

2,3-Butandiol aus Biomasse

Der lange Weg vom Rohstoff zum Produkt

Derzeit basieren die Erzeugnisse der chemischen Industrie überwiegend auf Erdöl. Viele dieser Produkte können aber auch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Nachwachsende Rohstoffe stellen die einzige erneuerbare Quelle für Kohlenstoff, dem Hauptbestandteil chemischer Produkte, dar. Klimaschutzaspekte und die Rohölpreisentwicklung rücken agrarische Roh- und Reststoffe als regenerative Kohlenstoffquelle zwar immer mehr in den Fokus, jedoch fehlt es bislang oft an geeigneten Verfahren, diese effizient zu nutzen. Hier ist die Forschung gefragt!

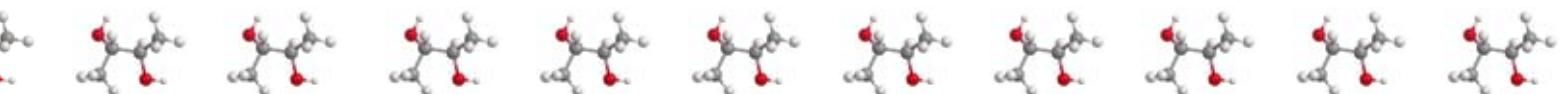
Weg vom Rohöl, hin zu erneuerbaren Rohstoffen und Energien! Das ist einfach gesagt, aber der Weg, Reststoffe zur Produktion von Grundchemikalien zu verwenden, ist bei Weitem nicht trivial und nicht von heute auf morgen umzusetzen. Für die Realisierung jedes einzelnen Prozesses sind viele Stufen und Hindernisse zu überwinden. Im Thünen-Institut für Agrartechnologie haben sich die Forscher als Koordinatoren eines multinationalen Konsortiums dieser umfassenden Aufgabe gestellt.

Als ein Beispiel möglicher Produktionswege von agrarischen Roh- und Reststoffen zu industriell wichtigen Verbindungen wurde die Herstellung eines Alkohols, das 2,3-Butandiol, gewählt. Interessant ist 2,3-Butandiol vor allem, weil es als potenzielle bio-basierte Ausgangsverbindung zur Herstellung des Lösungsmittels/Kraftstoffadditivs Methylethyleketon und der Kunststoffvorstufe 1,3-Butadien dienen könnte. Das Interesse an den Produkten ist enorm, die vielfältigen Probleme für diesen Prozess waren jedoch nur unzureichend gelöst und stellten eine große Herausforderung für das Konsortium dar.

So haben sich die verschiedenen Partner einzelnen Schritten der gesamten Wertschöpfungskette (Rohstoffvorbehandlung – fermentative 2,3-Butandiol-Herstellung – Abtrennung von 2,3-Butandiol und dessen Weiterverarbeitung) angenommen und auch eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung durchgeführt.

Schritt 1: Rohstoffvorbehandlung

Am Anfang der Wertschöpfungskette steht der Rohstoff. Dieser muss zum einen in hinreichenden Mengen kostengünstig zur Verfügung stehen, und zum anderen auch von den Mikroorganismen zu dem Alkohol umgesetzt werden können. Sehr erfolgreich wurden verschiedene Rohstoffquellen aufgetan: Holz, Zuckerrüben, Kartoffel- und Fruchtschalen wurden enzymatisch aufgeschlossen, so dass die enthaltenen Zucker für die Mikroorganismen zugänglich sind. Ein weiterer Rohstoff ist das Glycerin, das als Nebenprodukt bei der Biodieselproduktion anfällt.



Schritt 2: Biokonversion

Der zweite Schritt der Wertschöpfungskette besteht aus der Verwertung der aufbereiteten Roh- und Reststoffe und der biokatalytischen Umsetzung mit Mikroorganismen. Den Forschern ist es hierbei gelungen, Bakterien zu finden, die ohne Risikopotenzial für Mensch und Tier weitaus bessere Endkonzentrationen des Alkohols herstellen als vorher bekannt war. Vergleichbare Resultate waren bisher nur mit pathogenen Stämmen möglich, deren industrielle Verwendung jedoch aus Sicherheitsgründen unerwünscht ist. Effiziente Fermentationen unter optimierten Bedingungen mit hohen Alkohol-Endkonzentrationen konnten von unterschiedlichen Partnern für beide Rohstoffe, Zucker und Glycerin, erreicht werden. Da für Glycerin keine Vorbehandlung nötig ist, könnte diese Route wirtschaftlich sehr interessant sein.

Schritt 3: Abtrennung

Der Optimierung der biokatalytischen Umsetzung schloss sich in der Wertschöpfungskette die Aufarbeitung und Isolierung des 2,3-Butandiols an. Verschiedene innovative Verfahrensansätze mit diversen Membranen wurden untersucht. Ziel war es, das Produkt sehr konzentriert und sauber abzutrennen. Das entwickelte Verfahren funktioniert auf den ersten Blick gut. Hinderlich ist aber auf den zweiten Blick die zu geringe Langlebigkeit der verwendeten Materialen, ein Aspekt, dem in der wissenschaftlichen Literatur leider nur geringe Beachtung geschenkt wird. Daher wurde alternativ die destillative Abtrennung betrachtet und für diese eine möglichst energiearme Verfahrensweise berechnet.

Schritt 4: Veredelung

Damit sind wir in der letzten Stufe der Wertschöpfungskette angekommen. Unser biobasierter Alkohol, das 2,3-Butandiol, soll weiter in wichtige Produkte der chemischen Industrie umgesetzt werden, damit einer möglichst schnellen Umsetzung in die Anwendung nichts im Wege steht. Hierbei wurde das 2,3-Butandiol durch Variation verschiedener chemischer Katalysatoren erfolgreich zu zwei wichtigen Chemikalien, 1,3-Butadien und Methylethyketon, umgesetzt. Hier scheint derzeit die Umsetzung zu Methylethyketon am aussichtsreichsten.

Schritt 5: Nachhaltigkeitsbewertung

Die gesamte Wertschöpfungskette wurde ganzheitlich unter ökonomischen und ökologischen Aspekten betrachtet. Mit dieser Herangehensweise ist es möglich, den Prozess zu bewerten und aktuelle Forschungsergebnisse in die Kalkulation der Nachhaltigkeit einfließen zu lassen. Diese ganzheitliche Betrachtung zeigte aber auch Probleme auf. Insbesondere die niedrigen Zuckerkonzentrationen der Reststoffe und folglich die geringen Produktkonzentrationen aus diesen Reststoffen bedürfen weiterer Forschungsanstrengungen für eine ökonomische Umsetzung des Gesamtprozesses.

Fazit

Von den vielen Hürden, die bei der Umsetzung der Rohstoffe bis hin zum fertigen Produkt stehen, wurden von dem Konsortium wichtige genommen. Dazu zählen die Isolierung nicht-pathogener Mikroorganismen und die hervorragende Umsetzung der untersuchten und zur Verfügung gestellten Roh- und Reststoffe. Die ersten Schritte für eine industrielle Umstellung der 2,3-Butandiol-Herstellung auf Basis nachwachsender Rohstoffe sind damit gemacht. UP ●

KONTAKT: anja.kuenz@ti.bund.de / ulf.pruesse@ti.bund.de

Partner des Konsortiums:
Thünen-Institut für
Agrartechnologie (Koordinator)
Universität für Lebenswissenschaften,
Poznan, Polen
Biopolis, Valencia, Spanien
Complutense Universität, Madrid,
Spanien
Evonik Degussa, Marl
Solvay, Brüssel, Belgien
Südzucker, Obrigheim/Pfalz
Technische Universität, Lodz, Polen
Technische Universität, Braunschweig
Thünen-Institut für Holzforschung,
Hamburg