



Abbildung 1:
Die bioCRACK-Pilotanlage in der OMV
Raffinerie Wien-Schwechat.

Figure 1:
The bioCRACK pilot plant in the OMV
refinery at Schwechat, Vienna.

© J. Ritzberger, P. Rucher, N. Schwaiger, M. Siebenhofer, Chem.
Eng. Trans. 2014, 39, DOI:10.33031/49199, S. 1189-1194.

Pflanzentreibstoff 2.0 Biofuels 2.0

Verena Ahne

Um die CO₂-Belastung der Atmosphäre durch fossile Kraftstoffe zu reduzieren, wird weltweit nach alternativen Treibstoffen gesucht. In Verfahren, die die TU Graz in Kooperation mit zwei großen österreichischen Firmen entwickelt und erprobt, kann durch Flüssigphasenpyrolyse nicht nur Zellulose, wie bei Bioethanol, sondern auch die Pyrolysekohle, die beim Umwandlungsprozess anfällt, zu Biotreibstoff umgewandelt werden.

Bis zum Jahr 2020, so sieht es eine Bestimmung der EU vor, sollen zehn Prozent der im europäischen Verkehr aufgewendeten Energie aus nachwachsenden Quellen stammen. Aus Ölpflanzen gewonnene Biotreibstoffe der ersten Generation sind mittlerweile jedoch als wenig nachhaltig in die Kritik geraten: Meist steht ihr Anbau in direkter Konkurrenz zu Nahrungsmitteln und/oder treibt durch die Rodung von Primärwäldern den Klimawandel, dem sie eigentlich vorbeugen sollten, noch weiter an.

Das Gebot der Stunde ist deshalb die Entwicklung von Verfahren, die aus Abfallprodukten oder leicht- und schnellwüchsigen Nicht-Nahrungspflanzen Biotreibstoffe der zweiten Generation gewinnen. Ein möglicher Rohstoff dafür ist Lignozellulose. Dieses „Baugerüst“ von Pflanzen wurde bisher vor allem zur Produktion von Bioethanol verwendet. Doch Forscherinnen und Forscher der Technischen Universität Graz und der auf Biogas- und Biodiesel-Anlagenbau spezialisierten Firma BDI BioEnergy International AG aus Grambach bei Graz möchten einen höheren Heizwert erzielen und Holzabfälle, Stroh und andere nicht essbare Pflanzen zu Biotreibstoff umwandeln. Zusammen >

In order to reduce the CO₂ pollution of the atmosphere from fossil fuels exhaust, alternative fuels are being sought worldwide. Using methods developed and tested by Graz University of Technology in cooperation with two big Austrian companies, bio-fuel is obtained through liquid-phase pyrolysis of lignocellulosic feed.

EU regulations stipulate that 10 percent of the energy used in transport has to come from renewable sources by 2020. Bio-fuels obtained from first generation oil plants have meanwhile come under criticism for not being sustainable enough. Usually their cultivation is in direct competition with foodstuffs and/or drives climate change even more through the clearance of primary forest – something they are supposed to prevent.

The development of processes which can obtain second generation bio-fuels from waste products or fast or medium-growing non-food crops is a high priority task. One eligible raw material is lignocellulose. This “scaffold structure” of plants has been up to now primarily used for the production of bio-ethanol. Researchers at Graz University of Technology and the BDI BioEnergy International AG company located in Grambach near Graz, which specialises in bio-gas and bio-diesel plant construction, want to achieve higher calorific values of fuels from lignocellulose by converting wooden waste, straw and other inedible plants into bio-fuels. Together with the Institute of Chemical Engineering and Environmental Technology at Graz University of Technology, with which BDI has been closely cooperating since the 1990s, meticulous work >

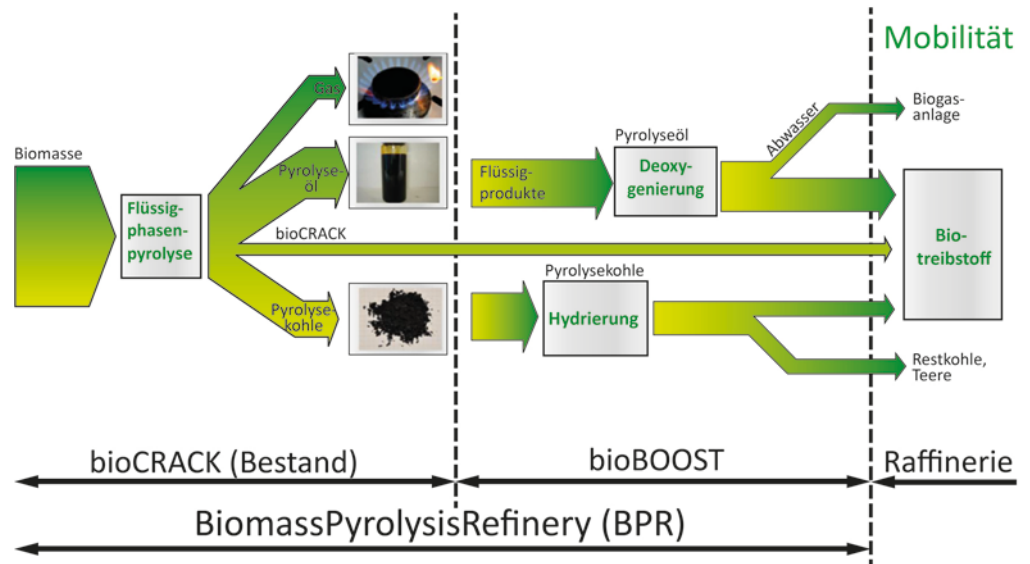


Abbildung 2:
BiomassPyrolysisRefinery – Das Biomasseverflüssigungskonzept der BDI.
Figure 2:
Biomass pyrolysis refinery: the biomass liquefaction concept of BDI.

mit dem Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz, welches mit dem BDI seit den 1990er-Jahren eng kooperiert, wurde und wird deshalb an verschiedenen Möglichkeiten der Biomasseverflüssigung – der sogenannten Flüssigphasenpyrolyse – getüftelt. Zurzeit läuft dazu das vierte FFG-geförderte Projekt in Folge.

Aus Pflanzen wird Flüssigkeit

„Allgemein erklärt, wird bei der Pyrolyse ein Ausgangsmaterial, zum Beispiel Holz, ohne Sauerstoff bei Temperaturen zwischen 300 und 600 Grad thermochemisch verflüssigt“, erklärt der Chemieingenieur Nikolaus Schwaiger, der an der TU Graz und für die Firma BDI arbeitet. Dabei entstehen einerseits Gase, die abgeschieden und wie Erdgas zur Energiebereitstellung verwendet werden. Andererseits bilden sich flüssige und feste Zwischenprodukte, die weiterbehandelt werden müssen.

In Graz wurde ein eigenes Verfahren – das von BDI patentierte BioCRACK-Verfahren – entwickelt und von 2012 bis 2014 in einer Pilotanlage bei der OMV in Schwechat im großen Maßstab mit Fichtenholz, Hartholz, Weizenstroh und der „zukünftigen Energiepflanze“ Miscanthus getestet. „Es haben alle ziemlich gut funktioniert. Weizenstroh war vielleicht etwas schwieriger; aber die Ergebnisse bei der Verflüssigung von Miscanthus sind in jeder Hinsicht beeindruckend.“ So hatte das Schilfgras beispielsweise einen besonders niedrigen Aschegehalt, was bedeutet, dass es besser und mit weniger Rückständen verflüssigt werden kann.

„Für den bei der Pyrolyse benötigten Wärmeträger verwenden wir ein Zwischenprodukt der Erdölraffinerie“, erklärt Schwaiger, „und zwar ‚Vacuum Gas Oil‘ (VGO), das wir auf ca. 350 bis 400 Grad aufheizen. In dieses VGO lassen sich etwa 15 Prozent des biogenen Kohlenstoffs – das sind sieben Pro-

has been carried out on various possibilities of biomass liquefaction by liquid-phase pyrolysis. The project has been funded by the Austrian Science Fund (FFG).

Liquid fuels from plants

“Explained roughly, pyrolysis is a process in which a starting material, for instance wood, is thermochemically liquefied at temperatures between 300 and 600°C without oxygen,” explains chemical engineer Nikolaus Schwaiger, who works at Graz University of Technology as well as BDI. During liquid phase pyrolysis gaseous effluent is produced, separated, and used for energy conversion. On the other hand, liquid and solid intermediate products are formed and upgraded to suffice the standards for transportation fuels.

A special process – the “BioCRACK” process – has been developed at Graz and patented by BDI. It was tested between 2012 and 2014 in a pilot plant at OMV in Schwechat on a large scale using spruce wood, hard wood, wheat straw and the “energy plant of the future” Miscanthus. “Everything worked rather well. Wheat straw was perhaps a bit more difficult, but the results with the liquefaction of Miscanthus were impressive from every aspect.” Miscanthus grass, for example, has a very low ash content, which means that it can be more easily liquefied with less residue.

“For the heat carrier necessary for the pyrolysis we use an intermediate product from oil refineries,” explained Schwaiger, “Vacuum gas oil (VGO), which we heat up to approx. 350 to 400°C. Some 15 percent of the biogenic carbon can be directly converted, corresponding with seven percent of the biomass.” The fuel produced from VGO and biomass already contains a significant amount of bio-fuel.

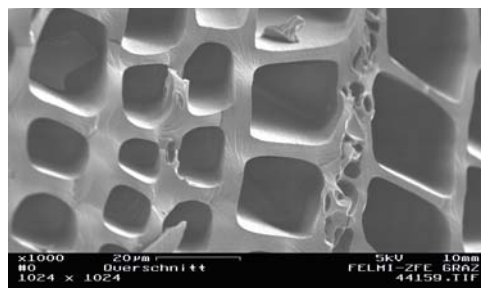
zent der Biomasse – gleich einmal direkt hineinpresse.“ Sprich der in Folge produzierte Treibstoff (Diesel oder Benzin) enthält bereits einen gewissen Anteil Biokraftstoff.

Aus der Flüssigkeit wird Dieseltreibstoff

Doch es entstehen noch zwei weitere flüssige Komponenten, die weiterbehandelt werden müssen, um als Treibstoff nutzbar zu sein: einerseits das wässrige Flüssigphasenpyrolyseöl, das aus den sauerstoffreichen, wasserlöslichen organischen Verbindungen der Biomasse und aus Reaktionswasser besteht – es muss von Sauerstoff und Wasser befreit werden („Hydrodeoxygenierung“) –, andererseits BioCRACK-Öl, das nur noch destilliert und hydriert werden muss, bevor damit ein normaler Motor betrieben werden kann. In kleineren Versuchen in Graz kombinierten Schwaiger und sein Team diese beiden Öle und gewannen daraus erstmals weltweit einen Dieseltreibstoff.

„Wir können derzeit 18 Prozent der Biomasse verflüssigen, wobei der Gesamtprozess noch nicht optimiert ist: 20 Prozent des Ausgangsmaterials – wie bei der Bioethanol-Produktion – wären auch bei der Flüssigphasenpyrolyse möglich“, so Schwaiger. Der biogene Kohlenstoffanteil des Vorzeigediesels lag bei 28 Prozent. Würden derartige Werte auch in einer Großanlage erzielt, wäre das tatsächlich ein großer Schritt Richtung Nachhaltigkeit von Treibstoffen und ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Gesamtpflanzennutzung. Im Oktober 2014 und im Februar 2015 erschienen zwei Publikationen über das neuartige Verfahren im prestigeträchtigen Journal „Green Chemistry“.

Noch wesentlich höhere Werte wären zu erzielen, würde auch die Kohle weiterverarbeitet, die bei Pyrolyseverfahren immer als fester Bestandteil anfällt. Biokohle, fachsprachlich „Biochar“ genannt, ist ein Abfallprodukt und wird üblicherweise verbrannt. Doch der enthaltene Kohlenstoff wird so nicht optimal ausgenutzt. Deshalb suchte das Team in Graz nach einem Verfahren, um die Kohle ebenfalls zu verflüssigen. Im Labor gelang das durch die Beimengung von Tetralin. „Dass wir auch Feststoffe aus dem Pyrolyseprozess zu hohen Umsätzen verflüssigen können, ist weltweit einzigartig“, ist Schwaiger hörbar stolz. Und hofft nun auf reges Interesse seitens der Industrie. ■



© Hartmund Schrötter – FELMI

Abbildung 3:
Gebildete Biochar aus der
Flüssigphasenpyrolyse.

Figure 3:
Bio-char formed from
liquid-phase pyrolysis.

Diesel fuel from liquid phase pyrolysis oil

During pyrolysis two liquid products are formed which as also need an upgrade to suffice fuel quality demands. From aqueous liquid-phase pyrolysis oil, which is composed of oxygen-rich, water-soluble organic compounds from biomass, oxygen and water have to be removed (hydrodeoxygenation). BioCRACK oil, which has to be distilled and hydrogenated before a combustion engine can be run on it. In bench scale experiments, Schwaiger and his colleagues demonstrated conversion of the liquid product phases to obtain a diesel like fuel.

“Currently we can liquefy 18 percent of the biomass, although the entire process hasn’t been optimised yet. According to Schwaiger 20 percent conversion of the feed material is expected through liquid-phase pyrolysis. The biogenic carbon content of the produced diesel like pyrolysis oil is about 28 percent. If such values were achieved in a large scale, this would be a huge step in the direction of sustainability of fuels and an important milestone on the way to complete plant utilisation. In October 2014 and February 2015, two papers about this novel process were published in the prestigious journal Green Chemistry.

Even higher conversion values could be achieved if the carbon residue from pyrolysis could be liquefied too. Bio-coal, or to use its technical term “bio-char”, is a waste product of liquid phase pyrolysis, and it is usually incinerated. Incineration is a sub-optimal utilization of biochar. For this reason the Graz team looked for a method to also liquefy the carbon. This has been achieved in laboratory scale with the hydrogenating solvent tetralin. “The ability to liquefy solids from the pyrolysis process in high volume quantity is unique,” says Schwaiger, not without a certain pride, as he expects keen interest from industry. ■

Literatur/Reference:

Schwaiger N., Elliott D.C., Ritzberger J., et al. (2015) Hydrocarbon liquid production via the bioCRACK process and catalytic hydroprocessing of the product oil. Green Chem. doi: 10.1039/C4GC02344G.

Pucher H., Schwaiger N., Feiner R., et al. (2015) Biofuel production from liquid phase pyrolysis oil: A two-step HDO process. Green Chem 17:1291–1298. doi: 10.1039/C4GC01741B.