

Projekt „Oscyme“

Neue Technologie optimiert Bioraffinerien

Aus Reststoffen der Land- und Forstwirtschaft sowie der Lebensmittelindustrie könnten in Zukunft wertvolle Rohstoffe für vielerlei Industrien werden. AEE INTEC aus Gleisdorf forscht ganz vorne mit.

Biomasse ist die Basis

Zellulose, Hemizellulose und Lignin werden über Bioraffinerieprozesse – u.a. mit Hilfe von Enzymen – in die gewünschten Rohstoffe umgewandelt. Doch die Prozesse sind teurer und langwieriger als die konventionellen Verfahren, die auf Erdölprodukten basieren. Ein Team des österreichischen Forschungsinstituts AEE INTEC hat im Projekt „Oscyme“ nun einen neuen Reaktortyp, den „oszillierenden Reaktor“, für biobasierte Verfahren weiterentwickelt. Er könnte die Verfahren deutlich schneller, effizienter und kostengünstiger machen und so zu einer Schlüsseltechnologie für die Bioraffinerie werden.

Potenziale und Kosten hoch

Die Bioraffinerie eröffnet viele neue Möglichkeiten für nachhaltige Prozesse. An Ideen für Anwendungen fehlt es nicht. Wenn man Einfachzucker aus Zellulose gewinnen kann, könnte man diese zu Ethanol oder Isobuten vergären und als Biokraftstoff oder in der Pharmaindustrie einsetzen. Und aus Treber, der als Reststoff beim Bierbrauen anfällt, könnte man Proteine extrahieren, die sich vielseitig einsetzen ließen – vom Zusatz für Tierfutter bis zur Grundlage für vegane Bratlinge. Doch all diesen neuen Ideen und Prozessen ist gemeinsam, dass die Kosten noch deutlich sinken müssen, um eine breite Anwendung zu ermöglichen. Der oszillierende Reaktor könnte dabei in vielen Fällen helfen: Er ermöglicht es, auch langsame Prozesse kontinuierlich zu fahren anstatt im Batchbetrieb, und erlaubt einen deutlich höheren Anteil von Feststoffen als die bisher eingesetzten Reaktoren.

Prozess nachhaltig, aber...

Im Projekt Oscyme hat das Team von AEE INTEC die enzymatische Verzuckerung (Hydrolyse) von Ausgangs-

materialien wie Zellulose und Hemizellulose untersucht. Die dabei gewonnenen C5- und C6-Zucker können zum Beispiel als Basis für Biokunststoffe oder Alkohole dienen. Der enzymatische Prozess ist im Grundsatz nachhaltiger als chemisch-thermische Verfahren, da er bei niedrigen Temperaturen abläuft und ohne problematische Chemikalien auskommt. Doch seit Jahrzehnten sind die Kosten dieses Prozesses nur wenig gesunken. Dabei gibt es mehrere Knackpunkte: Der erste Kostenfaktor sind die eingesetzten Enzyme, denn diese sind teuer. Der zweite Kostentreiber ist die langsame Reaktion. Sie macht eine lange Verweildauer für die Partikel und damit einen großen Reaktor notwendig. Der von den Forscherinnen von AEE INTEC entwickelte „oszillierende Reaktor“ bringt in beiden Punkten deutliche Vorteile.

Enzymatische Hydrolyse ist sensibles Verfahren

Bisher findet die enzymatische Hydrolyse vor allem in Rührkesselreaktoren statt. Der Rührkesselreaktor ist in der Industrie weit verbreitet, vor allem wegen seiner Einfachheit. Doch er hat auch Nachteile, die sich bei dickflüssigen Suspensionen besonders bemerkbar machen. Die Durchmischung wird dann unzureichend und die Massenflüsse sind unstrukturiert. Der Prozess wird dadurch schwer zu überwachen und zu steuern. Oft – und insbesondere in vielen biobasierten Prozessen – werden Suspensionen mit hohem Feststoffanteil daher zunächst verdünnt. Dafür sind zuerst große Wassermengen nötig und im Nachhinein zusätzliche Energie, um die Produkte wieder aufzukonzentrieren. Das klassische Gegenmodell zum Rührkesselreaktor, der Rohrreaktor mit Pfropfenströmung, scheitert dagegen daran, dass sich Durchmischung und Verweilzeit nicht gemeinsam optimieren lassen: Strömt das Fluid langsam und laminar durch den Reaktor, um eine hohe Verweilzeit zu erreichen, mischen sich die Partikel nicht genügend. Strömt es schnell und turbulent, müsste der Reaktor extrem lang sein, um eine auskömmliche Verweildauer zu erreichen.

Der oszillierende Reaktor „zaubert“

Der oszillierende Reaktor schafft eine Möglichkeit, die dem klassischen Rohrreaktor fehlt: Verweilzeit und Durchmischung können voneinander entkoppelt und jeweils für sich optimiert werden. Das geht so: Das Fluid strömt kontinuierlich durch den Reaktor. Die Oszillationspumpe versetzt das Medium in Schwingungen. An Einbauten in der Röhre bilden sich kurzlebige Turbulenzen. Diese Faktoren sind so aufeinander abgestimmt, dass gleichzeitig eine überlagernde Pfropfenströmung erhalten bleibt. Der Clou ist also, dass im oszillierenden Reaktor so die Verweilzeit und die Partikelgeschwindigkeit voneinander entkoppelt werden können. Die Partikel können umeinander wirbeln und sich so gut durchmischen, während sie gleichzeitig in der Pfropfenströmung langsam und kontrolliert den Reaktor

durchströmen. So ist der Prozess im Gegensatz zum Rührkesselreaktor gut zu überwachen und zu steuern.

Kostensenkung in Sicht

Ein weiterer Vorteil: Der Prozess funktioniert sogar bei ziemlich dicken Suspensionen. Das Team von AEE INTEC hat die oszillierenden Reaktoren mit verschiedenen Konzentrationen von suspendierter Alpha-Zellulose getestet. Konzentrationen bis zu 18 Prozent ließen sich problemlos behandeln – das entspricht etwa der Konsistenz von Kartoffelbrei. Gegenüber herkömmlichen Verfahren war somit eine Steigerung der Konzentration um den Faktor 3,5 möglich – um diesen Faktor könnte das Prozessvolumen also bei gleicher Prozessgeschwindigkeit kleiner ausfallen. Die Glukosekonzentration im Produkt war dementsprechend ebenfalls höher, und zwar um den Faktor 2 bis 4. Um die für die Bioethanolproduktion nötige Konzentration von 85 Gramm pro Liter zu erreichen, muss so keine Aufkonzentrierung mehr stattfinden. In einem anderen Experiment zeigte sich, dass der oszillierende Reaktor vergleichbare Ergebnisse wie herkömmliche Reaktoren mit 80 Prozent weniger Enzymeinsatz ermöglicht. Das könnte ebenfalls zu deutlichen Kostensenkungen im Verfahren führen.

Weitere Einsatzmöglichkeiten in Aussicht

Die Einsatzmöglichkeiten des oszillierenden Reaktors sind breit gefächert und viele Unternehmen haben bereits Interesse bekundet. Verschiedene Folgeprojekte gemeinsam mit der Industrie sind in Vorbereitung. Im nächsten Schritt muss der Reaktor auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Prozesse optimiert werden. Ein konkretes Folgeprojekt ist für 2021 schon geplant. Dabei soll es darum gehen, Proteine mittels Hydrolyse aus Reststoffen zu gewinnen. Enzyme dafür einzusetzen, ist nur eine der Optionen, die untersucht werden sollen. Eine andere sind ionische Flüssigkeiten – also spezielle Salze, die bei weniger als 100 Grad Celsius schmelzen. Gemeinsam ist den Verfahren, dass sie auf vergleichsweise teure Einsatzstoffe angewiesen sind. Hier kommen die Vorteile des oszillierenden Reaktors zum Tragen: Durch die lange Verweilzeit und gute Durchmischung auch bei hohen Feststoffanteilen wird es möglich, diese wertvollen Stoffe sparsam zu dosieren. So könnte der oszillierende Reaktor zu einer Schlüsseltechnologie werden, die die Bioraffinerie sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch voranbringt. ●



DI Dr. Bettina Muster (AEE INTEC)

b.muster@ae.at

Weitere Infos zum Projekt
[Oscyme \(Link\)](#)

Pfropfenströmung



Foto: AEE INTEC

An den helixförmigen Einbauten im Reaktor bilden sich Turbulenzen, die für eine gute Durchmischung sorgen. Gleichzeitig schiebt sich die überlagernde Pfropfenströmung kontinuierlich durch die Röhre, hier mittels violetter Tinte dargestellt. So können Verweilzeit und Durchmischung jeweils für sich optimiert werden.

Turbulenzen sorgen für Durchmischung

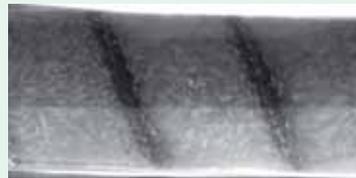


Foto: AEE INTEC

Die Partikel prallen an den Einbauten ab und bilden einen sogenannten Swirl Flow um die Helix. Das Resultat ist eine sehr gute Durchmischung auch bei hohem Feststoff- bzw. Partikelgehalt.

Es geht weiter



Foto: Michal Pichlikastner/FEMTech 2020

DI Judith Buchmaier von AEE INTEC arbeitet bereits an der Vorbereitung von Folgeprojekten mit dem oszillierenden Reaktor, u.a. zur Proteinhydrolyse aus Reststoffen.