

Circular Economy für Energie und Stoffe

Kreislaufwirtschaft: Proteine und Biogas aus Biertreber

Rund 1,3 Millionen Tonnen organische Nebenprodukte fallen in der österreichischen Lebensmittelindustrie jährlich an. Über die Nutzung zur Biogaserzeugung und als Tierfutter hinaus ließen sich aus ihnen auch wertvolle Proteine gewinnen.

Wertvolle Proteine ließen sich gewinnen, ohne bei der Biogasausbeute wesentliche Abstriche zu machen. AEE INTEC hat dafür einen „oszillierenden Reaktor“ weiterentwickelt und mit einer Suspension aus Biertreber getestet. Die Ergebnisse sind vielversprechend.

Die Nachfrage nach pflanzlichen Proteinen wächst. Die daraus hergestellten Produkte reichen vom veganen Schnitzel über Kosmetika und Biokunststoffe bis zu Futtermitteln. Grundsätzlich kommen viele biobasierte Reststoffe in Frage, um aus ihnen Proteine zu extrahieren. Doch für die meisten davon gibt es noch keine etablierten Verfahren, mit denen die Proteinextraktion in großem Maßstab effizient und kostengünstig möglich ist.

Versuchsaufbau mit oszillierendem Reaktor. DI Judith Buchmaier (vorne) und Dr. Bettina Muster-Slawitsch beobachten die Turbulenzen in dem Reaktor bei der Proteinextraktion.



Der von AEE INTEC entwickelte oszillierende Reaktor könnte diese Lücke schließen. Das hat das Projekt HIPSTERS gezeigt, in dem Forschende von AEE INTEC und der TU Graz den Einsatz des oszillierenden Reaktors für die Extraktion von Proteinen aus Biertreber testeten. Auftraggeber des Projekts war der Zukunftsfonds Steiermark im Förderverbund des Land Steiermark und der Stadt Graz. In den Versuchen mit Suspensionen aus Biertreber lieferte das Verfahren vielversprechende Ergebnisse.

Oszillierender Reaktor: Suspensionen in kontinuierlichem Prozess behandeln

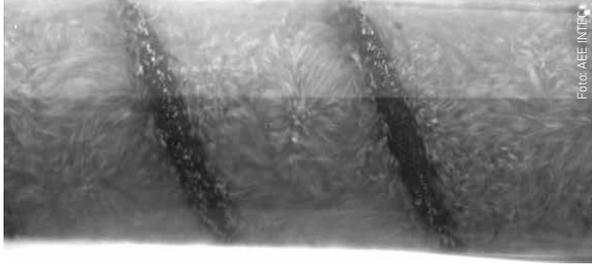
Die biogenen Reststoffe fallen meistens als feste Substanzen oder Suspensionen an. Um sie zu verarbeiten, kommen bisher meist Rührkesselreaktoren oder andere Batchprozesse zum Einsatz. So gibt es in den Prozessen immer wieder wenig effiziente Start- und Endphasen, und auch die Prozessparameter sind schwer zu kontrollieren.

Der oszillierende Reaktor ermöglicht hingegen einen kontinuierlichen Prozess auch für Suspensionen mit hohem Feststoffanteil. Das Reaktordesign geht auf das Projekt „Oscyme“ zurück, in dem AEE INTEC den oszillierenden Reaktor für einen hohen Feststoffgehalt von Suspensionen weiterentwickelte. Dabei handelt es sich um eine Rohrreaktor mit Einbauten. Während die Suspension durch den Reaktor strömt, versetzt eine Oszillationspumpe sie in Schwingungen. Zwischen den Einbauten bilden sich dadurch Turbulenzen, die für eine gute Durchmischung sorgen.

Zugleich schiebt sich eine überlagernde Pfropfenströmung langsam durch den Reaktor. So lassen sich Partikelgeschwindigkeit und Verweilzeit voneinander entkoppeln und separat optimieren. Selbst für regelrecht breiartige Suspensionen mit hohem Feststoffanteil erwies sich der oszillierende Reaktor im Projekt Oscyme grundsätzlich als geeignet.



Der oszillierende Reaktor: Durch die Einfärbung ist die überlagernde Pfropfenströmung gut zu erkennen.



Die Detailaufnahme des Reaktors zeigt, wie sich an den Einbauten Turbulenzen bilden, die für eine gute Durchmischung sorgen.

Proteine aus Biertreber mit hoher Effizienz gewinnen

Im Projekt HIPSTERS ging es nun darum, das Verfahren speziell für die Proteinextraktion aus Biertreber zu testen und zu optimieren. Das Potenzial der Ressource ist groß. Pro 100 Liter Bier fallen etwa 20 kg Treber an. Dieser enthält etwa 25 bis 28 Prozent Proteine. Bei mehr als 10 Millionen Hektolitern Bier aus österreichischen Brauereien macht das 20.000 Tonnen Treber pro Jahr, in denen etwa 5.000 Tonnen Proteine stecken. Die Forschenden setzten im Projekt auf die basische Extraktion mit einer 0,2 molaren Natriumhydroxid-Lösung bei einer Temperatur von 50 Grad Celsius. Das Verfahren ist dank niedriger Kosten und hoher Extraktionsraten bereits etabliert. In den Laborversuchen erreichte das Forschungsteam mit dem oszillierenden Reaktor im Durchschnitt Extraktionsraten um 60 Prozent, in den besten Fällen waren es bis zu 90 Prozent. Damit ist nachgewiesen, dass sich mit dem Reaktordesign grundsätzlich Extraktionsraten erreichen lassen, die den praktischen Einsatz interessant machen.

Zugleich zeigten sich in den Experimenten die Vorteile des oszillierenden Reaktors, nämlich die Robustheit und die hohe Effizienz. Der Reaktor konnte unterschiedliche Partikelgrößen problemlos verarbeiten, bis hin zu Getreidespelzen mit fast 1 cm Länge. Eine Vorbehandlung des Trebers ist daher nicht nötig. Der Feststoffgehalt lag in den Experimenten bei bis zu 15 Prozent. Auch bei hohen Feststoffgehalten war die Durchmischung sehr gut. In weiteren Versuchen könnte daher sogar die Konzentration der NaOH-Lösung reduziert werden. Das würde die Kosten des Verfahrens senken. Eine weitere interessante Beobachtung war, dass bei hohem Feststoffgehalt die Proteinkonzentration schon in den ersten 30 Minuten stark anstieg. Bei einem geringeren Feststoffgehalt verlief die Kurve flacher. Der in den Versuchen eingesetzte Reaktor hatte einen Rohrdurchmesser von 2,5 cm, die Länge des Rohrs variierte von 0,5 bis 4,5 m. Die damit behandelbaren Mengen liegen in der Größenordnung von einigen Kilogramm pro Tag. Für kommerzielle Anwendungen muss der Reaktor also noch skaliert werden. Das ist durch das Reaktordesign gut möglich. Der größte Faktor ist dabei die Verlängerung der Röhre. Auch ein größerer Durchmesser ist in einem gewissen Maße möglich. Zusätzlich könnten viele Reaktoren im Parallelbetrieb arbeiten, um einen großen Massenstrom zu ermöglichen.

Kaskadennutzung: Erst Proteine, dann Biogas

Biomasse ist eine begrenzte Ressource. Das ändert sich auch durch den Einsatz von Rest- und Abfallstoffen nicht grundsätzlich. Da Biomasse sowohl für die stoffliche als auch für die energetische Nutzung immer begehrt wird, ist es wichtig, sie möglichst hochwertig zu nutzen. Das sieht auch das Prinzip der Kreislaufwirtschaft vor. Damit hat die stoffliche Nutzung der Biomasse Vorrang vor der energetischen. Doch das heißt nicht, dass der Biertreber als Energieressource wegfällt, denn auch aus den Resten der Proteinextraktion lässt sich noch Biogas gewinnen. Die Forschenden untersuchten im Projekt HIPSTERS auch, wie sich die Energieausbeute durch die vorherige Proteinextraktion veränderte. Dazu wurde die Natronlauge aus dem Treber ausgewaschen und dieser dann in einer Biogasanlage vergoren. Dabei wurde deutlich, dass sich aus dem behandelten Treber bezogen auf die eingesetzte Masse mindestens genauso viel Biogas erzeugen lässt wie aus dem unbehandelten. Während die Proteinextraktion die organische Masse natürlich reduziert, fördert die Hydrolyse anscheinend die Biogasproduktion der verbleibenden Biomasse.

Bei AEE INTEC hat bereits die Arbeit am nächsten Projekt mit dem oszillierenden Reaktor begonnen. Im Projekt „Circular Food“ geht es darum, eine komplette Wertschöpfungskette für verschiedene Lebensmittelreststoffe zu entwickeln. Nach der Proteinextraktion und Biogas-Erzeugung soll dabei aus dem festen Teil des Gärrestes noch ein Pflanzsubstrat werden. Der flüssige Teil des Gärrestes soll sich als Flüssigdünger nutzen lassen. Angesichts limitierter natürlicher Ressourcen des Planeten könnten solche nachhaltigen Kreislaufprozesse einen wesentlichen Beitrag leisten, die wachsende Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln zu versorgen. ●

Weitere Infos:

Der ausführliche wissenschaftliche Abschlussbericht ist unter www.t1p.de/hwzrf zu finden.



Dlin Judith Buchmaier (AEE INTEC)

j.buchmaier@aee.at



Dlin Dr.in Bettina Muster-Slawitsch (AEE INTEC)

b.muster@aee.at