

06.07.2016 - 09:00 Uhr

Chemikalien aus Holz statt Erdöl

Bern (ots) -

Zwei Forschungsprojekte des Nationalen Forschungsprogramms "Ressource Holz" haben neue Verfahren entwickelt, um aus Holz wichtige Chemikalien für die Herstellung von Medikamenten, Kunststoffen und Düngern gewinnen zu können. Das Ziel: Einen Ersatz für den Rohstoff Erdöl zu finden.

Aus Erdöl lässt sich nicht nur Treibstoff herstellen. Petrochemikalien sind auch wichtige Rohstoffe für die chemische Industrie. Ohne Erdöl gäbe es keine Kunststoffe und nur wenige Arznei- oder Dungemittel. Allerdings ist der Rückgang der Erdölförderung absehbar. Um die dadurch entstehende Herausforderung zu meistern, brauchen wir erneuerbare Ressourcen als Alternativen zum Erdöl.

Zwei Forschungsprojekte des Nationalen Forschungsprogramms "Ressource Holz" (NFP 66) sind jetzt dem Ersatz von Erdöl durch pflanzliche Biomasse - insbesondere Holz - einen wichtigen Schritt nähergekommen. Sie konzentrieren sich ergänzend auf jeweils einen der zwei Hauptbestandteile von Holz: Zellulose und Lignin. Diese beiden erneuerbaren Stoffe sind die weltweit häufigsten organischen Verbindungen.

An der EPFL hat Sviatlana Siankevich neue, leistungsfähige Katalyseverfahren entwickelt, die aus Zellulose Hydroxymethylfurfural (HMF) gewinnen, einen wichtigen Grundstoff für die Herstellung von Kunststoffen, Dungemitteln und Biotreibstoffen.(*) Das von Philippe Corvini geleitete Team der FHNW in Muttenz (BL) hat sich von Pilzen inspirieren lassen, die verrottendes Holz abbauen, um Enzyme zu finden, die Lignin in aromatische Verbindungen aufzulösen. Diese Aromaten dienen als Ausgangsstoffe für die Herstellung von Lösemitteln, Pestiziden, Medikamenten und Kunststoffen wie Polystyrol.

Chemikalien statt Papier

Zellulose ist ein langkettiges Zuckermolekül (Kohlenhydrat) und macht etwa zwei Drittel des Gewichts von Holz aus. "Aus Zellulose wird heute vor allem Papier hergestellt. Die Rückstände daraus könnten zur Herstellung gefragter Chemikalien sinnvoll eingesetzt werden", so Sviatlana Siankevich vom Institute of Chemical Sciences and Engineering der EPFL. Zusammen mit Wissenschaftlern der Queen's University in Kanada und der National University of Singapore hat das von Paul Dyson geleitete EPFL-Team mehrere Arten von ionischen Flüssigkeiten (flüssige Salze) synthetisiert, um aus Zellulose HMF herzustellen. Mit ihrem Verfahren erzielten die Wissenschaftler in einem Schritt eine Rekord-Ausbeute von 62 Prozent.

"Unser Verfahren funktioniert unter milden Reaktionsbedingungen und braucht weder sehr hohe Temperaturen und hohen Druck noch starke Säuren", sagt Siankevich. "Wir konnten auch die Menge der unerwünschten Nebenprodukte reduzieren. Für den industriellen Einsatz des Verfahrens ist das ein wichtiger Aspekt. Unser Prozess funktioniert mit Holz, aber oft ist es einfacher, aus krautigen Pflanzen gewonnene Zellulose zu verwenden."

Grüne Chemie

An der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) in Muttenz entwickelt Philippe Corvini zusammen mit seinem Doktoranden Christoph Gasser Verfahren für die Verwertung von Lignin. Dieses langkettige Molekül ist Teil der Zellwände und verleiht Bäumen ihre Steifigkeit. Holz besteht zu rund 15-40 Prozent aus Lignin. "Dieses wurde bisher kaum verwertet, sondern oft einfach nur verbrannt", sagt Corvini. "Dabei lässt es sich in aromatische Verbindungen aufzulösen: in Moleküle, die auf den in der organischen Chemie allgegenwärtigen sechseckigen Kohlenstoffringen basieren. Die Industrie setzt eine Menge dieser Verbindungen um, die fast ausschliesslich aus Erdöl gewonnen werden. Gegenwärtig ist Lignin die aussichtsreichste Alternative zum Erdöl.»

Es gibt Pilze, die einen Enzym-Cocktail absondern, um Lignin aufzulösen und abzubauen. Unter der Leitung von Corvini untersuchte das FHNW-Team Kombinationen aus Dutzenden dieser Enzyme, um die effizienteste zu ermitteln.(**) Mit einem zusätzlichen Katalyseschritt gelang es, 40 Prozent des Lignins in sehr kleine Moleküle - etwa Vanillin - aufzubrechen. Der Prozess ist interessant für die chemische Industrie: Das Team arbeitet bereits mit einem Ligninproduzenten zusammen. "Lignin wird heute vor allem aus Weizen- oder Reisstroh gewonnen", sagt Corvini. "Aber auch Weichholz - wie das der Fichte - wäre gut geeignet, da ihr Lignin sich leicht aufzulösen lässt."

Das FHNW-Team hat auch ein Verfahren zur Wiederverwendung der Enzyme entwickelt. "Wir haben die Enzyme an mit Siliziumdioxid beschichtete Eisen-Nanopartikel gebunden", erklärt er. "Nach der Reaktion entfernen wir die Eisenpartikel einfach mithilfe eines Magneten, um die Enzyme zurückzugewinnen." Diese lassen sich bis zu zehn Mal wiederverwenden, wodurch sich der für ihre Herstellung benötigte Energie- und Ressourceneinsatz bedeutend verringert. Damit passt das Verfahren sehr gut zum Konzept einer "grünen Chemie".

Das ganze Holz verwerten

Das Holz muss möglichst umfassend verwertet werden, damit es eine wirtschaftliche Alternative zu Petrochemikalien sein kann. "Kleine Mengen einer einzelnen Komponente zu extrahieren, genügt nicht", sagt Sviatlana Siankevich. "Wir müssen daher komplementäre Verfahren finden, damit wir das gesamte Holz nutzen können." Bei der Beurteilung, ob Holz ein wirtschaftlich sinnvoller Ersatz für Erdöl ist, sind noch weitere Aspekte zu beachten. Im Rahmen eines dritten Projekts des NFP 66 wurde kürzlich die Nachhaltigkeit der Herstellung von Bernsteinsäure, einer anderen wichtigen Chemikalie, aus Holzresten untersucht.(***) Die von der ETH Zurich und der EPFL gemeinsam durchgeführte Studie zeigt, dass intelligentes Prozessdesign Energieeinsparungen ermöglichen und auch anderwertig die Umwelt schonen kann - zentrale Faktoren für wettbewerbsfähige Bioraffinerien.

(*) S. Siankevich et al.: Direct conversion of mono- and polysaccharides into 5-hydroxymethylfurfural using ionic liquid mixtures. *ChemSusChem* (2016); doi: 10.1002/cssc.201600313

(**) C. Gasser und P. Corvini (eingereicht)

(***) M. Morales et al.: Nachhaltigkeitsbeurteilung für die Produktion von Bernsteinsäure aus Biomasse mittels Metabolic Engineering. *Energy & Environmental Science* (2016); Ausgabedatum: 10.1039/C6EE00634E

(Die erste Publikation wird den Medien auf Anfrage zur Verfügung gestellt: com@snf.ch)

Ressource Holz (NFP 66)

Das Nationale Forschungsprogramm "Ressource Holz" (NFP 66) entwickelt in Zusammenarbeit mit Industrie, Waldbesitzern und Behörden wissenschaftliche Erkenntnisse und praxisorientierte Lösungsansätze, um die Nutzung der Ressource Holz in der Schweiz zu optimieren. Die abschliessenden Empfehlungen des NFP 66 werden 2017 in Form von Kurzberichten publiziert. Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) wurde vom Bundesrat mit der Durchführung dieses Programms beauftragt.

<http://www.nfp66.ch>

Medienmitteilung und weiterführende Links: <http://www.snf.ch/de/fokusForschung/newsroom/Seiten/news-160706-medienmitteilung-chemikalien-aus-holz-statt-erdoel.aspx>

Kontakt:

Sviatlana Siankevich
Institute of Chemical Sciences and Engineering
EPFL
1018 Lausanne
Tel.: +41 21 693 98 61
E-Mail: sviatlana.siankevich@epfl.ch

Philippe Corvini
Institute for Ecopreneurship
FHNW
4132 Muttenz
Tel.: +41 61 467 43 44
E-Mail: philippe.corvini@fhnw.ch