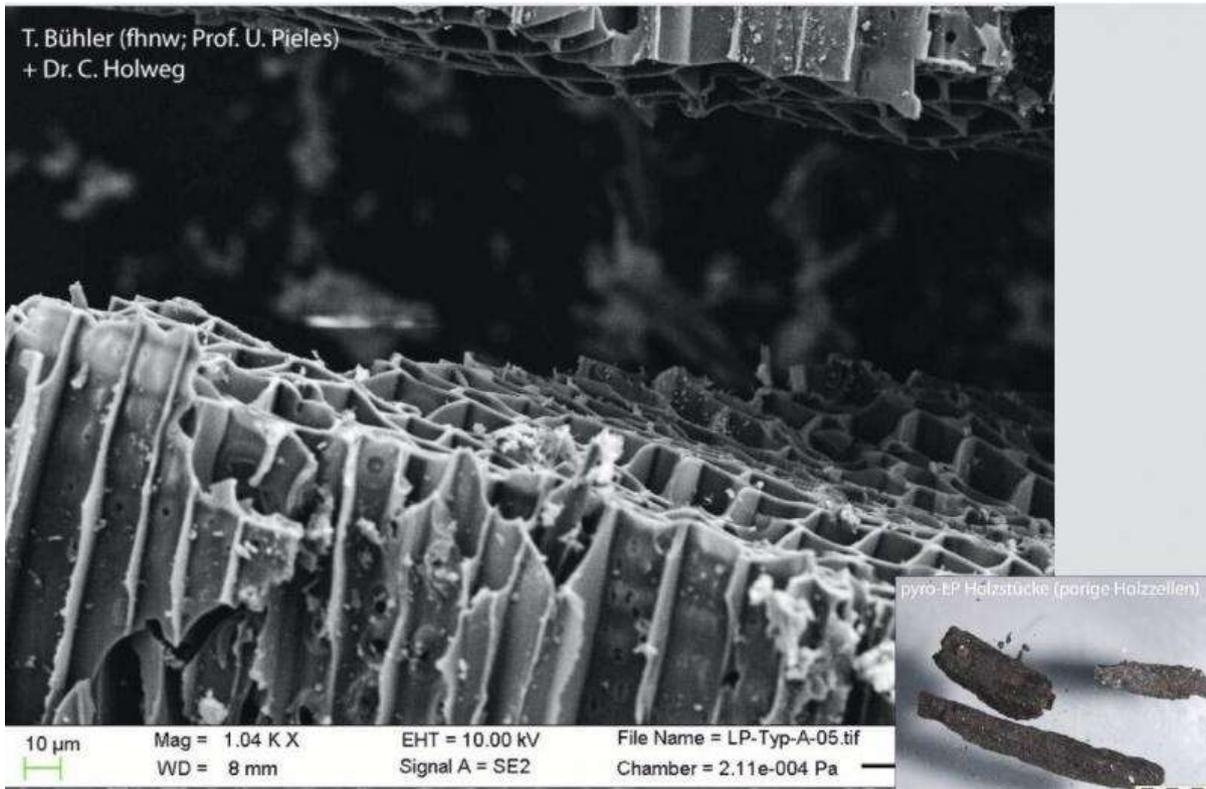
Im Nachgärer konnte in Studien auch ein deutlicher Ertragsunterschied zwischen dem Einsatz von „normaler“ Pflanzenkohle (siehe BC in der Grafik) und spezieller grobkörniger Pflanzenkohle mit einer Mindestkorngröße von 13mm (siehe BC13 in der Grafik) festgestellt werden.



Die durchschnittliche Ertragssteigerung im Nachgärer beträgt mit „normaler“ Pflanzenkohle ca. 13,6% und bei grobkörniger Pflanzenkohle ca. 24% im Vergleich zum gleichen Substrat ohne Biokohle.

### Funktionsweise der Pflanzenkohle im Fermentationsprozess

Pflanzenkohle ist sehr porös und besitzt eine hohe spezifische Oberfläche von teilweise über 300m<sup>2</sup> pro Gramm. Somit besitzen 15,23g unserer Pflanzenkohle eine Oberfläche in der Größe eines Fußballfeldes.



Auf Grund der hohen Porosität vermag unsere Pflanzenkohle ca. die 5-fache Menge ihres Eigengewichts an Wasser und den darin gelösten Nährstoffen aufzunehmen. Diese Eigenschaft bezeichnet man als Adsorptionskapazität der Pflanzenkohle für hydrophobe Stoffe.

In Studien konnte gezeigt werden, dass diese große Oberfläche der Pflanzenkohle als spezifische, bakterielle Aufwuchsfläche fungiert. Der so zusätzlich geschaffene Lebensraum für Mikroorganismen im Fermenter führt zu einem besseren Austausch sowie effektiveren und schnelleren Abbau der Substrate und Metaboliten. Die Mikroorganismen sind dabei in der Matrix der Pflanzenkohle geschützt und dadurch geringeren Scherkräften ausgesetzt, die die Biozönosen durch das ständige Rühren des Fermenterinhalt immer wieder zerstören. Dies führt zu Erweiterung der mikrobiellen Funktionalität und damit der mikrobiellen Diversität im Gärssystem.

Außerdem kann Pflanzenkohle, ähnlich wie medizinisch eingesetzte Aktivkohle, als Molekularfilter dienen und die Stör- bzw. Hemmsubstanzen aufnehmen. Dadurch wird der Ablauf des Gärungsprozesses optimiert, stabilisiert und störungsresistenter. Die Zugabe von Additiven und Hilfsstoffen zur Steuerung des Gärprozesses wird damit unnötig.

Aktuelle Studien untersuchen zusätzlich in wie weit Pflanzenkohle während des Gärprozesses vorübergehend einige Metaboliten, wie überschüssige Säuren ( $\text{NH}_4^+$  oder  $\text{H}_2\text{S}$ ), die in hohen Konzentrationen für den Gärprozess schädlich sein können, binden.

Auch ein Übermaß an Stickstoff, welcher z.B. durch die Zugabe von HTK und anderen Wirtschaftsdüngern aus der Geflügelhaltung resultieren kann, wird durch die Zugabe von Pflanzenkohle wirkungsvoll gebunden und aus dem Prozess ausgetragen. Der Gärungsprozess wird dadurch stabilisiert. So wird es möglich, die Stoffzufuhr preisgünstiger Wirtschaftsdünger aus der Güllehaltung zu erhöhen und die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage zu verbessern.

Der relativ hohe Anteil an mineralischen Bestandteilen der Pflanzenkohle sichert durch den Einsatz im Fermenter die Versorgung der Microorganismen mit essentiellen Mikronährstoffen und Spurenelementen. Je nachdem welche Biomasse zur Produktion der Pflanzenkohle eingesetzt wurde, kann der mineralische Anteil in der Pflanzenkohle, also der Ascheanteil, bis zu 50% betragen. Zwar liegen die Mineralien ungelöst vor, können allerdings durch Konzentrationsgefälle dissoziiert werden und in bioverfügbare Formen übergehen. Somit ist für den Einsatz im Hauptfermenter der Einsatz von Pflanzenkohle mit einem hohen Ascheanteil vorteilhaft.

### **Einsatz von Additiven und Hilfsstoffen**

Die Störanfälligkeit des Biogasprozesses, insbesondere an dessen Leistungsgrenzen, erfordert den Einsatz von verschiedenen Additiven bzw. Hilfsstoffen. So ist z.B. die Zumischung von teuren Spurenelementen, speziell in der Monovergärung wirtschaftlich notwendig. Auch der Einsatz von pH-Wert stabilisierenden Stoffen (z.B. Zeolith) ist bei Übersäuerung des Prozesses ein normales Vorgehen.

Grundsätzlich werden diese Additive und Hilfsstoffe in Biogasanlagen eingesetzt, um die Prozesswerte innerhalb der Normgrenzen zu halten und somit eine Reduktion des Gasertrags durch Störeinflüsse zu minimieren.

Der Einsatz von Pflanzenkohle dagegen bewirkt eine deutliche Ertragssteigerung über den normalen, störungsfreien Ertragswert hinaus. Darin liegt in grundsätzlicher Unterschied im Einsatz von Pflanzenkohle im Gärprozess im Gegensatz zu Additiven und Hilfsstoffen.

Durch den Einsatz von Pflanzenkohle konnte in Studien nachgewiesen werden, dass ein Einsatz dieser Additive und Hilfsstoffe vermieden werden konnte. Somit können die Kosten für die Beimischung von Pflanzenkohle gegen die Einsparungen bei Additiven und Hilfsstoffen aufgerechnet werden.

### **Empfehlungen zum wirtschaftlichen Einsatz von Pflanzenkohle**

Um eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit bei dem Einsatz von Pflanzenkohle in Biogasanlagen zu erreichen sollten die folgenden Empfehlungen beachtet werden:

- 1) Pflanzenkohle möglichst frühzeitig in der Nährstoffkette einsetzen um einen möglichst hohen Kaskadeneffekt zu erreichen.  
Entsprechend die Pflanzenkohle bereits als Beimengung zum Futtermittel der Nutztiere einsetzen. Dieser Anteil der Pflanzenkohle vermischt sich dann automatisch mit den Tierausscheidungen.
- 2) Die Pflanzenkohle einige Tage vor der Einbringung in den Hauptfermenter mit der Gülle vermischen und somit aktivieren.
- 3) Im Hauptfermenter Pflanzenkohle im Verhältnis von 2,5% der Frischmasse bzw. 0,5 % der Trockenmasse beimengen.  
Im Hauptfermenter Pflanzenkohle mit einem relativ hoher Ascheanteil nutzen.

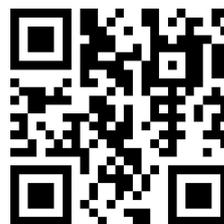
- 4) Im Nachgärer Pflanzenkohle mit einer Korngröße von mind. 13mm bevorzugen

## Literatur

- [1] Rödger, Ganagin, Krieg, Roth & Löwen („Steigerung des Biogasertrages durch die Zugabe von Pflanzenkohle“, Müll & Abfall 2013)
- [2] Kumar, Sushil, Jain, M.C. und Chhonkoar, P.K. (“A Note on Stimulation of Biogas Production from Cattle Dung by Addition of Charcoal”, Biological Wastes. 20, 1987, Seite 209-215)
- [3] Inthapanya, S., Preston, TR und Leng, RA („Biochar increases biogas production in a batch digester with cattle manure”, Livestock Research for Rural Development 2012)
- [4] Nomura Toshiyuki et al. (“Selective Immobilization of Aceticlastic Methanogens to Support Material.” Osaka: Department of Chemical Engineering Osaka Prefecture University; KONA Powder and Particle Journal No. 26 2008, 2006)
- [5] Weiß, S. et.al. (“Selektive Förderung von Biogasmikroorganismen durch Migulatoren.“ Osnabrück: Biogas-Innovationskongress, 2012)
- [6] Feher, Adam et.al. („Bedarfsgerechter Einsatz von Spurenelement-Biogasadditiven unter Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit.“ Michael Nelles und Peter Weiland. Biogas 6. Innovationskongress, Osnabrück, 2013)
- [7] vTi. Biogas-Messprogramm II. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) 2009.978-9803927-8-5
- [8] KTBL Fauszaheln Biogas, Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2007.978-3-939371-46-5
- [9] Ahlborn, Christine und Wallmann, Rainer („Stabilität unterschiedlich aufbereiteter Biomassen“ Müll und Abfall 2011 (11) Seite 522-529)
- [10] Gerlach, Achim („Einsatz von Pflanzenkohle in der Tierhaltung und Güllebehandlung.“ K. Fricke, et.al. Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen e.V. (ANS e.V.). Biokohle im Blick – Herstellung, Einsatz und Bewertung, Berlin: Orbit e.V., 2012, Nachtrag)

Weitere Informationen:

Charley Pflanzenkohle  
by Green Innovations GmbH  
Geschäftsführer: Harald Ley  
Dachauer Straße 149  
82140 Olching



[www.charley.de](http://www.charley.de)