

Kavitation mit Three-Es BioBang:

Schockwellen brechen Zellwände auf

Der BioBang ist ein Kavitator, der beabsichtigt eine hydrodynamische Kavitation erzeugt. Die Kräfte, die dabei entstehen, perforieren Zellwände von strohhaltigem Substrat. Wir erklären Ihnen die Technik und den potenziellen Nutzen.

Anja Böhrnsen

Wenn wie im letzten Jahr die Trockensubstanzgehalte von Maissilage sehr hoch sind, oder wenn die Biogasanlage vermehrt mit strohhaltigem Mist gefüttert wird, führt das unter Umständen zu erheblichen Problemen – bis hin dazu, dass die Rührtechnik versagt.

Der BioBang von Three-Es kann für solche Fälle einen vorbeugenden Beitrag leisten, indem er die Viskosität steigert. Gleichzeitig haben es die Bakterien im Fermenter leichter, das Material aufzuschließen, wenn die Zellwände von faserigen, strohigen Feststoffen bereits mechanisch zerstört wurden.

Das Wirkprinzip des Geräts nutzt die Kavitation. Um diesen Effekt gezielt herbeizuführen, der in Pumpen oder an Schiffschrauben unerwünscht ist, dreht sich in einer Trommel ein Rotor mit hoher Drehzahl – bis zu 2 600 U/min sind möglich. Zwischen Gehäusewand und Rotor sind ca. 5 cm Platz. Durch den Zwischenraum wird Rezirkulat oder angemischtes Substrat gepumpt.

Der schnelldrehende Rotor beschleunigt das daran vorbeifließende Substrat. Dabei wird das flüssige Material in die Länge gezogen. Es bilden sich Gasblasen. Diese kondensieren am Boden von Sacklöchern, die in den zylinderförmigen Rotor hineingebohrt sind.

Dort implodieren die Gasblasen schließlich schockartig, weil durch die Flüssigkeitsströmung Unterdruck von mehreren tausend Bar entsteht. Die Implosion der Gasblasen erzeugt Schockwellen, die mit hoher Energie auf sehr kleinem Raum wirken. Diese Schockwellen brechen schließlich die Zellwände von Cellulose- und Lignin-haltigen Fasern auf.

Das Ergebnis der Substratbehandlung mit dem BioBang zeigten die bei unserem Einsatz entnommenen Proben eindrucksvoll. Fasern im Rezirkulat, die man vorher noch mit der Hand greifen und auch sehen konnte, sind hinterher fast völlig verschwunden.

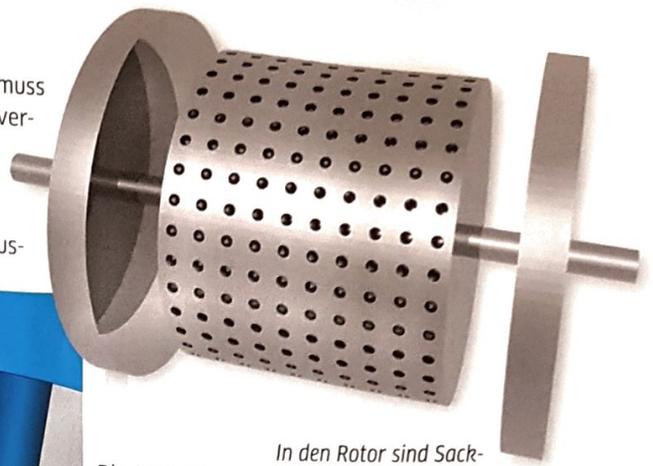
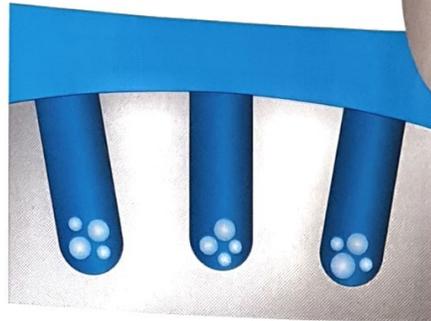


Der in dem vergoldeten Gehäuse eingebaute Rotor ist das Herzstück der BioBang-Anlage von Three-Es. Er zerstört Zellwände. Fotos: Touornik

Das Verfahren der Kavitation mit gelochten Rotoren kommt aus den USA. Die Firma Hydro Dynamics (HDI, hydrodynamics.com) aus Rome im US-Staat Georgia stellt sogenannte Schockwellen-Reaktoren für die Extraktion von Hopfen, für die Herstellung von Biodiesel und zum Mischen von schwer mischbaren Flüssigkeiten her. Three-Es, Hersteller von Hochdruckkolbenpumpen mit Sitz in Lazzate (Italien), ist Partner von HDI und hat den BioBang für Biogassubstrat entwickelt.

Three-Es baut den Kavitator und weitere Technik in einen 20-Fuß-Container ein. Wichtig ist, dass keine Steine oder andere Fremdkörper in den Kavitator gelangen.

stöße in der Leitung zu vermeiden, muss diese möglichst lang sein. Three-Es verlegt deshalb 10 m lange Schläuche, auch wenn der Weg zurück in den Fermenter kürzer ist. Eine Rückschlagklappe verhindert das Aus-



Die Gasblasen am Boden der Sacklöcher implodieren schockartig.

In den Rotor sind Sacklöcher hineingebohrt. Genaue Angaben dazu wollte uns Three-Es nicht geben. Zeichnungen: Tovornik

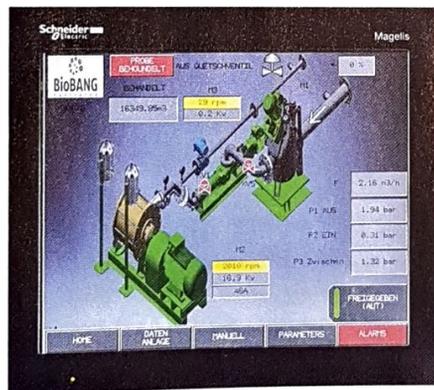


Der Rotor im Kavitator wird von einem 75 kW starken Elektromotor angetrieben (Bild links).

Die Exzentrerschneckenpumpe holt Substrat aus dem Fermenter. Der Nasszerkleinerer fängt Steine ab (Bild rechts).

Deshalb ist ein Nasszerkleinerer mit Steinfang, der RotaCut von Vogelsang, vorgeschaltet. Eine Exzentrerschneckenpumpe von Wangen saugt Substrat aus dem Fermenter (oder alternativ aus einem Anmischbehälter). Entnommen wird es dort aus der oberen Schicht, wo vorwiegend faseriges Material aufschwimmt. Das an dieser Stelle entnommene Material verweilt außerdem erst wenige Tage im Fermenter und wurde entsprechend erst wenig von den Bakterien aufgeschlossen.

Nach der Behandlung wird das Rezirkulat unten wieder in den Fermenter hineingepumpt. Die Entnahmestellen oben und unten am Fermenter sichert Three-Es vorschriftsmäßig mit einem zu betätigenden Schieber. Die Entnahmeleitung hat mit 200 mm einen deutlich größeren Rohrdurchmesser als die Rückleitung. Dort verwendet Three-Es 2-zöllige PE-Druckrohre. Die Verjüngung des Leitungsquerschnitts bewirkt einen Gegendruck, der den gewünschten Schockwellen-Effekt im Kavitator begünstigt. Um andererseits Druck-



Am Bediencomputer wird die Behandlungsintensität eingestellt. Das Display zeigt Drücke, Drehzahlen und Leistungsaufnahme an.

treten größerer Mengen an Substrat im Havariefall, falls der PE-Schlauch platzt. Ein Elektromotor von 5,5 bis zu 75 kW Leistung treibt den Rotor im Kavitator an. Seine Drehzahl und damit auch die Leistungsaufnahme wird mittels Frequenzumrichter geregelt. Die tatsächliche Leistungsaufnahme des Motors ist abhängig vom Durchsatz und der Fließfähigkeit des Substrats. In den ersten Monaten nach Inbetriebnahme des BioBangs, wenn das Substrat sehr zähflüssig ist, braucht der Motor für den Rotor-

antrieb mehr Kraft als später, wenn der Fermenterinhalt durch die BioBang-Behandlung bereits flüssiger geworden ist. Die Behandlungsintensität stellt der Betreiber am Bedienterminal (von Schneider Electric) ein, indem er die Rotordrehzahl und die Pumpendrehzahl anpasst. Um die Technik nicht zu überlasten, sollte er den Durchsatz in der Anlaufphase gering halten und dann nach und nach steigern.

Der Rotor im Kavitator läuft ununterbrochen 24 Stunden am Tag. Die Antriebswelle des Rotors ist mit einer hydrodynamischen Wellenabdichtung gelagert. Das bedeutet, dass die Welle in einem dünnen Wasserfilm läuft. Eine Druckluftanlage sorgt für die nötige Schmierung und Abdichtung des Wellenlagers. Der Verschleiß an den Wellenlagern und den Druckdichtungen sowie auf der Rotoroberfläche soll laut Hersteller äußerst gering sein. Three-Es verwendet für den Rotor Carbidbeschichteten Werkzeugstahl. Sollte es nötig sein, kann die Beschichtung erneuert werden (die Kosten betragen etwa 1500 Euro ohne Mehrwertsteuer).



In dem Container sind der BioBang-Kavitator mit Elektromotor, eine Pumpe, ein Nasszerkleinerer mit Steinfang und die Elektronik untergebracht.



Die Zuleitung (links) und der Rücklauf (rechts) haben Hähne, so dass eine Probenahme einfach möglich ist.



So lässt sich die Viskosität demonstrieren: Links vor der Behandlung sind noch Fasern im Substrat, rechts danach sind sie nicht mehr da.

Three-Es bietet die BioBang-Anlage in verschiedenen Ausführungen an. Das Fermentervolumen, die Futtermenge pro Tag und der Trockensubstanzgehalt der Rationen sind ausschlaggebend für die benötigte Ausstattungsgröße der im Container eingebauten Aggregate (Kavitator, Elektromotor, Pumpe, Nasszerkleinerer). Je nach Größe des BioBang-Rotors ist dieser für die Substratbehandlung mit einer Durchsatzleistung bis 3 m³/h, bis 6 m³/h oder bis zu 12 m³/h geeignet. Für noch größere Durchsatzmengen können auch mehrere Kavitatoren parallel geschaltet werden.

In Deutschland hat Three-Es jetzt vier BioBang-Anlagen in Betrieb.

Zwei davon haben wir uns im Einsatz angesehen. An der Biogasanlage der Bema Biogas GmbH in Müden an der Aller (Niedersachsen) bereitet der Kavitator zurzeit stündlich 3,6 m³ Substrat auf, also 84 m³ am Tag. Die 4-MW-Biogasanlage mit angeschlossener Gasaufbereitung soll stündlich 700 Nm³ Biogas erzeugen, um im Jahr rund 30 Mio. kWh (30 GWh) Biomethan ins Erdgasnetz und etwa 5,2 GWh Strom ins öffentliche Strom-



Uwe Haag betreut die Biogasanlage Naturenergie Glemstal Biogas GmbH und Co. KG: „Wir wollen weg vom Mais und zusätzlich bis 10 t Pferdemist nutzen.“

netz einspeisen zu können. Das heißt, die Anlage muss optimal laufen.

Rund 160 t Silage (Mais- und etwa 4 t Grassilage), 20 t Hühnermist und 80 m³ Gülle werden bei Bema täglich in die beiden 5000 m³ großen Fermenter gefüttert. Als es aufgrund der sehr trockenen Maissilage von der letzten Erntesaison zu großen Problemen mit der Rührfähigkeit des Substrats kam, musste eine Lösung gefunden werden. Der BioBang ist bei Bema nun seit acht Wochen im

Einsatz. „Der Fermenterinhalt ist inzwischen schon homogener geworden und der Blubb funktioniert jetzt besser“, berichtet Bema-Geschäftsführer Jan Henrik Schmale.

Auf der Biogasanlage der Naturenergie Glemstal Biogas GmbH und Co. KG in Hemmingen (Baden-Württemberg) ist der BioBang-Kavitator schon seit August 2016 im Einsatz. Die Biogasanlage erzeugt Gas für ein BHKw mit 625 kW elektrischer und 700 kW thermischer Leistung. Täglich wird der 3500 m³ große Fermenter der einstufigen Anlage mit 30 t Feststoffen gefüttert, die zuvor mit Rindergülle in einem 6-m³-Behälter angemischt wurden.

Um anstelle von Maissilage auch faserige Substrate wie z. B. Pferdemist füttern zu können, zerkleinert zuvor ein Shredder von Willibald das Material. Zusätzlich verhindert ein Nasszerkleinerer Vogelsang RotaCut, dass Fremdkörper über die Fütterung in den Fermenter eingetragen werden.

Das so aufbereitete Substrat passiert als Rezirkulat nun zusätzlich noch die BioBang-Kavitationsanlage mit einem weiteren RotaCut und dem Kavitator. Etwa 60 m³ Rezirkulat durchströmen auf der Glemstaler Biogasanlage täglich den BioBang. Zwar sei ein Vergleich der Substrataufbereitung mit und ohne BioBang schwierig, trotzdem ist der Anlagenbetreiber Uwe Haag von dem Verfahren überzeugt.

„Wir konnten die Rührintervalle senken von vorher viermal auf jetzt nur noch dreimal täglich fünf Minuten – und das, obwohl der TS-Gehalt von vorher 7,5 bis 8 Prozent bei reiner Maissilage auf jetzt über 9 Prozent bei etwa 10 bis 15 Prozent Pferdemist in der Ration gestiegen ist“, sagt er. „Der Stromverbrauch der BioBang-Anlage liegt zurzeit bei ca. 25 kW pro Stunde.“

Was uns sonst noch auffiel:

- Die auf den Biogasanlagen von „Bema Biogas“ und von „Naturenergie Glemstal Biogas“ installierten BioBang-Container mit Kavitator, 75-kW-Elektromotor und der weiteren dazugehörigen Technik kosten 150000 Euro ohne Mehrwertsteuer.
- Ein Nebeneffekt der Substratbeschleunigung im Kavitator ist, dass sich das Material laut Hersteller um etwa 3 bis 5 °C erwärmt.
- Die Bakterien leiden unter der Behandlung im Kavitator laut Analysen des Instituts für Mikrobiologie der katholischen Universität in Piacenza (Italien) nicht.
- Über ein GSM-Modem hat Three-Es Zugriff auf die Anlagensteuerung und kann diese so auch aus der Ferne betreuen.

Fazit: Der BioBang erzeugt mit einem schnell drehenden Rotor kontrollierte Kavitation. Kontrolliert wird diese dadurch, dass das Implodieren von Gasblasen im flüssigen Substrat an extra dafür vorgesehenen Orten stattfindet – und zwar am Boden von Sacklöchern. Die hier erzeugten Schockwellen zerstören mit hoher Energie die Zellwände von Strohfasern. Das Substrat wird fließfähiger. Ein Wechsel zu kostengünstigen Substraten wie Mist und Gras wird möglich. Laut Hersteller soll sich auch die Gasausbeute verbessern, wodurch eine Futtereinsparung möglich wäre. Das nachzuweisen ist auf Praxisanlagen allerdings schwierig.