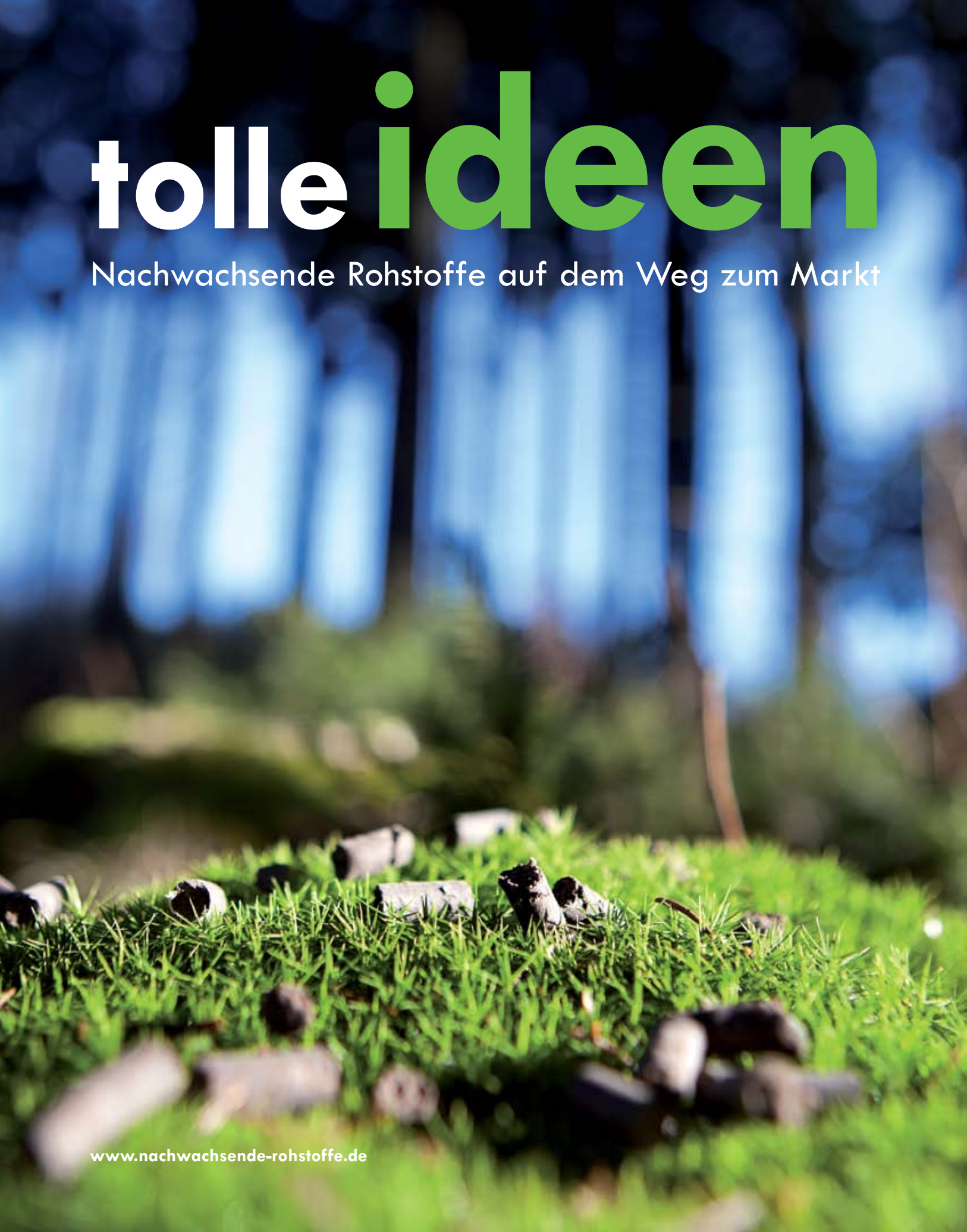


tolle ideen

Nachwachsende Rohstoffe auf dem Weg zum Markt

www.nachwachsende-rohstoffe.de

Inhalt

04 Grußworte
Ilse Aigner, BMELV, und Andreas Schütte, FNR

06 Biobasierte Werkstoffe im Härtetest
Ein Rennauto geht mit einer pflanzenbasierten Karosserie an den Start

10 Heiße Luft mit nachwachsenden Rohstoffen
Eine thüringische Firma bringt den ersten Haarföhn mit Biokunststoff-Gehäuse auf den Markt

14 Potenziale erschließen – dank Bioextrusion
Eine sächsische Firma erfindet den Bioextruder, der Rohstoffe biogastauglicher macht

18 Pillen aus Zucker
Ein Chemie-Unternehmen stellt auf nachwachsende Rohstoffe um

22 Reibungslos mit Bioschmierstoffen
Pflanzenölbasierte Schmierstoffe bahnen sich den Weg in den Windenergie-Sektor

26 Stadtwerke Senden setzen auf Holzgas
Mit dem hocheffizienten Verfahren wird erstmals eine ganze Kleinstadt mit Energie versorgt

28 Mehr Vielfalt auf dem Biogas-Acker mit der Durchwachsenen Silphie
Welche Hürden bei der Etablierung einer neuen Energiepflanze zu überwinden sind

30 Biomasse in den Tank – aber nur nachhaltige
Wie die Zertifizierung von Biokraftstoffen funktioniert

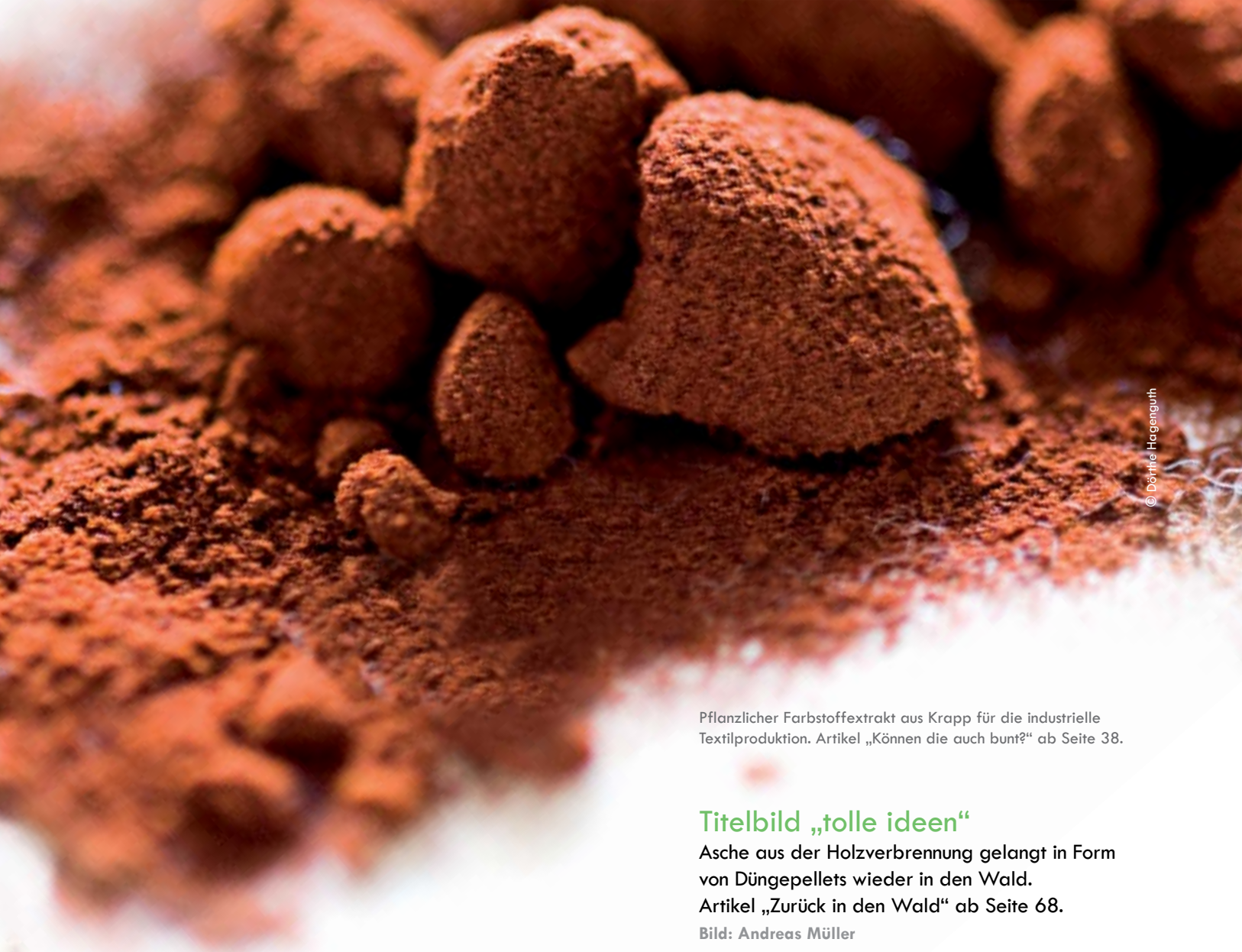
38 Können die auch bunt?
Ein Textilunternehmen erprobt Färbepflanzen in der industriellen Produktion

42 Nachhaltig bauen mit Brettstapeln
Ein neuer Baustoff besticht durch viele Vorteile

44 Kompakter Alleskönner
Kaminofen mit Elektrofilter und Wärmetauscher in einem

48 Staub raus
Ein neuer Feinstaubfilter für Holzfeuerungen bis 500 kW

50 Pioniere aus der Mitte der Gesellschaft
Ein Ehepaar aus dem Bioenergiedorf Jühnde berichtet



© Dörthe Hagenguth

Pflanzlicher Farbstoffextrakt aus Krapp für die industrielle Textilproduktion. Artikel „Können die auch bunt?“ ab Seite 38.

Titelbild „tolle ideen“

Asche aus der Holzverbrennung gelangt in Form von Düngepellets wieder in den Wald.
Artikel „Zurück in den Wald“ ab Seite 68.

Bild: Andreas Müller

54 **Autofahren mit Stroh**
In Karlsruhe entsteht eine Anlage, die Kraftstoffe aus Stroh gewinnt

56 **Die Akzeptanz-Knolle**
Pflanzenzüchtern gelingt es, eine Stärkekartoffel ohne Gentechnik zu züchten

60 **Stein mit Stärke**
Pflanzliche Stärke gibt Beton mehr Halt

64 **Stärkebasierte Flockungsmittel säubern Hafenwasser**
Eine biologisch abbaubare Alternative

68 **Zurück in den Wald**
Pellets aus Holzasche und Rinde könnten ein wertvoller Dünger sein

71 **Impressum**

Grußworte

Liebe Leserinnen und Leser,

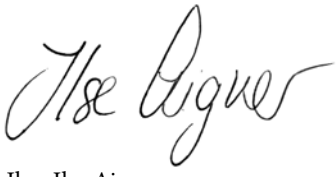
dass wir Biomasse als Rohstoff und Energieträger künftig noch deutlich stärker nutzen wollen und müssen als bisher, steht für die Bundesregierung außer Frage. Denn für die Herstellung zahlloser Produkte, bei der heute die Kohlenstoffquellen Erdöl, Erdgas und Kohle dominieren, ist Biomasse die einzige Alternative. In der Energieversorgung sollen biogene Ressourcen gemeinsam mit anderen erneuerbaren Energieträgern zum Klimaschutz beitragen und die Lücke füllen, welche die zur Neige gehenden fossilen Pendants hinterlassen werden.

Ohne Forschung und Entwicklung ist dieser umfassende Wechsel unmöglich. Es gilt zum einen, die geeigneten Verfahren und Anwendungen neu bzw. weiterzuentwickeln. Mit zunehmendem Erfolg nachwachsender Rohstoffe gewinnen aber auch Fragen nach Effizienz, Umweltfreundlichkeit, Nachhaltigkeit, Nährstoffversorgung, Bürgernähe und Nutzungskonkurrenz an Bedeutung. Die Bundesregierung ist überzeugt, dass beim Ausbau der Biomassenutzung die Beachtung dieser Aspekte nötig, aber auch machbar ist.

Das vorliegende Magazin trägt dem Rechnung: Es stellt nicht nur vielversprechende Forschungsergebnisse zum pflanzenbasierten Ersatz von Erdöl & Co. vor. Es beschreibt auch Ideen, wie Biomasse besonders sauber, effizient und mit Bürgerbeteiligung nutzbar ist, wie das Spektrum der Pflanzen erweitert, Reststoffe mobilisiert und Nährstoffe zurückgeführt werden können und wie Nachhaltigkeit belegbar ist. Dem letzten Thema kommt eine Schlüsselstellung zu, denn nur eine nachhaltige Biomassenutzung ist zukunftsfähig.

Alle in diesem Magazin vorgestellten Vorhaben wurden vom BMELV durch unseren Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), gefördert.

Alle Vorhaben verfolgen das Ziel einer quantitativen wie qualitativen Weiterentwicklung der Biomassenutzung – im Interesse einer zukunftsfähigen Versorgung unseres Landes! Ich freue mich darauf, diese Ansätze einem möglichst breiten Leserkreis bekannt zu machen.



Ihre Ilse Aigner,
Bundesministerin für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

© Martin Kriner/BMELV

Liebe Leserinnen und Leser,

die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) hat bis heute weit mehr als 2.000 Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert. Diese große Anzahl spiegelt die Vielfalt nachwachsender Rohstoffe wider, aus denen mittels diverser Verfahren nicht nur Wärme, Strom und Kraftstoffe, sondern auch eine riesige Palette an Produkten gewonnen werden kann.

Unsere Forschungsförderung hat vorrangig das Ziel, Verfahren und Produkte durch geeignete Projekte möglichst zeitnah in marktrelevante Anwendungen zu überführen. Damit soll ein Beitrag für eine nachhaltige Rohstoff- und Energiebereitstellung geleistet, die Umwelt durch Ressourcenschutz entlastet und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Land- und Forstwirtschaft gestärkt werden.

Somit ist der Transfer der erzielten Ergebnisse in die Praxis eine der vordringlichen Aufgaben der FNR. Hierbei zeigt sich immer wieder, dass der erste Schritt zu diesem Transfer darin besteht, die Ergebnisse bei den Marktteilnehmern, den potenziellen Anwendern, bekannt zu machen. Es gilt aber auch, Verbraucherinnen und Verbraucher über diesen wichtigen Forschungsbereich und die Vielfältigkeit innovativer Verfahren und Produkte zu informieren.

Aus diesem Grund ist das vorliegende Magazin entstanden. Es stellt eine Auswahl der interessantesten FNR-Projekte vor und soll den Weg hin zur Realisierung im Markt aufzeigen.

Forschung ist nicht immer einfach – spektakuläre Erfindungen und bahnbrechende Neuerungen kommen daher selten plötzlich, sondern entwickeln sich eher Schritt für Schritt. Dass es oftmals um Probleme und Lösungen im Detail geht, spiegelt sich in den hier vorgestellten Vorhaben wider. Gleichzeitig gilt es, das übergeordnete Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Wir haben versucht, in den vorliegenden Texten diese Vielschichtigkeit darzustellen.

Ich hoffe, dass Sie mit dieser Broschüre einen Überblick über unsere Arbeit in der Forschungsförderung und über die Vielfalt der Nutzung nachwachsender Rohstoffe bekommen.

Ihr Andreas Schütte,
Geschäftsführer Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Biobasierte Werkstoffe im Härtetest

Mit 28 Kilometern die längste Rennstrecke der Welt, 300 Meter Höhenunterschied, dichter Wald, unebene Fahrbahn. „Die grüne Hölle“ nannte der britische Rennfahrer Jackie Stewart den Nürburgring. Beim 24-Stunden-Rennen des ADAC am 25. Juni 2011 hat der Begriff „grün“ für sechs Fahrzeuge allerdings eine andere Bedeutung – sie sind mit alternativen Kraftstoffen unterwegs, meist mit Biodiesel. Ein Team geht sogar noch weiter: „Four Motors“ will Karosserie und Innenraum ihres VW Scirocco während der Rennsaison Schritt für Schritt aus nachwachsenden Rohstoffen aufbauen. Bisher bestehen diese Teile noch fast alle aus glas- oder kohlefaserverstärkten Kunststoffen.

„Wir werden so einen direkten Vergleich zwischen herkömmlichen und Naturmaterialien ziehen können“, sagt Teamchef Tom von Löwis of Menar. „Dieses dritte Bioconcept-Car wird außerdem noch mehr Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen enthalten als seine Vorgänger – neben der kompletten Karosserie und dem Armaturenbrett auch Tankdeckel, Rückspiegel und sogar Bauteile im Motor.“

Wie die Idee entstand

Bereits seit 2006 ist von Löwis’ Rennstall in Sachen Biomaterialien unterwegs.

„Am Anfang haben wir uns vor allem damit beschäftigt, den Motor für Biodiesel fit zu machen“, erzählt von Löwis. So sei etwa beim ersten Bioconcept-Car, einem Ford Mustang, der eingesetzte VW-Motor in völliger Eigenregie umgerüstet worden. Die Leichtbaukarosserie des Rennwagens dann auch mit Pflanzen- statt mit Glasfasern zu verstärken, war zunächst vor allem als PR-Maßnahme gedacht. Eine PR-Maßnahme allerdings, die auf wissenschaftlich sicheren Füßen stand, denn das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt unterstützte das Team bei der Karosserieentwicklung. „Wir wollten ein stimmiges Gesamtkonzept, mit dem wir zeigen konnten, dass sich Ökologie und Spaß nicht ausschließen“, sagt von Löwis. Auf Messen und Ausstellungen warb das Team aus Reutlingen unermüdlich für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe. Industrie und Verbrauchern sollte klar werden, dass Bauteile aus Biokunststoffen oder mit Pflanzenfaserverstärkung echte Hightech-Materialien sind, die auch den Belastungen des Rennsports standhalten.

Dabei kam Four Motors der Umstand zugute, dass sie alles andere als ein gewöhnliches Rennteam sind. Beim 24-Stunden-Rennen am Nürburgring firmieren sie als „Team Smudo“ – und das ist nicht einfach eine Hommage an den Sänger der Fantastischen Vier, Deutschlands erfolgreichster Hip-Hop-Gruppe. Smudo sitzt selbst am Steuer und wechselt sich beim 24-Stunden-Rennen mit von Löwis und zwei weiteren Fahrern ab.

„Am Ende des Projekts haben wir dann nicht nur den für die jeweilige Anwendung optimalen Biokunststoff, sondern auch bereits alle Parameter erfasst, die für eine industrielle Werkstoff- und Bauteilherstellung wichtig sind.“

Christoph Habermann, Fachhochschule Hannover

Smudo mit der Heckklappe des Bioconcept-Cars; sie ist bereits pflanzenbasiert und besteht aus Flachs- und Hanffasern, die in eine Kunststoffmatrix gebettet sind. Noch ist dies ein Kunststoff aus Erdöl. Später im Projekt sollen Türen, Motorhaube, Spiegelgehäuse und Teile des Armaturenbrettes aus komplett biobasierten Materialien hinzukommen.

Das Bioconcept-Car am Vortag des 43. ADAC-Barbarossapreis-Rennens auf dem Nürburgring

Stresstest mit der Wettermaschine

Der Start verläuft turbulent am letzten Samstag im Juni 2011. Mal Sonne, mal heftige Regenschauer mit Windböen – die Teams wissen nicht, welche Reifen sie aufziehen sollen. Besonders wechselhaftes Wetter herrscht zu diesem Zeitpunkt auch im 300 Kilometer entfernten Hannover, und zwar im Innern der Fachhochschule. Dort ist es hocherwünscht und wird produziert von einer großen Kiste aus Edelstahl mit vielen Knöpfen, Drehzeigerinstrumenten und Lämpchen. Im Bewitterungsgerät der Fachhochschule Hannover sorgen UV-Lampen, Sprühnebel, Gefrierapparat und Heizung dafür, dass mehrere Jahre Wetter auf wenige Tage zusammenschrumpfen können. Auf diese Weise werden Materialien getestet, die für das Bioconcept-Car 3 infrage kommen.

Das Team um Professor Hans-Josef Endres von der Hochschule entwickelt die Werkstoffe und Bauteile für das Bioconcept-Car und stellt sie unter anderem zusammen mit dem Kölner Leichtbau-Spezialisten „zim speed“ im industriellen Maßstab her. Am Ende soll ein öffentlich zugänglicher Bauteilkatalog stehen, in dem die verwendeten Werkstoffe und deren Verarbeitung ausführlich beschrieben werden. „Die Automobilbranche erhält so einen zusätzlichen Impuls, neue biobasierte Materialien einzusetzen“, sagt Christoph Habermann, der zuständige Projektleiter an der FH Hannover.

Erstmals Spritzguss mit am Start

Bisher hat Four Motors in den Bioconcept-Fahrzeugen die Karosserieteile aus Fasermatten aufgebaut, die anschließend mit Harz getränkt wurden. „Nun wollen wir auch erstmals komplexe Bauteile wie Spiegel oder Rückleuchten mithilfe des Spritzgussverfahrens herstellen“, erzählt Habermann. Dass dies große Herausforderungen an die Entwicklungsarbeit stellt, demonstriert der Ingenieur an zwei Maschinen im Wert von etwa 1,5 Millionen Euro, die im Hannoveraner Technikum stehen. Die eine produziert Granulat des gewünschten Biokunststoffs. Ein aus Rizinusöl gewonnenes Polyamid wird dabei zum Beispiel mit winzig kleinen Naturfasern und zusätzlichen Additiven vermischt.

„Schon allein dieser Mischvorgang ist eine Wissenschaft für sich“, erzählt Christoph Habermann und zeigt auf ein Regal mit gut zwei Dutzend sehr unterschiedlich geformten Schneckenelementen, mit denen die Ausgangsstoffe in einem Rohr vorwärtsgedrückt und dabei mechanisch erwärmt und gemischt werden können. Manche dieser Elemente bestehen aus klobigen Metallblöcken, die gegeneinander verdreht sind, andere haben spitze Zacken oder sind tatsächlich gewunden wie ein Schneckengehäuse. „Das Wissen, welches Element für welche Gemische das geeignetste ist, beruht vor allem auf Erfahrung und einer jahrelangen Zusammenarbeit mit einem Kunststoffmaschinenhersteller“, so Habermann.

Industrielle Produktion im Visier

Die zweite Maschine im Technikum ist eine vollindustrielle Spritzgießanlage. Das hergestellte Kunststoffgranulat wird darin aufgeschmolzen und in Bauteilformen gepresst. Auch hier gibt es wieder eine Reihe von Stellschrauben, die an das jeweilige Kunststoffgemisch angepasst werden müssen, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Mithilfe elektronenmikroskopischer Aufnahmen sowie nach Schlag- und Zugversuchen an genormten Testelementen können die Hannoveraner Forscher schließlich die hergestellten Bauteile genau charakterisieren. „Am Ende haben wir dann nicht nur den für die jeweilige Anwendung optimalen Biokunststoff, sondern auch bereits alle Parameter erfasst, die für eine industrielle Werkstoff- und Bauteilherstellung wichtig sind“, sagt Habermann.

Medienecho

Bis Smudos VW Scirocco ganz aus Biomaterialien besteht, wird noch eine Menge Entwicklungsarbeit nötig sein. Der Motor ist da schon mal in Vorleistung getreten: Trotz einiger Probleme hat er die Tortur des 24-Stunden-Rennens bis zum Ende mitgemacht. Tom von Löwis ist zufrieden. Zwar konnte er mit den Bioconcept-Autos noch keinen Sieg einfahren, dafür aber bereits mehrere Innovationspreise entgegennehmen. Und auch die Presseresonanz auf das Projekt kann sich sehen lassen: „Rechnet man Auflagen und Zuschauerzahlen zusammen, haben wir pro Jahr zwischen 60 und 80 Millionen PR-Kontakte“, erzählt von Löwis. Der Rennstall-Chef hofft, dass die Idee vom grünen Automobil so möglichst viele Menschen erreicht und zeigt, was schon heute oder in Zukunft machbar ist.

Kontakt: hans-josef.endres@fh-hannover.de
Text und Interview: Wolfgang Richter
Bilder: Hardy Müller

Interview mit Professor Hans-Josef Endres

Leiter des Instituts für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe (IfBB) der Fachhochschule Hannover

Herr Endres, die Karosserien von Bioconcept-Car 1 und 2 werden ja nun nicht mehr gebraucht. Könnte man sie einfach in den Wald stellen und verrotten lassen, sie bestehen doch aus Biofasern?

▶ In der Tat denken viele Menschen beim Begriff „Biomaterialien“ an biologisch abbaubare Stoffe. Bis vor einigen Jahren hatte diese Eigenschaft auch eine Schlüsselstellung bei vielen Biopolymerprodukten, denken Sie nur an Folien in der Landwirtschaft, kompostierbare Bioabfallsäcke oder medizinische Implantate. „Abbaubar“ heißt aber auch immer „angreifbar“, und das wollen wir bei einer Autokarosserie ja gerade nicht.

Aus welchen Materialien wird das Bioconcept-Car der dritten Generation genau bestehen?

▶ Wenn ich Ihnen das heute schon so genau sagen könnte, hätten wir keine Fördergelder beantragen müssen (lacht). Aber im Ernst: Gerade die kluge Auswahl der Materialien je nach Anwendungszweck ist eine der wichtigsten Aufgaben des Projekts. Wir können heute aus einer Vielzahl an Materialien wählen und werden diese Vielfalt auch im neuen Bioconcept-Car abbilden. Die Autoindustrie setzt übrigens schon heute rund 50.000 Tonnen naturfaserverstärkte Kunststoffe pro Jahr ein, allerdings fast ausschließlich im Innenraum.

Die für den Rennwagen infrage kommenden Stoffe lassen sich aber bestimmt schon irgendwie einteilen, oder?

▶ Natürlich. Zunächst gibt es da die Bauteile, die ganz klassisch wie im Modellbau auch mithilfe von Fasermatten hergestellt werden. Das können Glas- oder Kohlefasern sein, aber eben auch Hanf- oder Flachsfasern. Sie werden in eine Form eingelegt und dann oft unter Vakuum mit Harz getränkt. Dieses Harz kann man entweder petrochemisch oder auch aus nachwachsenden Rohstoffen gewinnen. Das Verfahren eignet sich für alle flächigen Bauteile, die besonders verwindungssteif sein müssen, etwa die Türen oder die Motorhaube. Für geometrisch komplexere Gebilde wie Rückspiegel, Lampengehäuse oder Teile im Motorraum werden wir erstmals in einem Bioconcept-Car auch das Spritzgießen einsetzen.

Da spielen dann Pflanzenfasern keine Rolle mehr?

▶ Doch, sie sind nur oft so klein, dass man sie nicht sieht, kleiner als ein Millimeter. Sie werden in eine Kunststoff-Matrix eingebettet, also zum Beispiel Polyethylen, Polypropylen oder Polyamid, und dienen in diesen unter Erwärmung schmelz- und formbaren Naturfaserverbundwerkstoffen als zusätzliche Verstärkung.

Bei den Pflanzenfasern gibt es aber schon neue Vor- und Nachteile, die man berücksichtigen muss?

▶ Naturfasern sind leichter als Glasfasern, bei Unfällen splittern sie nicht und bilden keine scharfen Kanten. Dafür fangen die Naturfasern bei ca. 200 Grad an, sich zu zersetzen, Glasfasern dagegen schmelzen erst bei viel höheren Temperaturen. Hierauf muss man sich bei der Verarbeitung der naturfaserverstärkten Kunststoffe einstellen. Naturfasern lassen sich von der Kunststoff-Matrix auch schlechter benetzen. Hier helfen sogenannte Haftvermittler, das sind längliche Moleküle, die an ihren Enden unterschiedliche polare Eigenschaften aufweisen. Über die spricht man allerdings nicht so gerne in der Öffentlichkeit, denn von solchen kleinen Betriebsgeheimnissen hängt oft der Erfolg des ganzen Projekts ab …

Gibt es im Bioconcept-Car noch weitere Biowerkstoffe?

▶ Ja, die sogenannten Biopolymere, Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Sie können heute bereits viele biobasierte Rohstoffe wie beispielsweise Pflanzenreste, Abfallholz, Frittierfette, Stärke oder Bioalkohol als Ausgangsmaterialien zur Produktion dieser Kunststoffe verwenden. Man ersetzt dabei „nur“ den Rohstoff Öl. In diesen Drop-in-Lösungen sehe ich die Zukunft, denn man kann bei diesen neuartigen Biokunststoffen weiter mit Werkstoffen arbeiten, deren Eigenschaften man von den etablierten Polymeren kennt.

Heiße Luft mit nachwachsenden Rohstoffen

PLA-Granulat und Flachsfaserkonzentrate sowie ein daraus hergestelltes Gehäuse

Die Forscher experimentierten mit verschiedenen Fasern wie Jute, Flachs, Hanf, Sisal und Kenaf.

Johannes Heyder, Projektleiter in der thüringischen Haushaltsgerätefirma Efbe, steht in einem Raum voller Toaster, Kaffeemaschinen, Wasserkocher, Bügeleisen und anderer Geräte mit dem Efbe-Schott-Emblem. „Wir sind ständig auf der Suche nach neuen Produkten, mit denen man sich gegen die Massenware absetzen kann", sagt er. Dann zeigt er auf einen Föhn. „Das ist er", sagt Heyder und dreht den Haartrockner, der aussieht wie jeder andere Föhn auch, nachdenklich in den Händen, „unser Bio-Föhn."

2006 hörte der mittlerweile pensionierte frühere Geschäftsführer Bernd Heinze von neuartigen Kunststoffen auf pflanzlicher Basis, die sich auch für Gehäuseschalen eignen, wie man sie zur Herstellung von Haushaltsgeräten benötigt. Er beriet sich zunächst mit seiner Nachbarin, Renate Lützkendorf – die gleichzeitig Leiterin der Werkstoffforschung am Thüringischen Institut für Textil- und Kunststoffforschung (TITK) ist. Gemeinsam beschlossen sie, eine Föhn-Serie aus Biokunststoff zu entwickeln.

Hemmschwelle Preis und wenig Erfahrungen

Biobasierte Polymere werden in der Industrie bereits genutzt, um zum Beispiel Verpackungen herzustellen. Aber für Gehäuseschalen, wie sie für Haushaltsgeräte gebraucht werden, wurden sie bislang nicht herangezogen. Das liege vor allem am Preis, denn die in diesem Bereich geeigneten Biopolymere seien rund drei- bis viermal so teuer wie herkömmliches Plastikgranulat, sagt Heyder. Doch es ist auch die fehlende Erfahrung mit den neuen Rohstoffen, die die Hersteller zögern lässt. Ein erster Vorversuch mit einem experimentellen Biopolymer klappte auch bei der Efbe nicht. „Das Material ließ sich nicht richtig verspritzen", sagt Heyder. Die ganze Spritzgussanlage, in der die Plastikgranulate geschmolzen und in die gewünschte Form gebracht werden, sei danach verklebt gewesen.

Doch man ließ sich nicht entmutigen und das TITK wählte zunächst systematisch aus Dutzenden von Biopolymeren vier grundsätzlich geeignete Ausgangsstoffe aus: Ein Cellulose-Acetat, das aus Zellstoff hergestellt wird. Eine Polymilchsäure (Polylactat, PLA), bei der das Monomer Milchsäure über eine Fermentation aus Stärke oder Zucker gewonnen und anschließend zum PLA polymerisiert wird. Ein Polyhydroxybutyrat-Valerat (PHBV), welches Bakterien direkt aus Stärke oder Zucker erzeugen. Und schließlich eine Mischung aus Polymilchsäure und einem Polyester auf Erdölbasis. „Wir wollten nur das nutzen, was vom Markt angeboten wird", betont TITK-Werkstoffingenieurin Katrin Müller, „denn Efbe brauchte den Ausgangsstoff sofort und in ausreichender Menge." Daneben achtete die Ingenieurin vor allem auf die Materialeigenschaften. „Das wohl wichtigste Kriterium ist die Wärmeformbeständigkeit, aber auch das Brandverhalten und die Verarbeitbarkeit spielen eine Rolle", so Müller. Mithilfe von Additiven können die Eigenschaften des Bioplastiks noch moduliert werden. So experimentierten die Forscher unter anderem mit Sisal-, Flachs- und Kenaf-Fasern, womit sich die Stabilität erhöhen lässt, mit nicht pflanzlichen Wachsen, um die Fließeigenschaften und damit die Verarbeitbarkeit des Materials zu verbessern, mit „Schwindungsverstärkern", um die Bauteile nach dem Spritzvorgang aus der Form lösen zu können, und mit „Farbbatches", um die Föhne später weiß, gelb oder beige einfärben zu können.

Cellulose-Acetat hatte die Nase – vorerst – vorn

Mit den vier ausgewählten Biopolymeren spritzte Efbe dann vier verschiedene Haartrocknergehäuse und schickte sie für die üblichen, unabhängigen Tests an den TÜV Rheinland. Das PLA-haltige Material fiel bei einem Versuch durch, mit dem das erhitzte Gehäuse auf Eindruckbeständigkeit geprüft wird. Am besten schnitt schließlich das Cellulose-Acetat ab, und

zwar ein Produkt, das eine Wärmeformbeständigkeit bis 115 Grad Celsius aufwies. Hinzu kommen einige der oben genannten Additive, deren genaue Rezeptur die Projektpartner jedoch nicht verraten wollen.

Die Entwicklung bei den Biopolymertypen schreitet sehr schnell voran. Um den Überblick zu gewährleisten, erstellte die Fachhochschule Hannover inzwischen eine Datenbank, die derzeit noch kostenlos zugänglich ist und die Informationen zu den unzähligen Biopolymeren und ihren Eigenschaften zusammenfasst, die Biopolymerdatenbank (www.materialdatacenter.com).

„Auch bei den PLAs gibt es Weiterentwicklungen, sogenannte Stereokomplexe, die einen höheren Schmelzpunkt und eine höhere Wärmeformbeständigkeit haben", ergänzt Müller. Damit könne man später eventuell auch Haartrockner herstellen, noch befinden sich die neuen PLAs aber im Entwicklungsstadium.

Besondere Eigenschaften von Biopolymeren

Ein Polyethylen aus einem nachwachsenden Rohstoff ist chemisch gesehen genau so ein Polyethylen wie eines aus fossilem Rohstoff. Doch es gibt auch Biokunststoffe, die aus fossilen Rohstoffen nicht herstellbar sind und eigene Besonderheiten aufweisen; Cellulose-Acetat, PHBV und PLA gehören dazu. So heißt es denn auch im Abschlussbericht des Efbe-Projekts: Die Verarbeitung der Biopolymere bedarf sowohl der „Optimierung verschiedenster Verarbeitungsparameter als auch der Erfahrung im Umgang mit den Materialien". Es sollten nicht nur eine lange Lagerung der Biopolymere, sondern auch mehrfaches Vortrocknen oder zu hohe Trocknungs- und Verarbeitungstemperaturen vermieden werden. Außerdem müssten die Hersteller mehr Zeit für das Auskühlen der gespritzten Bioplastik-Teile einplanen. Die mechanischen Eigenschaften der getesteten Bioplastik-Produkte seien mit denen aus erdölbasierten Kunststoffen durchaus

Cellulose-Acetat in Granulatform

vergleichbar, die thermischen Kennwerte jedoch niedriger, mit Ausnahme des deshalb für die Föhne verwendeten Cellulose-Acetats und des PHBV. Das Beimischen von Naturfasern wirkte sich positiv auf die Restkühlzeit, Entformbarkeit und Festigkeit aus. Allerdings haben die Fasern auch eine Dochtwirkung, was für das Brandverhalten ungünstig sein könne.

Tatsächlich besitzen biobasierte Kunststoffe bei bestimmten Anwendungen auch eindeutige Vorteile gegenüber den herkömmlichen Materialien. PLA wird für Verpackungen zum Beispiel auch deshalb eingesetzt, weil seine Wasserdampfdurchlässigkeit besser ist. Einige biobasierte Polyamide sind beständiger gegen Chemikalien. „Diese zum Teil hochpreisigen Produkte verkaufen sich über ihre vorteilhaften Eigenschaften", sagt Lützkendorf.

Kein Verkaufsrenner – noch nicht

„Als Beitrag zum weltweiten Klimaschutz verarbeiten wir Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen" – so vermarktet Efbe die Serie aus Haartrocknern und Frisierstäben. Doch als Verkaufsschlager hat sich der Bio-Föhn bislang nicht erwiesen. „Das Problem ist einfach der Preis", sagt Heyder. Aufgrund des teureren Bioplastiks kostet der Föhn etwas mehr. Dies könne sich aber bald ändern, meint Lützkendorf. „Wir rechnen fest damit, dass in den nächsten Jahren die Biopolymere mengen- und anteilsmäßig zunehmen und damit günstiger werden." Der steigende Erdölpreis wird ein Übriges dazu tun. Das Interesse der Industrie an nachwachsenden Rohstoffen nimmt denn auch spürbar zu. Seit einiger Zeit ist es Leitlinie des japanischen Autokonzerns Toyota, im Innenbereich der Autos Biopolymere einzusetzen. „Es ist zu erwarten, dass andere Automobilanbieter nachziehen", sagt Müller, die am TITK ein neues Projekt betreut, in dem verschiedene biogene Kunststoffe auf die im Autoinneren nötigen Erfordernisse hin untersucht und optimiert werden. Entsprechend häufig frage die Industrie das Know-how des TITK ab. „Bis zu einem Drittel unserer Forschungsaufträge befassen sich mit Biopolymeren", sagt Lützkendorf.

Für Heyder und die Efbe war der biobasierte Föhn nur der Anfang. In China, wo die Firma Efbe vorwiegend produzieren lässt, werden derzeit versuchsweise je zehn Prototypen von Wasserkochern, Toastern und Kaffeemaschinen aus dem für den Bio-Föhn verwendeten Cellulose-Acetat gespritzt. Ob sich das Material für diese Anwendungen genauso eignet, ist nicht sicher. Aber einen Versuch ist es wert, meint Heyder.

Kontakt: johannes_heyder@efbe-schott.de
luetzkendorf@titk.de
Text: Sascha Karberg
Bilder: Dörthe Hagenguth

Potenziale erschließen -

Spät geernteter, silierter Hybridroggen schnitt in den Versuchen von Thilo Lehmann (li.) und seinen Mitarbeitern besonders gut ab. Mithilfe von Bioextrusion kann man ihn als Biogassubstrat nutzen.

– dank Bioextrusion

Interview mit Thilo Lehmann

Geschäftsführer der Lehmann Maschinenbau GmbH

Sie haben den viel beachteten Doppelschneckenextruder mit ihren Maschinenbauern in Pöhl in Sachsen entwickelt. Wann kamen Sie auf die Idee, das Extrusionsverfahren, das vorher bereits für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe eingesetzt wurde, auf die Biogasproduktion zu übertragen?

▶ Das war 2004, als das Erneuerbare-Energien-Gesetz erstmals novelliert wurde. Damals waren die meisten Biogasanlagen noch ausschließlich Gülleanlagen. Mit der Novellierung wurden plötzlich die Feldfrüchte interessant – für die Biogasproduktion daraus bekam man einen Bonus. Das war für mich der Zeitpunkt, wo ich gesagt habe: Dann aber richtig – die Bauern brauchen jetzt den Aufschluss von allen möglichen Energiestoffen in großem Maßstab! Mir war schnell klar, dass gerade auch Fasermaterial für die Biogasproduktion genutzt werden sollte – hiervon haben die Landwirte schließlich mehr als genug: Mist, nicht siliertes Maisstroh, Rapsstroh, Landschaftspflegematerial, Miscanthus, im Ausland auch Bambus, Bananenstauden, Kokosnussreste wie Stiele, Blätter, Fruchtansätze, also verholzte Pflanzen. Ob sich sogar Materialien wie Baum- und Heckenschnitt, bei denen der Holzanteil überwiegt, mittels Extrusion in der Biogasanlage verwerten lassen, prüfen wir noch.

Mein Ziel war, die Biogasausbeuten aus diesen Materialen mithilfe von Bioextrusion nicht nur zu ermöglichen, sondern ebenso kräftig zu steigern, damit sich ihr Einsatz auch wirklich lohnt. Und es funktioniert tatsächlich.

Thilo Lehmann experimentiert mit diversen Rohstoffen.

Was kann die Extrudertechnik, in Zahlen ausgedrückt, leisten?

▶ Versuchsreihen haben ergeben, dass die Extrusion die Biogaserträge um 11,7 bis 84 Prozent steigern kann – je nachdem, welche Biomasse verwendet wird. Gleichzeitig beschleunigt sich die Vergärung: In Versuchen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft erreichte die Anlage mit Bioextrusion schon nach 12 Tagen Gaserträge, die bei Mais normalerweise nach 30 Tagen anfallen. Bei Gras waren übliche Erträge sogar schon nach 8 statt nach 30 Tagen messbar.

Wer sich diese Zusatztechnik zulegt, kann nach 2,2 bis 4 Jahren über die Mehrerträge die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten erwirtschaften.

Die Bioextrusion ist aber auch aus einem anderen Blickwinkel heraus interessant: Es kann Biomasse zum Einsatz kommen, die nicht in Widerspruch zur Nahrungsmittelproduktion steht oder es verbessern sich zumindest die Methanerträge pro Hektar Anbaufläche deutlich und damit die Ressourceneffizienz.

Wie kommt die höhere Biogasausbeute zustande?

▶ Die Mikroben kommen durch den Aufschluss bis auf Zellebene besser an die dort verborgenen Nährstoffe heran. Sie bekommen damit unterm Strich mehr Futter und mehr Fläche, auf der sie siedeln können. Durch den thermischen Aufschluss werden Fünf- und Sechsfachzucker aus den Zellulosen von Ligninschichten befreit und stehen besser für die Methanbildung zur Verfügung.

Insgesamt sind die Stoffwechselvorgänge in der Biogasanlage aber komplex, es geht beispielsweise auch um ein optimales Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis, gerade bei stärke- und eiweißhaltigen Substraten und Pflanzenmaterial. Die Extrusion verbessert dieses Verhältnis und sorgt so dafür, dass weniger Buttersäure entsteht, die wiederum den Gärprozess hemmen und damit die Methanausbeute senken würde.

Der Bioextruder verbraucht auch Energie. Unterm Strich bleibt also von der Biogassteigerung dann doch weniger Gewinn übrig?

▶ Das ist ein sehr interessanter Punkt: Die Bioextrusion spart deutlich Rührenergie ein. Das bestätigen Kunden, die das Verfahren anwenden. Bei gleicher Substratauslastung war weitaus weniger Rühraufwand nötig: statt 40 Minuten nur noch 12 Minuten pro Stunde. Und diese eingesparte Energie entspricht fast der Energie, die der Extruder verbraucht. Die Biomasse neigt außerdem nicht mehr zur Schwimmschichtbildung und ist gutmütiger in der Bearbeitung beim Rühren, Pumpen, Fließen und hat eine höhere Abbaugeschwindigkeit – auch das steigert die Wirtschaftlichkeit.

Wie könnte der Extruder – wenn er denn großflächig eingesetzt würde – die Biogasproduktion verändern?

▶ Die Potenziale sind enorm, da sich die Palette der einsetzbaren Substrate mit einem Schlag stark erweitert – Substrate, von denen gerade Landwirtschaftsbetriebe mehr als genug haben, sie bisher aber nicht verwerten können. Denken wir nur an den Grasüberschuss, der wegen der zurückgehenden Milchproduktion und der sich ändernden Fütterungsweise immer weiter zunimmt. Wer kann schon von sich behaupten, dass er seine Anlage zu 90 Prozent mit Gras, Rinderfestmist, Stroh oder auch Rapsstroh fährt? Keiner! Mit der Bioextrusion kann jeder Landwirt in Deutschland all das in großen Mengen in sei-

ner Biogasanlage verwerten – das ist wirklich ein enormes Potenzial. Nicht zuletzt kann so auch die Fruchtfolge auf den Feldern wieder vielfältiger werden, Mais allein kann es auf Dauer ja nicht sein. Der Klimawandel wird den Anbau von Mais ohnehin zunehmend erschweren, denn er reagiert empfindlich auf Trockenheit.

Bei welchen Rohstoffen ist die Extrusion besonders interessant?

▶ Zum einen beim Raps- und Maisstroh nach der Kornernte. Damit es auf dem Feld verrottet, braucht es eine gewisse Temperatur. Deshalb läuft diese Kompostierung meist erst ab April – also in Konkurrenz mit dem Pflanzenwachstum. Dieser Effekt ist nicht unerheblich. Untersuchungen, noch aus DDR-Zeiten, verweisen auf einen Ernteverlust von 3 bis 7 Prozent. Der Bauer tut sich also keinen Gefallen, wenn er den Verschnitt einfach nur unterpflügt. Er sollte ihn lieber in die Biogasanlage einbringen und den Gärrest als Dünger verwenden. Zum anderen untersuchen wir seit 3 Jahren Hybridroggen, der 10 Tage vor der Erntereife mit 70 Prozent Trockensubstanz geerntet, siliert und als Koferment eingesetzt wird. Bislang nutzen die Biogas-Landwirte Roggen überwiegend als Zwischenfrucht und bringen ihn als sogenannten Grünroggen vor der Maisaussaat aus. Bei der Ernte hat er dann nur 22 Prozent Trockensubstanz (TS). Der von uns untersuchte Hybridroggen, der als Hauptfrucht angebaut wird, ist bei der Ernte strohähnlich und hat wie gesagt ca. 70 Prozent TS-Gehalt, kann aber mit Bioextrusion als Ganzpflanze sicher verarbeitet werden. Damit bringt er ähnliche Erträge wie die Kombination Mais-Grünroggen auf die Waage und hat zudem weitere Vorteile: Saatgut und Verarbeitung sind günstiger, der Bodenwert wird verbessert, durch den späteren Erntetermin umgeht man die Brut- und Setzzeit vieler Wildtiere, der Landwirt hat nur einen Aussaat- und Erntetermin statt zwei, und der Hybridroggen nutzt die winterliche Feuchtigkeit und ist dadurch ertragssicherer als Mais.

Wie verläuft die Markteinführung des Bioextruders, gibt es derzeit noch Hemmnisse, wünschen Sie sich Partner für Produktion und Vertrieb?

▶ Wir würden gerne mit Vertriebs- und Kooperationspartnern in In- und Ausland zusammenarbeiten, zum Beispiel mit Planern, Verbänden und Anlagenbauern. Uns schwebt ein Netzwerk vor, um die Bioextrusion noch bekannter zu machen und die Vorteile für den Kunden zu verdeutlichen. Dazu gehört auch, Weiterbildungen, Anleitung und Betreuung für unsere Anlagen zu organisieren. Forschungs- und Laboreinrichtungen möchten wir zudem gerne dafür gewinnen, ortsübliche, bisher nicht genutzte Biomassen auf ihre Biogasproduktivität zu untersuchen. Im Anschluss daran könnte die gemeinsame Entwicklung von Lösungen für die Verwendung dieser Substrate in Biogasanlagen stehen.

Kontakt: a.voelkel@lehmann-maschinenbau.de
Text und Interview: Corina Niebuhr
Bilder: Dörthe Hagenguth

Die Schnecken im Bioextruder bewegen sich gegenläufig.

Bioextrusion

Das von der sächsischen Firma Lehmann Maschinenbau GmbH entwickelte Verfahren der Bioextrusion steigert die Gaserträge aus Biomasse teils erheblich. Dabei variieren die möglichen Steigerungsraten je nach Substrat stark: von 11 Prozent bei Putenmist über 14 Prozent bei Maissilage, 26 Prozent bei Grassilage bis hin zu 84 Prozent bei entwässerten Gärresten.

Die Bioextrusion basiert auf einem hydrothermalen, thermomechanischen Aufschluss in einem Doppelschneckenextruder. Dabei wird das eingesetzte Substrat mittels Druck und hoher Temperatur – wobei sich mehrfach Druck- und Entspannungszyklen im Gerät abwechseln – zerkleinert und teils bis in die Zellstruktur aufgeschlossen. Dies geschieht durch Wasserdampf, der in den Zellen entsteht und sie bei der Entspannung zum Platzen bringt. Resultate sind eine stark vergrößerte Oberfläche und eine bessere biochemische Verfügbarkeit der Stoffe für die Bakterien, was den Gärprozess beschleunigt und höhere Umsetzungsraten ermöglicht.

Mit Bioextrusion wird zudem der Einsatz von Faserpflanzen für die Biogasproduktion lukrativ. So vorbehandelt erbrachte selbst strohiger Kuhmist gute Methanerträge. Das Verfahren erweitert die Palette der einsetzbaren Biomassesubstrate erheblich. Auch der Einsatz von Feldfrüchten mit sehr hohem Trockensubstanzgehalt wie Hybridroggen (TS 70 Prozent) funktionierte in Praxistests mit der Bioextrusion vorbildlich.

2009 erhielt Lehmann Maschinenbau für die Entwicklung des Verfahrens zwei Preise: Die Bioextrusion zählt zum einen zu den Preisträgern der Initiative „Deutschland, Land der Ideen“, die gemeinsam von Bundesregierung und deutscher Wirtschaft getragen wird. Zudem erzielte die Bioextrusion Platz zwei bei der Ausschreibung zum Sächsischen Innovationspreis.

FILTER

Pillen aus Zucker

Saccharose, auch Sucrose genannt, ist ein farb- und geruchloser kristalliner Stoff mit süßem Geschmack, Summenformel $C_{12}H_{22}O_{11}$. So beschreibt ein chemisches Lexikon unseren Haushaltszucker, den wir in den Kaffee oder Tee rühren. Letztlich ist auch dieses Naturprodukt nichts anderes als eine Chemikalie.

Tatsächlich nutzt die chemische Industrie Zucker bereits heute in größerem Umfang als Ausgangssubstanz für ihre Produkte. In Deutschland werden jährlich etwa 100.000 Tonnen verwendet, um daraus Vitamine, Antibiotika oder Enzyme herzustellen. Dabei wird die aus Zuckerrüben gewonnene Saccharose weiterhin als „Nahrungsmittel" eingesetzt: In der sogenannten Fermentation dient sie als Futter für Bakterien, die genetisch so verändert wurden, dass sie den gewünschten Stoff in großen Mengen produzieren.

Neuer Rohstoff und neuer Prozess

„Das Besondere an unserem Projekt ist, dass wir einen kompletten Produktionsprozess in der chemischen Industrie auf Basis dieses nachwachsenden Rohstoffs etabliert haben", sagt Andreas Karau, Leiter der Forschung, Entwicklung und Qualitätssicherung bei der Evonik Rexim, einer französischen Tochtergesellschaft von Evonik. Sein Unternehmen stellt jedes Jahr viele Tonnen einer ganz besonderen Klasse von Substanzen her: Aminosäuren. Sie sind die Bausteine für Proteine, die wiederum die Grundbausteine für alle Zellen in Lebewesen sind. Haupteinsatzgebiet der Aminosäuren von Evonik ist die Herstellung von Medikamenten, Infusionen, Spezialnahrung und Kosmetika.

Bis 2006 wurden viele Aminosäuren bei Evonik Rexim aus tierischen Rohstoffen hergestellt. Ausgangsmaterial war zum Beispiel das Protein Keratin, das man aus Federn gewinnen kann. Es wurde mithilfe von Wasser und Säure aufgespaltet und die dabei entstehenden Aminosäuren über chromatografische Verfahren getrennt. Auch Tierknochen wurden auf diese Weise zur Herstellung von Aminosäuren genutzt. „Die Rohstoffqualität war gleichbleibend gut und aus einer Vorlage ließen sich bis zu 15 verschiedene Aminosäuren gewinnen", sagt Andreas Karau. „Trotz wissenschaftlich bewiesener Unbedenklichkeit haben aber Diskussionen um BSE und Schweinepest bei den Kunden zu einem Umdenken geführt." Schließlich war klar, dass die Aminosäureproduktion von Evonik ohne eine Alternative zu tierischem Ausgangsmaterial keine Zukunft hätte. Denn auch Umweltargumente sprechen gegen das herkömmliche Verfahren: Zum einen benötigt es relativ viel Energie, zum anderen fallen nach der Zersetzung der Federn oder Knochen mit Säure als Abfallprodukt Salze an, die entsorgt werden müssen. Die Forscher von Evonik Rexim wollten also möglichst rasch eine alternative Produktionsmethode etablieren – bevor Mitbewerber den Markt unter sich aufteilen. Sie begannen, nach Bakterienstämmen für die Herstellung von Aminosäuren zu suchen.

Keine Auftrennung der Aminosäuren mehr nötig

Das Prinzip ist einfach: In großen Kesseln, den Fermentern, werden die Bakterien mit Zucker gefüttert. Wichtige Parameter wie pH-Wert, Temperatur, Sauerstoff- und Stickstoffzufuhr, Zuckergehalt und Rühr-Einstellungen können hier genau geregelt werden. Der Prozess der Fermentation läuft über mehrere Tage in verschiedenen Phasen ab. Zunächst lässt man die Bakterien sich vermehren, dann werden die Bedingungen im Bioreaktor so verändert, dass die Bakterien die gewünschte Aminosäure produzieren. Gegenüber der Herstellung aus tierischen Ausgangsstoffen hat dieses Verfahren einen weiteren, entscheidenden Vorteil: Während man beim Aufspalten eines Proteins wie Keratin immer mehrere Aminosäuren erhält, die aufwendig getrennt werden müssen, kann man mit einem molekularbiologisch optimierten Bakterium gezielt eine einzelne Aminosäure gewinnen. „Dies hat für uns den großen Vorteil, dass wir flexibel auf die Entwicklung des Marktes reagieren können“, sagt Karau.

Die ersten drei Aminosäuren, die die Evonik-Entwickler ins Auge gefasst hatten, waren L-Valin, L-Prolin und L-Isoleucin. Alle drei sind unter anderem Bestandteile von Infusionslösungen für die künstliche Ernährung und werden für Babynahrung verwendet. L-Valin und L-Prolin sind zudem wichtige Bestandteile von Arzneimitteln. „Auf der Suche nach einem Bakterienstamm, der für den eigenen Stoffwechsel schon viel L-Valin produziert, wurden wir in einem Forschungsinstitut in Asien mit Bakterien der Art *Corynebacterium glutamicum* fündig“, erzählt Andreas Karau. Genaueres will er nicht verraten, denn solche „Produktionsstämme“ sind bei jedem Unternehmen ein wohlgehütetes Betriebsgeheimnis. „Als wir den Stamm gefunden hatten, ging die eigentliche Arbeit allerdings erst richtig los“, sagt Karau.

Entwicklung der Bakterienstämme

Mithilfe von Chemikalien und mit UV-Strahlen erzeugten die Forscher Mutationen in den Bakterien. Einige davon führten dazu, dass sie noch mehr L-Valin produzierten. Nun sequenzierten die Wissenschaftler die DNA dieser Mikroorganismen und die DNA des Ausgangsstamms und verglichen sie miteinander. So konnten sie ermitteln, welche Gene die Produktion von L-Valin begünstigen und welche sie hemmen. „Die Frage war immer, wo der „Bottleneck" ist, das Glied in der Reaktionskette, das eine noch größere Produktion von Valin verhindert", sagt Karau. Schließlich brachte das Ausschalten eines ganz bestimmten Gens den Durchbruch.

Nach dieser sogenannten rationalen Stammentwicklung folgte die Prozessentwicklung: Wie muss die Fermentation genau gesteuert werden, um eine maximale Valin-Ausbeute zu erhalten? Hier zeigte sich, dass ein zu schnelles Zufüttern von Zucker kontraproduktiv war. Vom Nahrungsangebot überfordert, versuchten die Bakterien, den Zucker möglichst rasch umzusetzen und produzierten zahlreiche Nebenprodukte. Aus diesem Grund muss das Nahrungsangebot für die Bakterien in bestimmten Fermentationsphasen möglichst knapp gehalten werden.

Hochreine Produkte

„Der letzte Schritt in der Prozesskette ist sehr wichtig", erzählt Andreas Karau: Mithilfe von Ultrafiltration und Kristallisationsverfahren werden die Aminosäuren von noch in Spuren vorhandenen Nebenprodukten gereinigt. „Dies muss sehr sorgfältig geschehen, damit sie auch die hohen Standards für den medizinischen Einsatz erfüllen", sagt Karau.

Inzwischen produziert Evonik 14 Aminosäuren mittels Zuckerfermentation. „Die Umstellung auf das neue Verfahren brachte auch eine deutliche Kostenreduktion", so Karau. Die letzten 3 Aminosäuren kamen 2009 ins Portfolio: L-Homoserin, L-Ornithin und L-Tryptophan. Homoserin ist ein wichtiger Baustein für die Synthese komplexerer Moleküle zum Beispiel eines Migränemittels. Ornithin unterstützt die Leberfunktion beim Menschen, Tryptophan wiederum gilt als natürliches Antidepressivum, es stabilisiert das Blutplasma und ist Bestandteil eines Potenzmedikaments. L-Tryptophan konnte durch die Fermentation auch erstmals in großen Mengen industriell hergestellt werden: Da es sehr empfindlich gegenüber Säuren ist, zerfällt es in den sauren Lösungen, die für die Extraktion aus tierischen Proteinen verwendet werden.

Markteinführung erfolgreich

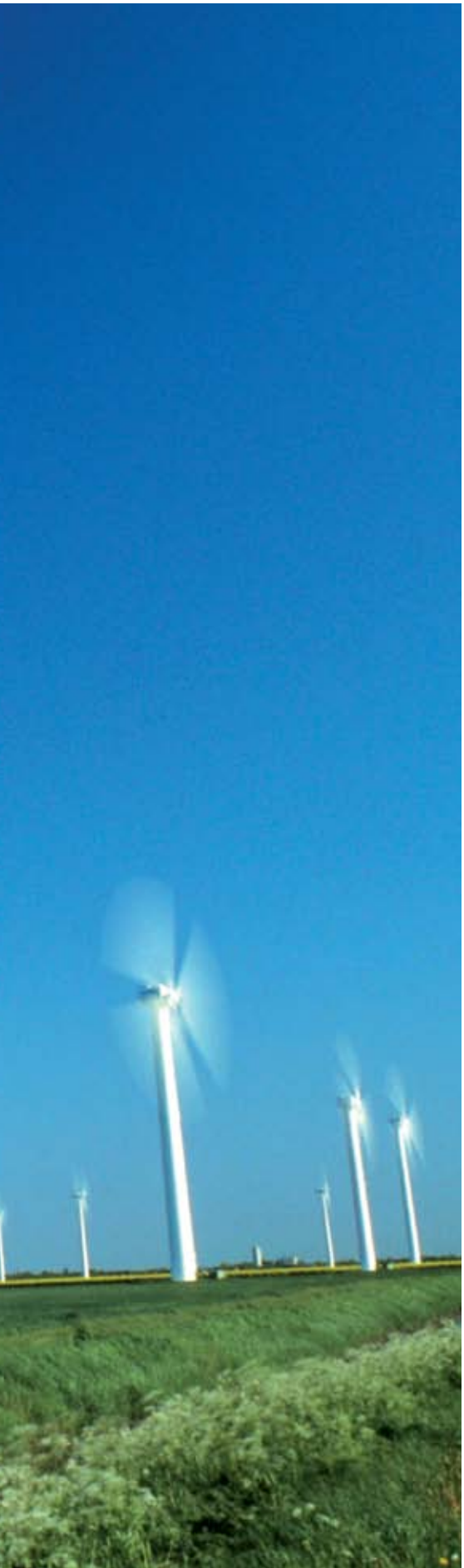
„Da wir unsere Aminosäuren aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen, können sie als natürliche Produkte eingestuft werden, was einen weiteren Wettbewerbsvorteil darstellt", sagt Andreas Karau. Die Markteinführung aller Aminosäuren ist mittlerweile erfolgreich abgeschlossen, inklusive der wichtigen Zertifizierungsverfahren für die Pharmaindustrie. Mit einem Marktvolumen von mehreren 100 Millionen Euro und überdurchschnittlichen Wachstumsraten, die je nach Anwendungsgebiet zwischen 5 und 10 Prozent pro Jahr betragen, haben sich die Spezialaminosäuren bei Evonik als wichtiges Geschäftsfeld etabliert. Und für die deutschen Zuckerproduzenten inklusive der vorgelagerten Landwirte hat sich ein neuer Absatzmarkt erschlossen – auch wenn Evonik nichts über seine Zulieferbetriebe verraten möchte und das Absatzvolumen in diesem Bereich relativ gering ist. Zum Vergleich: In die Produktion von L-Lysin, das schon länger als Futtermittelzusatz in sehr großen Mengen fermentativ hergestellt wird, gehen jährlich weltweit 2 Millionen Tonnen Zucker. Die weltweite Jahresproduktionsmenge von L-Valin hingegen liegt bei unter 100 Tonnen, was einem Zuckerbedarf von maximal 200 Tonnen entspricht. Für Pharmahersteller wie Evonik ist der neue Spezialchemikalien-Markt allerdings hochinteressant – sie können damit ein Vielfaches an Wertschöpfung realisieren.

Kontakt: andreas.karau@evonik.com
Text: Wolfgang Richter
Illustrationen: Christoph Hoppenbrock

„Da wir unsere Aminosäuren aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen, können sie als natürliche Produkte eingestuft werden, ein weiterer Wettbewerbsvorteil." Andreas Karau, Evonik Rexim

Reibungslos mit Bioschmierstoffen

Moderne Windkraftanlagen benötigen große Mengen an Schmierölen und -fetten. Bioschmierstoffe auf der Basis nachwachsender Rohstoffe sind dafür eine interessante Alternative.



Mächtig ragen sie in die Luft, mehr als 100 Meter hoch. Mal eins, mal zwei, manchmal zehn oder zwanzig. Aus der Ferne wirkt es bisweilen wie ein leichtfüßiges Ballett, wenn Windräder die Wogen der Lüfte in elektrischen Strom verwandeln. Doch je näher man ihnen kommt, desto mehr wird man gewahr, welch gewaltige Kräfte auf die riesigen weißen Flügel wirken.

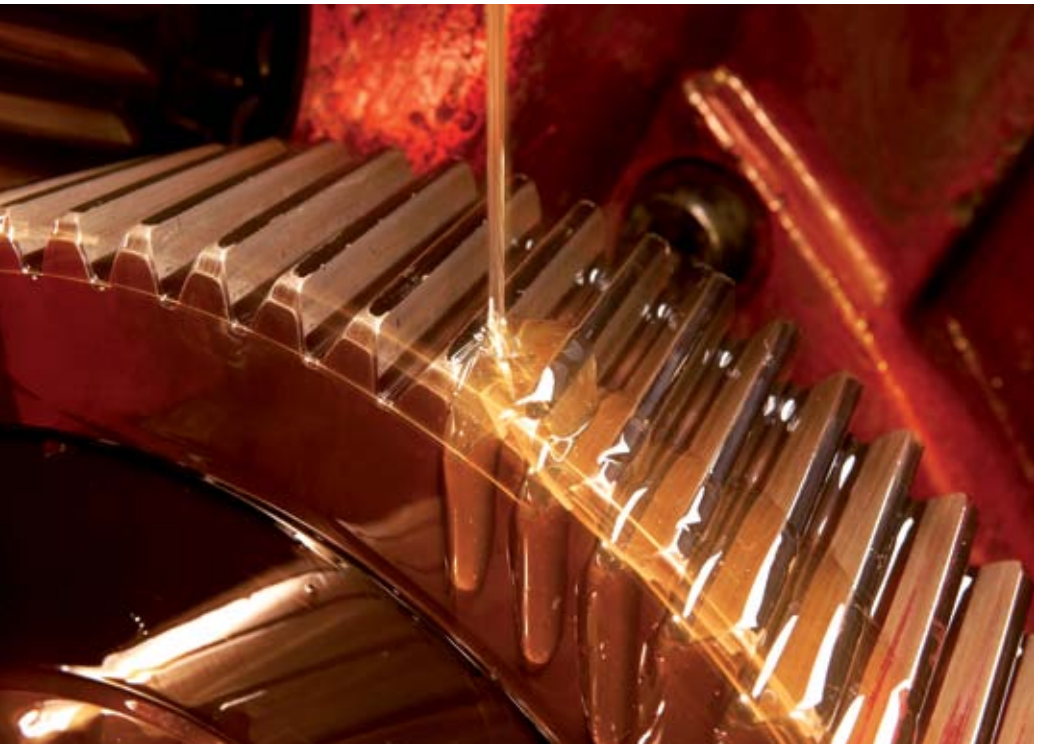
Sobald der Wind weht, beginnt sich alles zu drehen: Der Rotor samt Gondel, die den Generator beherbergt, dreht sich in den Wind, die Rotorblätter richten sich einzeln aus und fangen an zu kreisen. Über das Hauptgetriebe bringen sie den Generator in Schwung. Zwischen 5.000 und 8.000 von den 8.760 Stunden eines Jahres dreht sich ein Windrad in Deutschland. Im Jahr 2010 trugen die 21.600 installierten Windkraftanlagen rund 6 Prozent zur Stromversorgung bei.

Bis zu 1.000 Liter Öl pro Anlage

Damit das alles möglichst reibungslos vonstattengeht, geht, sind in einer modernen Windkraftanlage hochwertige Schmierstoffe im Einsatz. Das können mehrere hundert bis zu tausend Liter Öl in Getrieben und Hydrauliksystemen sein sowie bis zu 200 Kilogramm Fett in den verschiedenen Lagern. Wie bei Kraftstoffen gibt es auch bei Schmierstoffen die Möglichkeit, erdölbasierte Produkte durch solche biogenen Ursprungs zu ersetzen. „Der Vorteil ist: Sie sind umweltfreundlicher, nicht toxisch, schnell biologisch abbaubar und sie machen die Erzeugung von Windkraft noch nachhaltiger“, sagt Dirk Kempkes, Winlub-Projektleiter vom Schmierstoffspezialisten Fuchs. Das ist besonders interessant für Windkraftanlagen, die in empfindlichen Ökosystemen stehen, wie in Naturschutzgebieten, auf Feldern, wo Lebensmittel produziert werden, oder offshore in sensiblen, küstennahen Gewässern. Denn sowohl im laufenden Betrieb als auch durch Defekte oder bei routinemäßigen Wartungsarbeiten gelangen im Schnitt etwa 5 Prozent des Öls in die Umwelt.

Es sind bereits einige Hundert biogene Schmierstoffprodukte auf dem Markt. Ihr Marktanteil ist bisher allerdings gering: Von den jährlich in Deutschland verbrauchten eine Million Tonnen machen sie nur etwa 35.000 Tonnen aus. Sie werden aus Ölpflanzen wie Raps, Sonnenblumen oder Soja hergestellt, indem das Pflanzenöl aufgereinigt und chemisch zu synthetischem Esteröl veredelt wird. Um die Verschleißschutzeigenschaften und die Alterungsbeständigkeit für die diversen Einsatzgebiete zu optimieren, werden ihnen – wie mineralischen Schmierstoffen auch – Additive zugesetzt.

Grundsätzlich müssen Bioschmierstoffe mit weit weniger Additiven versetzt werden als herkömmliche Öle. Denn sie sind polar, das heißt, sie neigen dazu, Metalloberflächen zu benetzen, anstatt Tröpfchen auf ihnen zu bilden. Ihre Schmiereigenschaften sind also schon von Natur aus günstiger.



Befüllung eines Windkraftgetriebes mit biogenem Schmierstoff bei der Wartungsfirma Multigear in Mendig.

Bei der Firma Fuchs in Mannheim werden Tests zur Bestimmung der Alterungsstabilität von biobasiertem Schmieröl durchgeführt.

Härtetest gegen Vorurteile

Ob biogene Schmierstoffe auch für den Einsatz in Windkraftanlagen geeignet sind, sollte das von 2004 bis 2008 laufende Projekt Winlub zeigen. Unter Federführung von Fuchs Lubritech und Fuchs Europe, Hersteller von Spezialschmierstoffen, waren der Windenergieanlagenbauer GE Wind, der Getriebehersteller Bosch Rexroth, die Lagerspezialisten SKF und Thyssen-Krupp Rothe Erde sowie der Filterhersteller HYDAC Filtertechnik und das Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung der RWTH Aachen beteiligt.

Sie haben den Einsatz von Schmierstoffen untersucht, die in dem Vorgängerprojekt Afrilub speziell für den Einsatz in Windkraftanlagen entwickelt worden waren und die der Hersteller Fuchs bereits im Angebot hat. Die in diesem Rahmen bereits erzielten positiven Ergebnisse sollten durch den Winlub-Härtetest auf speziellen Prüfständen und in Feldversuchen nochmals bekräftigt werden. Dabei wurden jeweils synthetische biogene mit konventionellen synthetischen Referenzschmierstoffen auf Erdölbasis, sogenannten PAOs (Polyalphaolefine), verglichen. Bei den Anwendern bestünden aufgrund früherer schlechter Erfahrungen immer noch Vorurteile gegen Bioschmierstoffe, die mit diesen spezialisierten Tests nun ausgeräumt werden sollten, sagt Kempkes.

Technische Vorteile

Sein Fazit fällt äußerst positiv aus: „Die untersuchten biogenen Schmierstoffe haben die Anforderungen komplett erfüllt, sowohl in den Blatt- und Turmlagern als auch in den besonders hoch belasteten und langsam laufenden Rotorlagern. In einigen Punkten haben sie sogar erhebliche Vorteile.“ So zeigte Winlub, dass mit dem Einsatz von Bioschmierstoff die Temperatur in den Rotorlagern sank – Folge einer geringeren Reibung, die wiederum in höheren Wirkungsgraden und weniger Verschleiß resultiert. Dabei sind die Produkte hitze-

und kältebeständiger als Mineralöle, die bereits bei -10 bis -15 Grad Celsius stocken, während biogene bis -35 oder sogar -40 Grad Celsius flüssig bleiben – interessant zum Beispiel für den Einsatz in Nordeuropa oder Kanada. Und sie besitzen von Natur aus eine bessere Schmierkraft. Daher brauchen sie geringere Mengen an Additiven, was günstiger für die biologische Abbaubarkeit ist. Übrigens besteht keine Gefahr, dass der biologische Abbau schon im Getriebe beginnt: Dort fehlt den Mikroben, die das Öl z.B. im Erdboden zersetzen könnten, das richtige Milieu.

Den Einfluss von Umwelt- und Klimabedingungen, denen Windkraftanlagen standhalten müssen, haben die Projektpartner auf Prüfständen systematisch untersucht. Dabei haben sie die Schmierstoffe in unterschiedlichen Getriebe- und Lagertypen durch wechselnde Betriebstemperaturen und Verunreinigungen, insbesondere Feuchtigkeit, belastet. Die Feldversuche fanden in 3 Windparks statt: Öle wurden im Windpark Bockelwitz/Sachsen getestet, Fette in Neu Zauche/Brandenburg und Saubusch/Sachsen, jeweils auf 1,5-Megawatt-Anlagen von GE Wind.

Um festzustellen, ob der Verschleißschutz gewährleistet ist und bleibt, wurden einerseits die Öle auf Rückstände von Metallabrieb untersucht. Andererseits wurden die Lager und Getriebe endoskopisch inspiziert, um eventuelle Schäden zu entdecken. Fazit: Auch nach dreijährigem Feldeinsatz erfüllte das biogene Öl alle Prüfkriterien. Und auch für das biologisch schnell abbaubare Fett gab es keine Beanstandungen.

Neues GE-Getriebe mit Bioschmierstoff

Bei ihren Untersuchungen legten die Forscher auch ein besonderes Augenmerk auf die Verträglichkeit der neuen Schmierstoffe mit den übrigen Materialien wie Lacken, Dichtungen und diversen Kunststoffen. Da sie bei ihren Beobachtungen keine Probleme feststellen konnten, rüstete GE Wind sogar den Prototyp ihrer neuen 2,75-Megawatt-Anlage mit Bioschmierstoffen aus. Das Getriebe dieser Anlage wurde schon in der Entwicklungsphase auf den Einsatz biogener Schmierstoffe abgestimmt.

Die Filter sind essenzieller Bestandteil des Schmiersystems. Am Getriebe befindet sich eine Pumpe, die das Öl permanent durch ein Filtersystem pumpt. Bei einer Geschwindigkeit von 100 Litern pro Minute und einem Volumen von 300 Litern ist das gesamte Getriebeöl alle drei Minuten gefiltert. Bei der Wahl der Filter für die neuen Öle muss darauf geachtet werden, dass sie keine Ölzusätze herausfiltern, die die guten Eigenschaften ausmachen.

Weniger Additive, weniger Wartung

Grundsätzlich müssen die Bioschmierstoffe allerdings mit weit weniger Additiven versetzt werden als herkömmliche Öle. Denn sie sind polar, das heißt, sie neigen dazu, Metalloberflächen zu benetzen, anstatt Tröpfchen auf ihnen zu bilden. Ihre Schmiereigenschaften sind also schon von Natur aus günstiger. Die geringere Menge an Additiven ist vermutlich auch die Ursache für eine andere äußerst positive Eigenschaft der Bioöle: Durch Eintrag von Feuchtigkeit können konventionelle Öle, die hohe Additivzusätze benötigen, nach einer gewissen Einsatzdauer zu Verschlammungen neigen, sodass etwa jedes halbe Jahr ein Filterwechsel ansteht. Dieses Intervall kann bei den Bioölen verdoppelt werden. „Das ist insbesondere für Offshoreanlagen ein Riesenvorteil, denn solche Wartungseinsätze auf See sind sehr kostspielig", meint Kempkes.

Im Rahmen von Winlub wurden nicht nur die Schmierstoffe und ihre Auswirkungen auf die Lager und Getriebe getestet. Der Projektpartner HYDAC Filtertechnik hat ein sogenanntes Condition-Monitoring-System entwickelt, mit dem der Zustand einzelner Komponenten der Windkraftanlage und auch des Ölsystems kontinuierlich fernüberwacht werden kann. Dazu werden die entsprechenden Komponenten mit Sensoren wie Partikelzähler, Ölsensor und Filterverschmutzungsanzeige ausgestattet, die ihre Messdaten elektronisch weiterleiten kann. Auf diese Weise ist es möglich, Schäden und Verschleiß frühzeitig zu erkennen.

Wirtschaftlich interessant

„Auch dieses System wird dazu beitragen, das Vertrauen der Anwender in die neuen Schmierstoffe zu stärken", ist Dirk Kempkes überzeugt. Noch spielen biogene Schmierstoffe für Windkraftanlagen mit einem Marktanteil von 5 Prozent eine untergeordnete Rolle. Doch das ändert sich langsam. Insbesondere, weil sie preislich auf einem ähnlichen Niveau liegen wie die zurzeit überwiegend eingesetzten synthetischen PAOs. Deren Marktanteil beträgt etwa 80 Prozent, der der nicht synthetischen Mineralöle circa 15 Prozent. „In Spanien hat GE Wind bereits etwa 600 Anlagen von PAO auf die von uns produzierten Öle und Fette umgestellt, weil sie wartungsfreundlicher sind und damit auch wirtschaftliche Vorteile versprechen. Und auch in Deutschland wurden mehrere Hundert Anlagen umgestellt", sagt Kempkes und hofft, den Marktanteil 2011 knapp verdreifachen zu können.

Wie viel Potenzial Fuchs im Windkraftmarkt sieht, zeigt auch die Gründung einer eigenen Fuchs Windpower Division innerhalb der Fuchs Petrolub AG. Zusammen mit den Projektpartnern aus Winlub I startete Fuchs im September 2011 das Folgevorhaben Winlub II. Diesmal kommt zu „Offshore" noch das Untersuchungsthema „Cold Climate" hinzu.

Kontakt: dirk.kempkes@fuchs-europe.de
Text: Uta Deffke
Bilder: Jörg Böthling, Hardy Müller

Stadtwerke Senden setzen auf Holzgas

Massiv wie eine Burg recken sich am Rand der schwäbischen Kleinstadt Senden mächtige Betontürme in den Himmel. In einem 22 Meter hohen Quader sitzt das Herz des neuen Biomassekraftwerks: Der 30 Tonnen schwere Holzvergaser wird zukünftig pro Tag zehn Lkw-Ladungen Holzhackschnitzel zu Gas verschwelen und rund 10.000 Haushalte mit Strom und Fernwärme versorgen. „Das dabei zum Einsatz kommende technische Verfahren zur Holzvergasung ist besonders energieeffizient und wird zur Energieerzeugung bisher noch kaum genutzt“, sagt Projektleiter Matthias Vitek von den Stadtwerken Ulm/Neu-Ulm (SWU).

„Ich kenne keine andere Biomasse-Feuerungsanlage, die einen so hohen elektrischen Wirkungsgrad erreicht.“

Matthias Vitek, Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm

Der Anlagenkomplex in der Bauphase, von links nach rechts: Vergasergebäude, Trocknungssilo, drei Lagersilos, Hackschnitzel-Anlieferungsbereich. Im Oktober 2011 ging das Kraftwerk in den Probebetrieb.

Allotherme Wirbelschichtvergasung nennt sich die Technik, bei der die Biomasse im Vergaser mit Wasserdampf in einem heißen Olivinsandbett verwirbelt und durch einen chemisch-physikalischen Vorgang in Produktgas umgewandelt wird. Die dazu benötigte Hitze liefern unvergaste Biomasseteilchen, die in einer parallelen Wirbelschichtbrennkammer bei 850 Grad unter Zugabe von Luft verbrennen. Das entstandene Gas wird gekühlt, gefiltert, gereinigt und in zwei Gasmotoren verstromt.

Erste Holzvergasungsanlage in dieser Größe

Vorbild für die neue Holzvergasungsanlage ist die Pilotanlage in Güssing im österreichischen Burgenland. In Österreichs erster energieautarker Gemeinde liefert ein ähnliches Biomassekraftwerk mit einem Wirbelschichtdampfvergaser seit 2003 Strom und Wärme. Nach der Prüfung aller auf dem Markt befindlichen Vergasungstechnologien hatten sich die SWU 2005 für das Güssinger Verfahren entschieden, da die dortige Anlage erfolgreich funktioniert. „Für Senden haben wir das Güssinger Konzept nicht nur optimiert, sondern wir streben mit einer Gesamtenergieleistung von gut 15 Megawatt auch die doppelte Leistung an. Die Holzvergasungsanlage ist damit von ihrer Leistung her die erste in diesem Maßstab“, erläutert Ingenieur Vitek.

Hoher elektrischer Wirkungsgrad

Um einen sehr hohen elektrischen Wirkungsgrad von 33 Prozent zu realisieren, nutzt die Anlage in Senden – anders als die in Güssing – zusätzlich einen Organic-Rankine-Cycle-(ORC-)Prozess. Durch eine Art Dampfkraftverfahren, das eine organische Flüssigkeit verwendet, wird ein Teil der bei der Kühlung und Verstromung des Gases entstehenden Abwärme in elektrische Energie umgewandelt. Die restliche Abwärme wandert direkt ins Fernwärmenetz. In der Summe kommt die Anlage in Senden so auf einen Gesamtwirkungsgrad von 80 Prozent.

Neben Holzhackschnitzeln aus der Region wollen die SWU künftig auch Schwemmgut ihrer Donau- und Iller-Wasserkraftwerke sowie Baum- und Strauchschnitt aus den umliegenden Städten verschwelen. Wie die Anlage in Senden das Material verkraftet, muss sich in der Praxis aber erst noch zeigen.

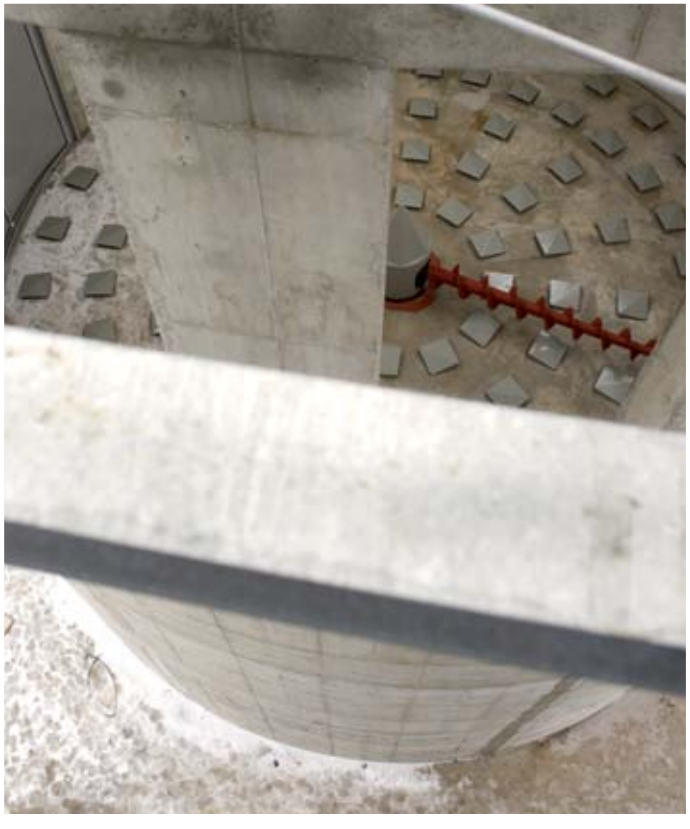
Austragsschnecke in einem der Lagersilos.
Jedes Lagersilo bietet Platz für 600 Kubikmeter Hackschnitzel.

Gasreinigung mit Biodiesel

Technisch zum Problem könnten auch Teerteilchen werden, die bei der Biomassevergasung entstehen und nachgelagerte Anlagenteile verkleben und beschädigen. Verhindern soll dies Rapsmethylester, ein alternatives Lösungsmittel, mit dem das Gas gereinigt wird. Der belastete Rapsdiesel wird anschließend nicht entsorgt, sondern trägt in der Brennkammer zur Stützfeuerung des Vergasungsprozesses bei.

Jährlich 36 Millionen Kilowattstunden elektrische Energie und 41 Millionen Kilowattstunden Wärme soll das Holzvergasungskraftwerk künftig erzeugen. Etwa 40.000 Tonnen klimaschädliches Kohlendioxid spart es nach Angaben der SWU gegenüber einer herkömmlichen Anlage ein. Mit Kosten von 33 Millionen Euro wird das Kraftwerk allerdings etwa 20 Millionen teurer sein als ein vergleichbares, mit Erdgas befeuertes Blockheizkraftwerk. Dennoch gilt die Holzvergasung als Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu einer leistungsfähigen Nutzung von Bioenergie. Die Herausforderung für die Stadtwerke besteht nun darin, das Holzheizkraftwerk auch langfristig wirtschaftlich erfolgreich zu betreiben.

Kontakt: matthias.vitek@swu.de
Text: Almut Bruschke-Reimer
Bilder: Hardy Müller



Blick von oben in das Trocknungssilo – hier werden die Hackschnitzel auf ca. 20 Prozent Restfeuchte getrocknet.

Mehr Vielfalt auf dem Biogas-Acker mit der Durchwachsenen Silphie

Lutz Trautmann schaut über ein Stück flaches Land am Ortsrand von Hedersleben in Sachsen-Anhalt. Es ist Winter. Früher reihten sich hier die Parzellen einer Schrebergartensiedlung aneinander. Heute ist knapp 1 Hektar der Fläche Experimentierfeld der Agrargenossenschaft Hedersleben: Im Boden stecken zarte Jungpflanzen der Durchwachsenen Silphie *(Silphium perfoliatum),* im Folgenden „Silphie" genannt – eines rasant wachsenden Korbblüters, der mindestens 10 Jahre in Folge gedeiht und als Energiepflanze eine potenzielle Alternative zum Mais ist.

Bislang gilt die Silphie aber als Neuling, als ein Gewächs, das bei der Etablierung mitunter noch Probleme macht. Trautmann, Vorstandsvorsitzender der Agrargenossenschaft Hedersleben, inspiziert die Pflänzchen zu seinen Füßen genauer, die jeweils vier, fünf blassgrüne Blätter vorweisen. Von einer „kräftigen Rosette", die sich eigentlich im ersten Wachstumsjahr ausbilden soll, ist noch nicht viel zu sehen. Das mag daran liegen, dass die Agrargenossenschaft ihre Silphie im Frühjahr 2010 unter Sorghumhirse als Deckfrucht aussäte. Dieses Verfahren, das die Ernteverluste im ersten Jahr ausgleichen und das Unkraut in Schach halten soll, birgt offensichtlich Risiken. Trautmann hofft dennoch, dass der Bestand das Feld 2011 komplett übernimmt und zu seiner vollen Höhe heranwächst.

Nur noch zwei Arbeitsgänge pro Jahr

Ist die mehrjährige Staude erst einmal etabliert, gibt es nur noch zweierlei zu tun: im Frühjahr düngen, im Herbst ernten. Unter anderem dieser Fakt könnte die Silphie gegenüber der bislang dominierende Energiepflanze Mais wirtschaftlich interessant machen, denn Letztere muss man jedes Jahr neu aussäen. Vom Pflanzenzüchter N. L. Chrestensen aus Erfurt erfuhr Lutz Trautmann zudem, dass der Neuling, der ursprünglich aus Nordamerika stammt, mindestens so viel Biomasse wie Mais bringt: Im Versuchsanbau lag der Trockenmasse-Ertrag teilweise bis zu 20 Prozent höher,

der Methangehalt rund 10 bis 15 Prozent niedriger. Zudem soll das Gewächs Trockenheit besser vertragen und auch mit schlechteren Böden besser klarkommen. „Das hat mich neugierig gemacht", so der Agraringenieur.

Falls die Silphie tatsächlich hält, was sie verspricht, will Trautmanns Genossenschaft sie vor allem auf Muschelkalk-lastigen Böden etablieren, die es im nördlichen Harzvorland vielerorts gibt und auf denen Mais nur schlecht gedeiht. „Wenn das klappt, sind bei uns 100 Hektar Silphiefläche denkbar", so Trautmann. Genutzt werden soll die Pflanze als Koferment für die 500-Kilowatt-Biogasanlage, aber auch als Futter für die Rinder.

Silphie künftig als Saatgut?

Deutschlandweit probierten 2010 erst etwa 45 Landwirtschaftsbetriebe den Silphieanbau auf insgesamt rund 50 Hektar Fläche aus, 2011 sind weitere 70 Hektar dazugekommen. Was viele Landwirte bisher noch abschreckte: Zwar klappt die Pflanzung mit Setzlingen sehr gut, wie die bereits etablierten Bestände beweisen, sie ist aber für die meisten Betriebe – wegen der hierfür nötigen Spezialgeräte und der höheren Kosten – indiskutabel. Die Bauern wünschen sich stattdessen direkt aussaatfähiges Saatgut. Doch das kommt wohl erst in Zukunft: Normalerweise besitzt der Silphie-Samen die für Staudengewächse typische Keimhemmung – das Saatgut geht erst nach 3 Jahren vollständig auf, für den landwirtschaftlichen Maßstab ungeeignet. N. L. Chrestensen, die bislang als einzige Firma in Deutschland, die Silphie-Jungpflanzen in größerem Umfang kultiviert, entwickelte mit Unterstützung des Bundeslandwirtschaftsministeriums eine Lösung: ein Stimulationsverfahren mit einem Wachstumshormon. „Damit können wir einen über 90-prozentigen Aufgang des Saatguts in wenigen Wochen garantieren", sagt Dr. Wolf-Dieter Blüthner, Saatzuchtleiter bei Chrestensen. Diese Hürde scheint also genommen, es gibt aber weitere: der fehlende Ertrag und der hohe Pflegeaufwand im ersten Pflanzjahr, der durch das Fehlen geeigneter Pflanzenschutzmittel noch verschärft wird.

Neue Ideen für das erste Jahr

Von einer Aussaat mit Deckfrüchten wie Mais oder Hirse, die auch die Hederslebener probierten, rät die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Jena inzwischen eher ab. Projektleiterin Andrea Biertümpfel von der TLL: „Die Silphiepflanzen müssen mit der Deckfrucht um Wasser konkurrieren." Dies könne die Kultur so weit stören, dass ein lückenhafter, spärlicher Feldbestand entstehe – dauerhaft niedrigere Biomasse und Unkraut seien dann erst recht die Folge.

Biertümpfel empfiehlt stattdessen eine neue Kombination: zunächst einen Winterzwischenfruchtanbau und dann eine spätere Aussaat der Silphie Ende Mai. Doch auch das ist mit Gefahren verbunden. Fehlende Niederschläge während der Keimung oder aber Starkniederschläge, die zur Verschlämmung führen, behindern den Aufgang des relativ empfindlichen Saatgutes. Versuche hierzu sollen fortgesetzt werden.

Auch die Samenproduktion ist noch ein Problem. Die Gewinnung der Samen ist aufwendig und bislang noch reine Handarbeit, noch dazu auf der Leiter, erzählt Blüthner. Doch auch hier sind Lösungsansätze in Arbeit. Zum einen wird Chrestensen in den kommenden Jahren seine Vermehrungsflächen zur Saatgutgewinnung systematisch aufstocken. „Wir gehen davon aus, dass wir – wenn sich die Silphie wirklich einmal etabliert – rund 1.000 Kilo Saatgut im Jahr brauchen", so Blüthner. Die aktuelle Produktion müsste damit etwa um das 15-Fache steigen.

„Wir brauchen noch Zeit"

Damit eine Saat in landwirtschaftlichen Dimensionen lukrativer wird, sucht die TLL parallel nach technischen Lösungen für die Saatguternte. Erste Versuche hierzu habe es 2010 gegeben, sagt Andrea Biertümpfel: „Im Prinzip wurde einfach der obere Blühhorizont mit einem Mähwerk abgeschnitten und getrocknet." Grundsätzlich ist dieses Verfahren möglich und senkt den Handarbeitsaufwand. Entscheidend ist jedoch, den richtigen Erntezeitpunkt zu wählen, 2010 war man hier Anfang November deutlich zu spät.

Schließlich soll die Methanleistung der Pflanze weiter steigen. Hierzu läuft ein Züchtungsprojekt bis vorerst 2013, das von Chrestensen und TLL gemeinsam betreut wird. „Wir suchen in der natürlichen Silphie-Population solche Typen heraus, die einen höheren Methanertrag haben", berichtet Saatzuchtleiter Blüthner. Diese Arbeit sei langwierig, da die Silphie ein Fremdbefruchter sei, sich also nicht selbst bestäuben kann. „Wir müssen hier klassische Pflanzenzüchtung praktizieren, ein Klonen mittels Biotechnologie in der Petrischale ist bei dieser Pflanze nicht möglich." Blüthner ist dennoch optimistisch, dass das klappt – die Entwicklungen brauchten bloß Zeit.

Kontakt: dr.w.bluethner@chrestensen.com
andrea.biertuempfel@tll.thueringen.de
Text: Corina Niebuhr
Illustrationen: Christoph Hoppenbrock

Der Rohstoffanbau für Biokraftstoffe wird auch in Deutschland und der EU zertifiziert. Vor-Ort-Kontrollen finden hier aber nur stichprobenartig statt, da EU-Landwirte bei ihrer gesamten Produktion ohnehin Nachhaltigkeitsauflagen beachten müssen.

Biomasse in den Tank -

Biokraftstoffe sind die einzige erneuerbare Alternative im Verkehrssektor, die schon jetzt zur Verfügung steht. Ihr Anteil soll aus Gründen des Klimaschutzes und der Versorgungssicherheit europaweit erhöht werden, so sieht es die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RL 2009/28/EG) vor. Der Anbau der Biomasse darf jedoch nicht zu Umweltproblemen führen, und es muss sichergestellt sein, dass Biokraftstoffe im Vergleich zu den fossilen Pendants Treibhausgase in deutlicher Menge einsparen. Alle EU-Mitglieder sind deshalb verpflichtet, Nachweissysteme für die Einhaltung entsprechender Nachhaltigkeitskriterien bei Biokraftstoffen einzuführen. Deutschland ist dieser Auflage 2009 mit der Biokraftstoff-Nachhaltigkeits-Verordnung (Biokraft-NachV) nachgekommen. Darin wird die Zertifizierung der gesamten Produktionskette vom Anbau bis zum Hersteller vorgeschrieben. Eines der dafür zugelassenen Zertifizierungssysteme heißt International Sustainability and Carbon Certification (ISCC).

Am Anfang der Kette: der Landwirt

Wie genau funktioniert die ISCC-Zertifizierung? Verfolgen wir dazu die fiktive Reise einer Charge Raps, wie sie so ähnlich in der Realität stattfinden könnte. Die Reise beginnt auf dem Acker des Landwirts Gerhard Panke[1]. 2010 erntete er 2.400 Tonnen Rapskörner. Die verkaufte er, wie schon seit mehreren Jahren, einer Hamburger Firma: der BEMAGRA GmbH. BEMAGRA gehört zu einem der weltweit größten Händler und Verarbeiter von Agrarrohstoffen. Sie ist in dem riesigen Konzern in Deutschland, Osteuropa und Russland für den Einkauf von Ölsaaten und Getreide zuständig, die dann unter anderem zu Biokraftstoffen verarbeitet werden.

2010 musste sich BEMAGRA nun erstmals bei einem Zertifizierungssystem registrieren und sich von einer zugelassenen Zertifizierungsstelle kontrollieren lassen. Von Bauer Panke forderte BEMAGRA dazu eine Selbsterklärung zum nachhaltigen Anbau der Biomasse, dies sah das Zertifizierungssystem so vor. Als in der EU ansässiger Landwirt muss Panke schon allein aufgrund der hier geltenden hohen Umweltauflagen nachhaltig produzieren. Insbesondere, weil

[1] *Alle Firmen- und Personennamen mit Ausnahme von ISCC, Meo Carbon Solutions und Norbert Schmitz sind fiktiv.*

– aber nur nachhaltige

er wie die meisten seiner Berufskollegen Empfänger von EU-Agrarfördermitteln ist. Ohne Einhaltung der sogenannten Cross-Compliance-Auflagen, die unter anderem zahlreiche Anforderungen zum Umweltschutz enthalten, bekommen die Bauern weniger oder keine EU-Fördermittel, die in vielen Betrieben einen wesentlichen Teil des Einkommens ausmachen. Kein Thema in der EU – weil strikt verboten – ist zum Beispiel die Rodung von Wäldern. Differenzierter sind die Regelungen zum Grünlandumbruch. In Deutschland darf man bis zu 5 Prozent der Wiesen umbrechen, danach ist eine behördliche Genehmigung oder eine Neuansaat an anderer Stelle vorgeschrieben, oder der Umbruch wird schließlich ganz untersagt. Diese Abstufung gilt es zu überprüfen und das geschieht unter anderem auch im Zuge der Nachhaltigkeitszertifizierung.

Kontrollen beim Landwirt auch in der EU

Die Landwirte müssen nicht nur das entsprechende Kreuz in der Selbsterklärung machen, mit dem sie versichern, seit 2008 weder Grünland noch andere wertvolle Flächen in Äcker verwandelt zu haben. Bei jeweils 3 Prozent der Landwirtschaftsbetriebe jedes Ersterfassers (Ersterfasser sind Rohstoffaufkäufer wie BEMAGRA) erscheinen die Zertifizierer außerdem zur Vor-Ort-Kontrolle. Panke gehörte im August 2010 dazu und bekam Besuch von zwei Mitarbeitern der Berliner TopSiegel. TopSiegel arbeitete nach dem System ISCC, das neben EU-Rohstoffen auch Rapssaat aus Russland oder Palmöl und Zuckerrohr-Ethanol aus Übersee zertifizieren kann. Bei diesem System wurden von Anfang an Marktakteure aus diversen Ländern mit einbezogen.

Die Entscheidung für eines der Zertifizierungssysteme obliegt den Gliedern in der Biokraftstoffkette, den sogenannten Schnittstellen. Auch BEMAGRA ist eine Schnittstelle, weitere sind die Ölmühlen oder Pflanzenölraffinerien. Die Hersteller, wie zum Beispiel Ethanol- und Biodieselanlagen, bilden schließlich die letzte Schnittstelle, sie allein haben das Recht, Nachhaltigkeitsnachweise auszustellen, die mit den Zertifikaten nicht zu verwechseln sind und für die kontrollierenden Behörden die entscheidenden Dokumente darstellen.

Rapsernte

Die TopSiegel ließ sich von Landwirt Panke auf Flurkarten zeigen, wo er für BEMAGRA bestimmte Rapssaat ausgesät hatte. Jeder Bauer, der EU-Mittel bekommt, verfügt – im Rechner oder auf Papier – über detailliertes Kartenmaterial, denn die Fördermittel werden nach Flächen, und zwar bis auf den Zehntelhektar genau, ausgezahlt. Die Angaben des Bauern glichen die TopSiegler anschließend mit aktuellen und älteren Satellitenaufnahmen ab. Hätte sich dabei herausgestellt, dass Pankes Acker da lag, wo 2009 noch ein Hochmoor war, hätte BEMAGRA für die entsprechende Menge Raps kein Zertifikat von TopSiegel bekommen. Neben weiteren Nachweisen musste Panke außerdem noch seine Berechnung für die Treibhausgas-(THG-)Emissionen zur Prüfung vorlegen. Die Emissionen, die der Anbau seines Rapses verursacht hatte, bilanziert er mithilfe von Standardwerten aus der Nachhaltigkeitsverordnung.

Station Aufkäufer

Die Kontrolle bei Panke verlief ohne Beanstandungen, und so konnte die Rapscharge ihren Weg mit dem Ziel „Nachhaltiger Biokraftstoff“ fortsetzen. BEMAGRA kaufte weitere knapp 500.000 Tonnen Saat bei Kollegen von Panke in Deutschland und Osteuropa, diese hatten ebenfalls Nachhaltigkeits-Selbsterklärungen unterschrieben. Schließlich kamen noch 500.000 Tonnen nachhaltiges Saatgut aus Russland[2] dazu. Entscheidend war nun, den Überblick über die jeweiligen Mengen und deren Herkunft anhand von Rechnungen, Lieferscheinen oder Kaufverträgen zu behalten und dies gegenüber der nächsten Schnittstelle und TopSiegel genau dokumentieren zu können. Ansonsten gäbe es wiederum kein Zertifikat. Auf den nächsten Stufen verläuft es analog: Jede Schnittstelle muss über die gehandelten Mengen genau Buch führen, alle dazugehörigen Dokumente aufbewahren und darf niemals mehr nachhaltige Ware mit Zertifikat verkaufen, als sie zuvor eingekauft hat.

[2] *Im Nicht-EU-Ausland werden 5 Prozent aller Landwirtschaftsbetriebe vor Ort kontrolliert.*

Station Biodieselanlage

Die Rapscharge von Gerd Panke kam über die Zwischenstation Ölmühle als Rapsöl bei der letzten Schnittstelle, dem Biokraftstoffhersteller an. Dies war die Biodieselanlage HPA in Bremerhaven. HPA wusste genau, wie viel als nachhaltig deklariertes Öl sie von verschiedenen Ölmühlen gekauft hatte. Hinzu kam noch nachhaltiges Palmöl, das von einem Zwischenhändler in Rotterdam stammte. Und sie wusste, wie viel Treibhausgasemissionen die Herstellung dieser Öle bereits verursacht hatte, denn alle Stufen der Kette hatten ihren THG-Anteil berechnet, zu denen der Vorstufen addiert und weitergereicht. TopSiegel prüfte die Buchführung und die THG-Gesamtbilanz und stellte, da alles den ISCC-Anforderungen entsprach, auch HPA ein Zertifikat aus. Nun produzierte das Werk aus den insgesamt 400.000 Tonnen Raps- und Palmöl 400.000 Tonnen Biodiesel und versah diese Menge mit einem Nachhaltigkeitsnachweis. HPA verkaufte den Biodiesel sodann an einen Mineralölhändler, der den pflanzlichen Sprit zu 7 Prozent seinem fossilen Diesel beimischte und als sogenannten B7-Diesel über sein Tankstellennetz vermarktete. Den Nachhaltigkeitsnachweis reichte er bei seinem Hauptzollamt ein.

Biodieselanlage der Petrotec AG, die als Rohstoff Altspeisefette verarbeitet. Petrotec ist ISCC-zertifiziert.

Endstation Tankstelle

An einem regnerischen Morgen im Juli 2011 tankte der Autofahrer Georg Berg aus Hamburg schließlich diesen B7-Diesel und ersparte damit dem Klima etwa 3 Prozent Treibhausgase[3]. Das klingt wenig, ist aber auch erst der Anfang. Deutschland hat im Jahr 2006 steigende Biokraftstoffquoten festgelegt, nach denen jeder, der fossile Kraftstoffe an Endverbraucher verkauft, dabei auch eine bestimmte Mindestmenge Biokraftstoffe verkaufen muss, zum Beispiel in Form einer niedrigprozentigen Beimischung. Allgemein bekanntes Beispiel ist das von der Bevölkerung bislang wenig geliebte Benzin „E10“ mit 10-prozentiger Ethanol-Beimischung. Ab 2015 werden diese Quoten in eine THG-Vermeidungsquote umgewandelt, die dafür sorgen soll, dass der fossile Verkehr 2020 schließlich 7 Prozent seiner THG-Emissionen einspart. Das wäre also mehr als das Doppelte dessen, was Georg Berg heute realisiert.

Insgesamt soll der Verkehrssektor in der EU 2020 10 Prozent seines Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen decken. Dies sieht die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU vor. Dieser Anteil wird sicher überwiegend aus Biokraftstoffen bestehen, denn andere Alternativen brauchen noch Zeit. Doch auch die Elektromobilität könnte etwas beisteuern: 2020 strebt die Bundesregierung eine Million, bis 2030 dann 6 Millionen Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen an. Angesichts einer Gesamtzahl von rund 40 Millionen Pkw in Deutschland und eines rasanten Wiederanstiegs der Treibhausgasemissionen im Jahr 2010 erscheint dies alles allerdings als noch nicht ausreichend. Eine höhere THG-Vermeidung wäre womöglich erreichbar mit Biokraftstoffen der 2. Generation, etwa mit Biomass-to-Liquid-(BtL-)Kraftstoffen. Mit ihnen würden statt Rapskörnern Stroh, Holzhackschnitzel oder Bioabfälle in Kraftstoff umgewandelt. Unverträglichkeiten für Motoren wären auch bei hohen Anteilen ausgeschlossen und Probleme mit der Akzeptanz beim Verbraucher nicht zu befürchten. Die Forschung und Entwicklung zu diesem Ansatz läuft und Branche sowie Politik hoffen, dass die Alternative rechtzeitig zur Verfügung steht.

[3] *Bei einer Mischung aus 80 Prozent Biodiesel aus Raps und 20 Prozent Biodiesel aus Palmöl, THG-Minderung nach Standardwerten der Biokraft-NachV und bezogen auf den Energiegehalt.*

Hintergrund der Nachhaltigkeitszertifizierung

Biokraftstoffe tragen aufgrund ihrer pflanzlichen Basis zum Klimaschutz bei. Allerdings ist der Energieaufwand für ihre Herstellung in manchen Fällen so groß, dass insgesamt fast genauso viel CO_2 frei wird wie bei fossilem Diesel und Benzin. Die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) versperrt diesen Kraftstoffen den Zugang zum Markt, indem sie Mindestwerte für die THG-Einsparung vorgibt: Der pflanzliche Sprit muss mindestens 35 Prozent, ab 2017 50 und ab 2018 60 Prozent THG-Emissionen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen einsparen. THG- und nicht nur CO_2-Emissionen deshalb, weil bei der Biomasseproduktion auch Lachgas und Methan frei werden können. Überflüssiger Stickstoffdünger, der beim Anbau der Biomasse ausgebracht wird, wandelt sich beispielsweise in Lachgas um. Lachgas (N_2O) ist rund 300-mal und Methan rund 20-mal so klimaschädlich wie CO_2.

Man weiß in etwa, welche Biokraftstoffe bei welcher Herstellungsmethode wie viel THG-Emissionen verursachen. Mit diesem Wissen legte die EU konservative Standardwerte fest, anhand derer die Einsparungswerte zu überprüfen sind. Die Werte sind in der Anlage zur Biokraft-NachV aufgelistet (Tabelle). Am schlechtesten schneidet demnach Ethanol aus Weizen ab, wenn es mit Prozessenergie aus Braunkohle hergestellt wird. Solches Ethanol verursacht in der Gesamtbilanz nur 16 Prozent weniger THG-Emissionen als der fossile Referenzkraftstoff. Eine besonders gute Bilanz hat hingegen Biodiesel aus Abfallöl, hier werden die Emissionen im Mittel gleich um 83 Prozent verringert. Biodiesel aus Raps befindet sich im unteren Mittelfeld, spart mit 38 Prozent aber noch genug ein, um den Anforderungen der Biokraft-NachV zu genügen. Ab 2017 könnte es allerdings eng werden.

Alle Kraftstoffe, die an der 35-Prozent-Grenze scheitern, akzeptiert die Bundesregierung nicht mehr zur Anrechnung auf die von ihr eingeführten Biokraftstoffquoten, außerdem gewährt sie dafür keine Steuererleichterungen mehr, die ab 2013 nur noch für besonders förderungswürdige Biokraftstoffe und für Biokraftstoffe in der Landwirtschaft existieren. Betroffen ist zum Beispiel Biodiesel aus Sojaöl, der nach Standardwerten nur 31 Prozent THG einspart. Lediglich Bereitstellungsketten mit hochmodernen, effizienten Anlagen, die nachweisen, dass sie eine THG-Reduzierung von 35 Prozent und mehr schaffen, können heute noch Biodiesel aus Soja herstellen, der als nachhaltig zertifiziert werden kann. Die Nachhaltigkeitsverordnung sollte darüber hinaus Abhilfe für ein zweites Problem schaffen: Pflanzen wie Soja und Ölpalmen belegen seit Jahren mehr und mehr Fläche. Aus beiden Arten werden nicht nur Biokraftstoffe hergestellt, sondern in viel größerem Maße auch Futtermittel, Speiseöle und -fette, technische Öle, Tenside und Ähnliches mehr. Diese Allerweltsprodukte verursachen den steigenden Flächenverbrauch zu einem wesentlich größeren Teil, schließlich benötigt eine wachsende und teilweise wohlhabender werdende Weltbevölkerung laufend mehr davon. In dieser Situation kam der Energiesektor als neuer Nachfrager hinzu und zeichnete sich durch eine – wenn auch auf niedrigem Niveau – noch dynamischere Entwicklung aus, die in der Form kaum jemand vorhergesehen hatte (Abbildung 1). Palm- und Sojaölplantagen wurden (und werden leider immer noch) in subtropischen Ländern häufig dort angelegt, wo zuvor Regen- oder Torfwälder wuchsen. Die öffentliche Kritik prangerte hierfür vor allem den Biokraftstoffsektor an und die Politik musste reagieren.

Palmöl ist das wichtigste Pflanzenöl weltweit, seine Produktion hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Heute werden pro Jahr mehr als 50 Millionen Tonnen genutzt, für Nahrungs- und Futtermittel, chemische Produkte und die Energiegewinnung. Ölpalmen liefern den begehrten Stoff, hier eine Plantage in Indien.

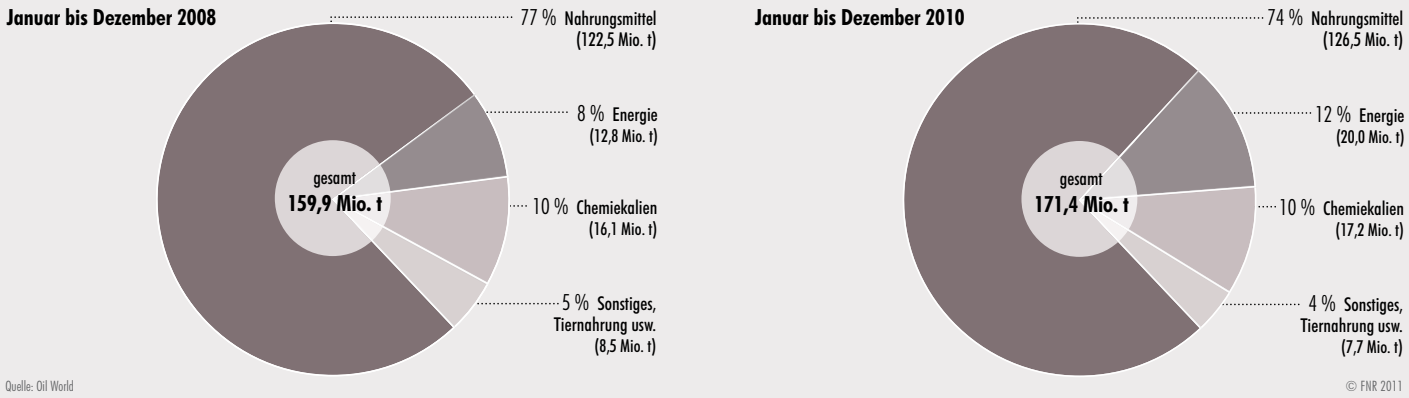


Abbildung 1: Öle und Fette – Weltverbrauch nach Kategorien. Zwischen 2008 und 2010 stieg der weltweite Verbrauch von Ölen und Fetten für die Ernährung um 4 Millionen Tonnen, der Verbrauch für die Energieerzeugung um 7,2 Millionen Tonnen.

Tatsächlich sind Regen- und Torfwälder nicht nur aufgrund ihrer biologischen Vielfalt wertvoll, sie speichern im Boden und in der akkumulierten Biomasse auch sehr viel Kohlenstoff, der als Treibhausgas frei wird, wenn man die Wälder rodet oder anderweitig umwandelt. Die entstehenden THG könnten auch durch eine jahrzehntelange Biokraftstoffproduktion und -nutzung nicht wieder eingespart werden. Also schließt die Biokraft-NachV auch Biokraftstoffe von solchen Flächen aus der Förderung aus.

Die Einhaltung der Biokraft-NachV kontrollieren behördlich zugelassene Zertifizierungsstellen. Nur mit ihrem Okay können die Hersteller ihre Ware zusammen mit Nachhaltigkeitsnachweisen weiterverkaufen. Die Nachhaltigkeitsnachweise stehen am Ende der Zertifizierungskette, sie sind für die Hauptzollämter, die die Einhaltung der Biokraftstoffquoten kontrollieren und Steuerermäßigungen gewähren, die ausschlaggebenden Dokumente.

Tabelle: Auszug aus der Anlage 2, Nr. 1e der Biokraft-NachV – Standardwerte zur Berechnung des THG-Minderungspotenzials verschiedener Biokraftstoffe gegenüber fossilen Referenzkraftstoffen.

Herstellungsweg der Biokraftstoffe	Standardwert für die Treibhausgas-Minderung
Ethanol aus Zuckerrüben	52 %
Ethanol aus Weizen (Braunkohle als Prozessbrennstoff in KWK[4] -Anlage)	16 %
Ethanol aus Weizen (Erdgas als Prozessbrennstoff in konventioneller Anlage)	34 %
Ethanol aus Weizen (Erdgas als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	47 %
Ethanol aus Weizen (Stroh als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	69 %
Ethanol aus Mais, in der EU hergestellt (Erdgas als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	49 %
Ethanol aus Zuckerrohr	71 %
Biodiesel aus Raps	38 %
Biodiesel aus Sonnenblumen	51 %
Biodiesel aus Sojabohnen	31 %
Biodiesel aus Palmöl (Verarbeitung mit Methanbindung an der Ölmühle)	56 %
Biodiesel aus pflanzlichem oder tierischem Abfallöl	83 %
Reines Rapsöl	57 %
Biogas aus organischen Siedlungsabfällen als komprimiertes Erdgas	73 %
Biogas aus Gülle als komprimiertes Erdgas	81 %
Biogas aus Trockenmist als komprimiertes Erdgas	82 %

[4] *KWK: Kraft-Wärme-Kopplung, d. h. gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme.*

Sind die Einwände gegen die Zertifizierung berechtigt?

Kritik an der Zertifizierung richtet sich vor allem gegen deren Einsatz im nicht europäischen Ausland. Das Kölner Beratungsunternehmen Meo Carbon Solutions hat ISCC seit 2006 mit Förderung des BMELV in einem Multi-Stakeholder-Ansatz entwickelt. „Multi-Stakeholder" bedeutet, dass alle in den verschiedenen Weltregionen an der Herstellung und Zertifizierung beteiligten Akteure, also Landwirtschaft, Industrie, Handel, NGOs, Beratungsunternehmen, Zertifizierer und staatliche Vertreter an einem Tisch sitzen und sich auf ein Vorgehen verständigen. Dr. Norbert Schmitz von Meo Carbon Solutions nimmt Stellung zu den häufigsten Vorwürfen.

In asiatischen oder südamerikanischen Ländern kann nicht an bestehende Umweltgesetze und -kontrollen in der Landwirtschaft angeknüpft werden wie in Europa. Eine Nachhaltigkeitskontrolle existiert dort seit ca. 2 Jahren lediglich für die Biokraftstoffproduktion für den europäischen Markt. Der Anbau für andere Nutzungsrichtungen kann sich also ungehindert auf wertvolle Flächen verlagern. ISCC und andere Zertifizierungen können dies nicht erfassen, sind also im Prinzip nutzlos, so die Kritik.

▶ Deshalb besteht die Forderung, die Zertifizierung auf alle Nutzungsrichtungen landwirtschaftlich erzeugter Rohstoffe auszudehnen. Diese Forderung ist vom Grundsatz her richtig, sie wird sich früher oder später durch den öffentlichen Druck und Marktmechanismen von selbst erfüllen. Kein großer Lebensmittelhersteller kann es sich auf Dauer leisten, nicht zertifizierte Ware zu verarbeiten, während die „guten" Chargen in den Energiesektor wandern. Für die Herstellungskette sind zertifizierte Rohstoffe und Produkte wiederum interessant, weil sich dafür im Markt Präferenzen herausbilden.

Tatsächlich bietet der Round Table on Sustainable Palmoil (RSPO), der schon seit Längerem auf freiwilliger Basis im Palmölbereich zertifiziert, seit Juni 2011 sein Logo zertifizierten Lebensmittelherstellern und -einzelhändlern an. Verbraucher sollen sich künftig beim Kauf von Margarine, Keksen, Schokolade, Seife oder Kosmetika am RSPO-Logo orientieren können. Ein Umdenken scheint also tatsächlich zu beginnen. Doch Umweltverbände kritisieren den RSPO und andere Zertifizierungsbemühungen als „Greenwashing". Die Unternehmen würden sich nur auf Minimalstandards einlassen und hätten in den Gremien mehr Einfluss als Vertreter der betroffenen Bevölkerung oder der Umwelt. Wie funktioniert das bei ISCC?

▶ Bei ISCC sind Vertreter aus allen drei Bereichen gleichberechtigt beteiligt. ISCC ist ein offenes und transparentes Zertifizierungssystem, an dem sich alle Interessenten, die eine nachhaltige und klimafreundliche Produktion fördern und die Weiterentwicklung des Systems aktiv gestalten wollen, einbringen können. Bisher haben dies weltweit mehr als 250 Stakeholder in unterschiedlichem Ausmaß getan. Im Ergebnis konzentriert sich ISCC nicht nur auf die von der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (BiokraftNachV) vorgegebenen Minimalanforderungen, sondern darüber hinaus auch auf soziale und Umweltstandards. Außerdem hat ISCC ein Integritätsprogramm implementiert, das bei begründetem Verdacht auf Verletzung der ISCC-Standards ein erneutes Audit durch eigene Integritätsauditoren bzw. ein sogenanntes Office-Audit bei den Zertifizierungsstellen erlaubt.

„Die Forderung, die Zertifizierung auf alle Nutzungsrichtungen landwirtschaftlich erzeugter Rohstoffe auszudehnen, ist vom Grundsatz her richtig. Kein großer Lebensmittelhersteller kann es sich auf Dauer leisten, nicht zertifizierte Ware zu verarbeiten, während die ‚guten' Chargen in den Energiesektor wandern."

Norbert Schmitz,
Meo Carbon Solutions

Urwaldrodung ist ein Problem, das die Biokraftstoff-Zertifizierung allein nicht lösen kann.

Im Zertifizierungsprozess ist der Zertifizierer ein Dienstleister, das Unternehmen ist der Kunde und trägt die Zertifizierungskosten. Viele dieser Kunden sind sehr große, finanzstarke Unternehmen. Gleichzeitig besteht zwischen den Zertifizierern – insgesamt 17 sind inzwischen für ISCC zugelassen – ein Wettbewerb. Kritiker sagen, dies führe dazu, dass die Zertifizierer die Kriterien nicht streng genug überprüften, weil sie es sich nicht leisten könnten, wichtige Kunden zu verlieren.

▶ Die Zertifizierungsstellen müssen zunächst offiziell in Deutschland durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) anerkannt werden. Erst dann darf ISCC überhaupt mit ihnen kooperieren. ISCC legt großen Wert auf die Zusammenarbeit mit qualifizierten Zertifizierungsstellen und Auditoren. Deswegen wird für jeden Auditor, der das System nutzt, die erfolgreiche Teilnahme an einem dreitägigen ISCC-Training gefordert. Außerdem müssen während des Audits die ISCC-Verfahrensanweisungen verwendet werden, die detailliert die zu überprüfenden Kriterien und zu erbringenden Nachweise beschreiben. Dies hilft, möglichst objektive und einheitliche Audits durchzuführen. Grundsätzlich ist ein Wettbewerb zwischen den Zertifizierungsstellen aber nichts Schlechtes, da er auch zu einer Qualitätssteigerung der Audits und zu einer Senkung der Auditkosten beitragen kann. Für Zertifizierungsstellen ist zudem ein guter Ruf sehr wichtig. Ein zu Unrecht vergebenes Zertifikat schadet am Ende vor allem auch der Zertifizierungsstelle, die das Zertifikat vergeben hat. Zu einer einheitlichen und genauen Prüfung des Standards trägt auch das erwähnte ISCC-Integritätsprogramm bei, da es risikobasiert eine Überprüfung vergebener Zertifikate durch Re-Audits erlaubt und auch die Prüfung einzelner Zertifizierungsstellen ermöglicht.

Ein weiterer Einwand lautet: Kleine Landwirte und Unternehmen seien benachteiligt, weil die Zertifizierung und die in der Folge eventuell geforderten Maßnahmen für sie zu teuer seien.

▶ ISCC hat eine flexible und umsatzabhängige Kostenstruktur, mit der die besondere Situation kleiner Betriebe besser berücksichtigt wird. Außerdem erlauben die Nachhaltigkeitsregelungen eine längere Laufzeit der Zertifikate für Klein- und Kleinstbetriebe.

Insgesamt haben wir bislang sehr positive Erfahrungen mit ISCC gemacht. Seit Anfang 2010 haben sich rund 700 Unternehmen aus 43 Ländern (Stand Juli 2011) registrieren lassen, Tendenz steigend. Wir verzeichnen zudem positive Folgeerscheinungen der Kontrollen: Die Erschließung neuer Flächen durch Konversion von Waldflächen oder Buschland ist nicht mehr so einfach möglich. Banken verlangen bei der Projektprüfung einen Nachhaltigkeits-Nachweis, zum Beispiel auf Basis von ISCC. Beim Umgang der Landwirte mit Pflanzenschutzmitteln wurden in einigen Ländern zunächst erhebliche Defizite festgestellt und keine Zertifikate vergeben. In der Folge haben einige dieser Betriebe begonnen, in geeignete Lagerräume für die Chemikalien zu investieren und Mitarbeiter besser zu schulen. Die Nachhaltigkeitszertifizierung zeigt also erste, ganz konkrete und messbare Erfolge vor Ort. Und auch im Lebensmittel-, Futtermittel- und chemisch-technischen Bereich beginnt sich eine Nachfrage nach Zertifikaten zu entwickeln.

Kontakt: info@meo-carbon.com
Text und Interview: Nicole Paul
Bilder: Fotolia, FNR, Petrotec, Jörg Böthling

Können die auch bunt?

Exklusivität – dieser Begriff fällt nicht oft im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen. Christine Herntier, Geschäftsführerin der Spremberger Tuche GmbH, spricht oft von Exklusivität, wenn sie über ihre industriell rein pflanzlich gefärbten Stoffe redet. Seit 1998 beschäftigt sich die Textilfachfrau damit. Ihre Firma ist die einzige in Deutschland, die Pflanzenfarben industriell einsetzt. „Ein Betrieb muss sich von anderen abheben", sagt sie. „Dann ist man nicht austauschbar." Exklusivität – durch Färbepflanzen.

Bevor Herntier 1993 die Spremberger Tuche GmbH gründete, hatte die studierte Betriebswirtin und Maschinenbauerin lange im VEB Textilwerke Spremberg gearbeitet – zuerst war sie für den Einkauf von Materialien zuständig, nach der Wende wurde sie Geschäftsführerin. Als der Betrieb von der Treuhand verkauft und kurz darauf geschlossen wurde, gründete sie einen neuen Textilbetrieb und fing ganz von vorn an. Seit 1998 gehört der Betrieb zu den Le-go Bekleidungswerken.

Traditions- und Qualitätsbewusstsein bei der Spremberger Tuche

Die Spremberger Tuche GmbH färbt und veredelt 9 Millionen Meter Gewebe im Jahr und führt die Tuchmachertradition in der Region Lausitz fort. Das belegt das Tuchmacherprivileg von 1418, eine blaue Urkunde, die Christine Herntier stolz präsentiert. „Das ist ein Qualitätszertifikat für Wollstoffe", sagt sie, „so wie das Reinheitsgebot beim Bier." Vor Kurzem hat sie das Tuchmacherprivileg vom Deutschen Patent- und Markenamt erworben. „Es legt gewisse Standards fest, wie Wolle verarbeitet wird", sagt sie. „Wir wollen damit zeigen, dass wir etwas Besonderes machen."

Christine Herntier ist eine enthusiastische Frau von 53 Jahren. Hinter einer eckigen Brille blitzen wache Augen über den Konferenztisch in ihrem Büro. Vor ihr liegen einige Ordner mit Stoff- und Garnproben. Mit nachwachsenden Rohstoffen wie Leinen und Hanf hatte ihr Betrieb bereits kurz nach der Eröffnung gearbeitet. „Schon damals war in der Gegend bekannt, dass wir uns mit Nachhaltigkeit beschäftigen", sagt sie. Und als die FNR anregte, ein industrielles Verfahren zur Aufbereitung der gelben Farbstoffe aus Blättern der Resede-Pflanze und der roten Farbe aus den Wurzeln des Krapp zu entwickeln, passte das perfekt in die Unternehmensphilosophie von Christine Herntier, die Traditionen zu schätzen weiß.

„Ich bezweifele, dass das letzte Erdöl für Farben verwendet wird. Spätestens dann werden die pflanzlichen Farben ganz groß kommen."

Christine Herntier, Spremberger Tuche GmbH

Die Stoffe werden in einer regionalen Wertschöpfungskette hergestellt: von den Rohstoffen, die Landwirte in der Spreewaldregion anbauen, bis zum Weben der Stoffe, das in Bischofswerda stattfindet. Studenten der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin haben die abgebildeten Kleidungsstücke entworfen.

Ursprung und Rückkehr der Färbepflanzen

Und Färbepflanzen haben wahrlich eine lange Tradition im Textilgewerbe: Schon vor 4.000 Jahren färbten die Menschen in Europa mit pflanzlichen Farbstoffen Gewebe aus Naturfasern. Lange Zeit waren sie die einzigen verfügbaren Farbstoffe und deshalb kostbare Handelsgüter. Im Mittelalter begann man in Europa, Färbepflanzen auf Feldern anzubauen. Die wichtigsten waren Färberwaid für Blau, Färberkrapp für Rot und Färberresede für Gelb. Die Farbgewinnung und -verarbeitung folgte strengen Regeln, aufgestellt und kontrolliert von den Handwerkszünften. Mit der Entwicklung synthetischer Farbstoffe auf Basis von Kohle und Erdöl im 19. Jahrhundert verloren Färbepflanzen an Bedeutung.

Anfang der 1990er-Jahre wurden auf Initiative des Landes Brandenburg die einheimischen Färbepflanzen Krapp und Resede wieder angebaut. Seitdem haben acht landwirtschaftliche Betriebe die traditionellen Pflanzen kultiviert. 2010 haben in der Region Spreewald zwei Betriebe 10 Hektar mit Krapp bewirtschaftet. Da zu diesem Zeitpunkt genügend Resede-Extrakt vorrätig war, wurde diese Pflanze in dem Jahr nicht angebaut. Das Geschäft mit den Färbepflanzen unterliegt dem Vertragsanbau. Das bedeutet: Erzeuger und Abnehmer treffen im Vorfeld eine vertragliche Vereinbarung über die abzunehmende Menge. Fragt die Textilindustrie Extrakte nach, werden die Pflanzen angebaut. Sonst nicht.

Die Herausforderung: Natürliche Rohstoffe sind nicht einheitlich

Bei Pflanzenfarben ist je nach Standort der Pflanze, Bodenverhältnissen und Klimagegebenheiten der Farbton unterschiedlich stark ausgeprägt. Auch die Jahreszeit der Ernte und der Wetterverlauf des Jahres beeinflussen den Farbton. Das zu umgehen, war die Herausforderung, vor der Christine Herntier und ihr Team standen. Mehrere Jahre arbeiteten Mitarbeiter der Spremberger Tuche und eines Chemiebetriebes sowie mehrere Landwirte daran, standardisierte Extrakte aus den Färbepflanzen zu entwickeln, die in modernen Färbemaschinen über Dosieranlangen verarbeitet werden können. Diese Extrakte sind grundlegend für gleichbleibende Farbtöne. Am Ende der Forschungsarbeit standen zwei Extrakte: ein gräulich gelbes Pulver aus Resede und ein rotbraunes aus Krapp. „Daraus haben wir im Betrieb eine möglichst große Vielfalt von Farben entwickelt“, sagt Christine Herntier und klappt einen der Ordner auf: Kleine Wollknäuel in erdigen und überraschend kräftigen Farbtönen sind da zu sehen: von Grellgelb über Pink und Tiefrot bis Dunkelbraun.

120 Farbtöne, aber es gibt auch Grenzen

Die verschiedenen Farben entstehen durch den Einsatz von Beize, das sind in der Regel natürlich vorkommende Metallsalze, an denen die Farbstoffe besser binden. Durch einen unterschiedlich hohen Anteil einer Beize und eine unterschiedliche Dosierung des Extraktes in Bezug auf das Gewebegewicht lassen sich verschiedene Farben herstellen. Mittlerweile arbeitet die Spremberger Firma auch mit Blauholz für Blautöne, mit Cochenille für Rottöne und mit Goldrute für goldene bis braunrote Färbungen. 120 verschiedene Farben können die Mitarbeiter von Christine Herntier mischen.

Gefärbt wird nicht wie früher in Bottichen, sondern mit den gleichen Maschinen, die für synthetische Farben verwendet werden. „Wir sind bei der Entwicklung des Verfahrens von einem üblichen Maschinenpark ausgegangen“, sagt Herntier. Ein langer und schwieriger Lernprozess. „Wir mussten leider auch feststellen, dass manche Dinge nicht gut gehen.“ Baumwolle und Leinen ließen sich nur schwierig mit

natürlichen Farbstoffen behandeln. Darum handelt es sich bei den meisten naturgefärbten Stoffen um Schafwolle und Seide. Für das entwickelte Verfahren verfügt die Spremberger Tuche GmbH über einen Gebrauchsmusterschutz. Denn im industriellen Standard hat das Unternehmen alles neu entwickelt: die Extrakte, Rezepte, die Mischung der Materialien. Momentan, erzählt Herntier, gebe es Verhandlungen mit einem Interessenten über den Verkauf einer Lizenz für das Verfahren.

Exklusive Projektgeschäfte als Chance

Die erste Kollektion von hochwertigen, naturgefärbten Stoffen brachte das Unternehmen Anfang 2008 auf den Markt. Zurück im Büro öffnet Christine Herntier einen neuen Ordner, der viele Stoffproben enthält: bunte, einfarbige, gestreifte, karierte, gepunktete. Baumwolle, Leinen, Schafwolle und Seide. „Mit unserer Kollektion haben wir Designer und Konfektionäre kontaktiert", sagt Herntier. „Aber die meisten wollten doch andere Farben oder Muster." Nach 2 Jahren musste sie einsehen, dass der Vertrieb der edlen Stoffe „auf dem üblichen Weg" nicht funktionierte. Fazit: Eine feste Kollektion ist momentan zu aufwendig und kostenintensiv, der Effekt zu gering. Die Alternative: Projektgeschäfte. Jetzt zeigt Herntier den Kunden lediglich Garne und Farben und sie können selbst entscheiden, wie der Stoff aussehen und beschaffen sein soll. Das sei so naheliegend, sagt sie, fast erstaunt, dass sie diese Idee nicht früher hatte. „Schließlich wissen die Kunden doch am besten, wie ihr Produkt aussehen soll." Die naturgefärbten Stoffe machen allerdings bisher nur ungefähr 1 Prozent der Produktion aus. Drei Projekte laufen momentan – allesamt mit Partnern, die „hochpreisig verkaufen": Krawatten, Heimtextilien und Oberbekleidung. „Wir haben mit der Zeit gelernt, mit diesen Stoffen nur in den exklusiven Bereich zu gehen", sagt Herntier. Denn zum einen verleihen die exklusiven Farbstoffe hochwertigen Fasern Authentizität, und zum anderen zeige ihr Betrieb durch die Beherrschung eines schwierigen Verfahrens eine ganz besondere Kompetenz. Und die sollte etwas wert sein.

Färbepflanzen können auch bunt; kräftige, leuchtende Farben sind durchaus möglich. Gelbe Farbtöne lassen sich mit den Blättern der Resede-Pflanze, rote, rotbraune und violette Töne mit der Wurzel des Krapp erzielen.

Regional statt „made in China"

Die ökologischen Aspekte interessierten ihre Abnehmer dagegen nicht vordergründig. „Wer in Deutschland Textilien veredelt, muss sich an strenge Regeln halten", sagt sie. „Gifte in Farbstoffen und Umweltzerstörung sind in unserer Branche nur ein Thema in Fernost." Sehr geschätzt würde dagegen der Fakt, dass die naturgefärbten Stoffe in einer regionalen, textilen Kooperationskette gefertigt werden: Krapp und Resede werden von Landwirten in der Region Spreewald angebaut, der Farbstoff wird von einem Technologieunternehmen in Magdeburg extrahiert, die Garne werden in Forst gesponnen, gefärbt und behandelt in Spremberg und gewebt in einer Weberei in Bischofswerda, die zur Muttergesellschaft Le-go Bekleidungswerke gehört.

Noch kein Massentrend

Trotzdem sind natürliche Farbstoffe noch nicht weit verbreitet. „Auf absehbare Zeit wird das kein Massentrend", sagt Herntier. Die Herstellung der Extrakte ist teuer und der fertige Stoff kostet 3-mal so viel wie mit synthetischen Farbstoffen behandelter Stoff. „Außerdem ist die Verarbeitung nicht einfach und die Farbpalette noch sehr eingeschränkt", sagt Herntier. Sie ist sich aber sicher, dass diese Probleme bei einem größeren Interesse an den Pflanzenfarben lösbar wären. Am allermeisten fehle die Lobby zur weiteren Verbreitung. „Wir als kleines Unternehmen in einer krisengeschüttelten Branche haben gar nicht die Mittel, um große Kampagnen zu fahren", sagt Herntier. Trotzdem glaubt sie an die Zukunft der Färbepflanzen. „Erdöl ist endlich", sagt sie. „Und ich bezweifele, dass das letzte Erdöl für Farben verwendet wird. Spätestens dann werden die pflanzlichen Farben ganz groß kommen."

Kontakt: cherntie@le-gobw.de
Text: Katja Hanke
Bilder: Dörthe Hagenguth

Nachhaltig bauen mit Brettstapeln

Am Anfang verrät nur ein leises Knistern, unter welch enormem Druck das Holz steht. Als es sich mit lautem Knacken durchbiegt, scheinen die beiden stählernen Hydraulikstempel Erbarmen zu zeigen. Sie ziehen sich für eine halbe Minute zurück – nur um danach ihren Auftrag gnadenlos zu Ende zu bringen. Das 5 Meter lange und einen halben Meter breite Deckenelement zersplittert schließlich unter ohrenbetäubendem Krach bei einem Druck von sieben Tonnen. „Solch eine Belastung wird natürlich in der Realität kaum auftreten", sagt Markus Jahreis von der Bauhaus-Universität Weimar. „Trotzdem sind diese Bruchversuche ein wichtiger Test für die Belastbarkeit unserer Elemente."

Dass die Weimarer Forscher mit dem Sicherheitsniveau ihrer neu entwickelten Decken- und Wandelemente sehr zufrieden sein können, liegt an dem grauen Pulver, das nach dem Bruchtest auf den Boden rieselt: Anhydrit ist ein natürlicher Baustoff, der im Tagebau gewonnen wird und hauptsächlich aus Kalziumsulfat, Sand und Wasser besteht. Bekannter ist Anhydrit in der Verwendung für Estriche, als Alternative zu Zementestrichen. Die Ingenieure tragen Anhydrit feucht auf Stapel von Holzbrettern auf, die hochkant nebeneinanderliegen und durch lange Holzdübel verbunden sind. „Durch die Anhydrit-Schicht stieg die Steifigkeit der Bretterstapel um 350 Prozent", sagt Jahreis. „Damit steht für tragende Decken und Wände im mehrgeschossigen Hausbau erstmals ein vollständig nachhaltiges Produkt zur Verfügung."

Nachhaltige Alternative zu Beton

Bisher gab es nur Brettstapel-Elemente mit einer Verstärkung aus Beton, der aber zur Herstellung sehr viel Energie benötigt. Dass man überhaupt Holz zunehmend auch beim Bau von größeren Objekten wie Mehrfamilienhäusern, Kindergärten oder Sporthallen verwendet, liegt vor allem in der Nachhaltigkeit dieses Materials begründet. Denn reine Stahlbetonelemente verbrauchen noch einmal ein Vielfaches an Produktionsenergie. Reine Holzbalkendecken scheiden wiederum ab einer Deckenspannweite von etwa 5 Metern aus statischen Gründen aus, und so kamen bislang eben mehr und mehr Brettstapel-Beton-Verbünde zum Einsatz. Das neue Produkt könnte deren Energiebilanz nun noch einmal deutlich verbessern.

Kalziumsulfat wird unter Tage abgebaut und muss vor der Anwendung lediglich fein gemahlen werden. Er lässt sich problemlos recyceln, dient auf der Innenseite der Wände gleich als Putz und kann Feuchtigkeit und Wärme sehr gut speichern. Um eine noch bessere Dämmung zu erreichen, haben ihn die Forscher teilweise mit Holzfasern versetzt, die zusätzlich auch für eine höhere Stabilität sorgen. Im Winter erhält man so eine angenehm warme Wandoberfläche, im Sommer wird dem Raum die Hitze entzogen und nachts langsam wieder abgegeben, sodass ein konstantes und gesundes Wohnklima entsteht.

Regulierung der Luftfeuchtigkeit

Ein weiterer Vorteil: Beim konventionellen Hausbau ist häufig eine dünne Folie als „Dampfsperre“ notwendig, die verhindern soll, dass kondensierendes Wasser in den Wandaufbau eindringt. Geht die empfindliche Folie jedoch kaputt, gelangt Feuchte in die Wand. Die Estrich-Holz-Elemente kommen ohne diese Folien aus, weil die Baustoffe die Luftfeuchte speichern und ausgleichen können.

„Die sägeraue Oberfläche des Holzes sorgt dafür, dass sich der Anhydrit-Estrich dort gut festkrallen kann“, erzählt Projektleiter Karl Rautenstrauch, der in Weimar Professor für Holz- und Mauerwerksbau ist. „Trotzdem war aufwendige Entwicklungsarbeit notwendig, bis unsere Wand- und Deckenelemente alle bautechnischen Anforderungen erfüllten.“ Für ihre Untersuchungen während der Belastungstests benutzen Rautenstrauch und seine Mitarbeiter unter anderem das Messverfahren der Fotogrammetrie. Dazu werden auf ein Element bis zu 100 Messpunkte aufgeklebt, deren Bewegungen von zwei Spezialkameras verfolgt werden. Auf diese Weise lässt sich die Verformung mit ansteigender Belastung in drei Dimensionen genau beobachten.

„Die Anlage für die Belastungstests der Wandelemente mussten wir sogar selbst entwerfen, da es noch keine adäquate Vorrichtung für diese Aufgabe gab“, erzählt Rautenstrauch. Mithilfe selbst entwickelter Simulationsprogramme konnten die Forscher zudem neue Erkenntnisse über die Vorgänge im Inneren der Bauteile gewinnen.

Bei so viel technischem Aufwand erstaunt es, dass sich die notwendigen Verbesserungen kostengünstig und einfach realisieren lassen.

Einfach, aber wirkungsvoll

So ließen die Forscher jedes zwölfte Brett etwas aus dem Bretterstapel herausragen, frästen Profile in das Holz oder schraubten zusätzliche Leisten an, um der Estrichschicht noch mehr Halt zu geben. In einem Dauertest haben sie anschließend eine 80-jährige Nutzungsdauer der Wand- und Deckenelemente simuliert, ohne größere Änderungen in der Belastbarkeit festzustellen.

„Das vom Baum aufgenommene und in Holz umgewandelte Kohlendioxid könnte also durch die Verwendung im Hausbau für sehr lange Zeit gespeichert werden“, sagt Markus Jahreis. „Erst nach Abriss des Hauses würde es zum Beispiel durch die thermische Nutzung des Holzes wieder in die Atmosphäre gelangen.“ Gerade in Deutschland, dem waldreichsten Land in Europa, in dem jedes Jahr mehr Holz nachwächst als eingeschlagen wird, hält Jahreis den Bau von mehrgeschossigen Holzhäusern für sinnvoll. „Damit würde auch die Forstwirtschaft gefördert, die gerade in ländlichen Regionen einen sehr wichtigen Wirtschaftszweig darstellt“, sagt Jahreis. Ziel der Weimarer Ingenieure ist es nun, Partner für die bauaufsichtliche Zulassung ihrer Holzverbundelemente zu finden. Die Firma Maxit Baustoffwerke, die in Krölpa in Thüringen Kalziumsulfat abbaut, hat bereits großes Interesse gezeigt.

Kontakt: markus.jahreis@uni-weimar.de
Text: Wolfgang Richter
Illustrationen: Christoph Hoppenbrock

„Wir haben einen Kaminofen entwickelt, der serienmäßig eine elektrostatische Feinstaubabscheidung und einen Wasserwärmetauscher enthält. Die Kombination ist bisher weltweit einmalig.“ Volker Schmatloch, Spartherm

Kompakter Alleskönner

Auf den ersten Blick wirkt der Kaminofen der Firma Spartherm aus Melle wie ein klassisches Modell – wäre da nicht anstatt des Warmhaltefachs eine kleine Tür aus Metall. Dahinter verbirgt sich raffinierte Technik, die die Verbrennung von Scheitholz nicht nur sauberer, sondern auch effizienter macht: „Wir haben einen Kaminofen entwickelt, der serienmäßig eine elektrostatische Feinstaubabscheidung und einen Wärmetauscher enthält. Die Kombination ist bisher weltweit einmalig", erklärt dazu Volker Schmatloch, Gesamtentwicklungsleiter bei Spartherm.

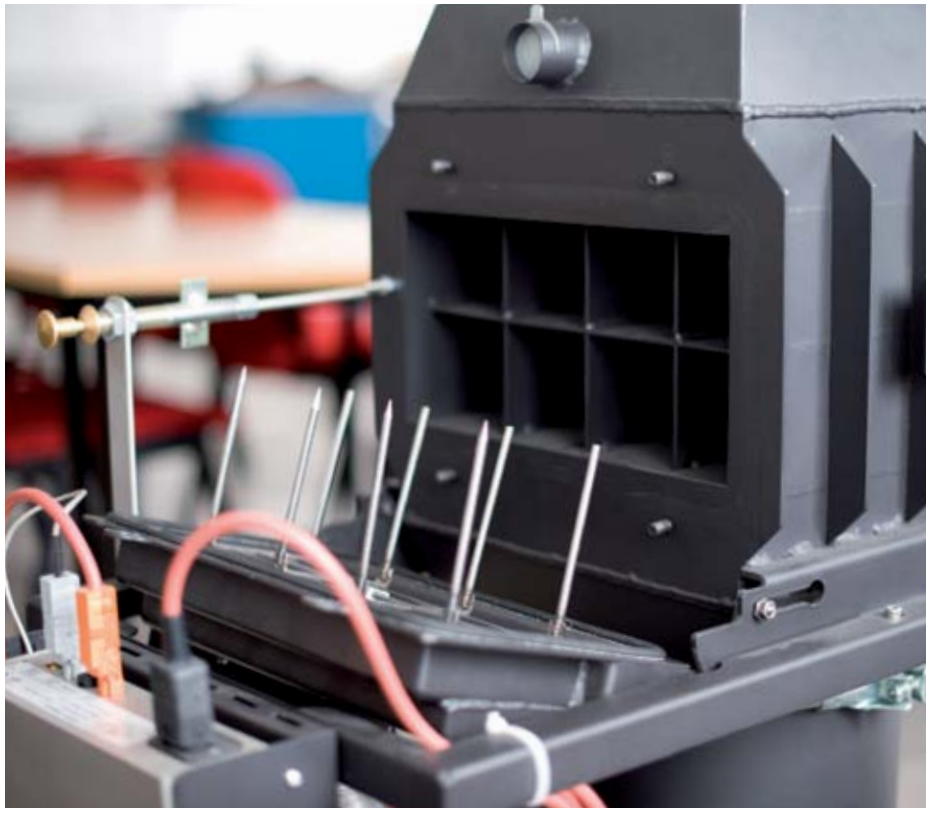
Problem Feinstaub

Der Physiker weiß, wovon er spricht. Bei der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) in der Schweiz hat sich Schmatloch schon ab 1999 mit Elektrofiltern für Feinstaub aus Holzfeuerungen befasst – gut 6 Jahre, bevor deren Staubausstoß in Deutschland überhaupt erstmals öffentlich diskutiert wurde. Seitdem hat die Beliebtheit des Heizens mit Holz jedes Jahr zugenommen – im Jahr 2010 lieferte Holz bereits rund drei Viertel der erneuerbar erzeugten Wärme in Deutschland.

Der Boom des klimaneutralen Brennstoffs hat jedoch ein Manko: Pro Jahr stoßen die Feststofffeuerungen von privaten Haushalten und kleineren Betrieben mittlerweile so viel Feinstaub aus wie alle Motoren von Autos, Lastwagen und Motorrädern zusammen, das entspricht etwa 12 Prozent der Gesamtstaubemission. Die mikroskopisch kleinen Staubpartikel können tief in die Atemwege eindringen. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) werden sie für Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verantwortlich gemacht. Zwar deuten wissenschaftliche Untersuchungen darauf hin, dass nur der Feinstaub aus der unsachgemäßen, unvollständigen Holzverbrennung besonders problematisch, weil toxisch ist. Stäube der normalen, vollständigen Verbrennung machen anscheinend weniger Probleme. Dennoch gilt es, die Emissionen zu verringern. Innerhalb der EU gibt es seit Januar 2005 einen verbindlichen Grenzwert für Feinstaubemission, der nur an einer bestimmten Anzahl von Tagen im Jahr überschritten werden darf. Doch trotz dieser Regelung, trotz Fahrverboten, der Einführung von Umweltzonen und Dieselpartikelfiltern ist die Luftbelastung in vielen deutschen Städten weiterhin zu hoch.

Lösung Elektrostatik

Eine Möglichkeit, Emissionen aus kleinen Feststofffeuerungen einzudämmen, ist der Einsatz moderner Entstaubungssysteme. Für Kraftwerke und Industrieanlagen sind sie schon länger vorgeschrieben. Die Rauchgaswäscher, Gewebefilter und Elektroabscheider halten Feinstäube zum großen Teil zurück, lassen sich aber bei kleinen Holzheizanlagen nicht ohne Weiteres wirtschaftlich betreiben. Die Geschäftsleitung von Spartherm entschied sich deshalb vor 7 Jahren, einen Feinstaubfilter speziell für Kaminöfen zu entwickeln. „Für den Einsatz in kleinen Holzfeuerungen ging es darum, die Filtertechnik so anzupassen, dass die Handhabung für Verbraucher einfach und die Kosten so gering wie möglich ausfallen", erläutert Schmatloch, der 2005 von der



Das Innenleben der Airbox

EMPA zu Spartherm wechselte. Aufgrund früherer Forschungsarbeiten war für den Physiker klar, dass sich die gewünschten Ergebnisse am besten mit einem in die Anlage integrierten elektrostatischen Partikelabscheider erzielen lassen würden. „Bei handbeschickten kleinen Anlagen muss man immer mit unbedachten Besitzern rechnen, die auch mal problematische Stoffe verbrennen. Wäre dann beispielsweise ein Gewebefilter im Einsatz, wären gefährliche Blockaden im Abgasweg durchaus möglich“, so seine Erfahrung.

Negativ geladener Staub

Um einerseits große Abscheideflächen für den Feinstaub zu erhalten und andererseits den Filter im engen Baukörper des Kaminofens bequem unterzubringen, entschied sich Schmatloch für eine innovative Lösung: In ein Kaminofenmodell mit 9 Kilowatt Leistung packte der Physiker zwischen Brennraum und Schornstein ein Modul mit acht Abgaskanälen, das gleichzeitig als Wasserwärmetauscher und elektrostatischer Feinstaubfilter fungiert. Das Abscheideprinzip des Elektrofilters beruht auf einem physikalischen Phänomen, das jeder kennt, der zu Hause noch ein altes Röhrenfernsehgerät benutzt. Der statisch aufgeladene Bildschirm zieht durch seine Ladung den Staub aus der Umgebung förmlich an. Nicht viel anders funktioniert der elektrostatische Feinstaubfilter. Allerdings ist noch etwas technische Nachhilfe im Spiel: Mithilfe einer Sprühelektrode werden die Staubteilchen im Abgas zunächst negativ aufgeladen, eine meist positiv geladene Niederschlagselektrode fängt die im Luftstrom bewegten Teilchen anschließend ein. Zwischen den Elektroden liegt dabei eine Hochspannung, die zwischen 10 und 100 Kilovolt betragen kann. Strömt das heiße Abgas im Kaminofen nun aus dem Brennraum in Richtung Kamin, gibt es seine Wärme im Wärmetauscher an das Brauchwasser ab. Gleichzeitig schlägt sich der elektrostatisch aufgeladene Feinstaub an diesen Wärmeübertragungsflächen nieder. Nach rund 100 Betriebsstunden lässt sich der angesammelte Staub vom Ofenbesitzer ganz unkompliziert mit einem Haushaltsstaubsauger entfernen.

Und noch einen Vorteil hat die ungewöhnliche Kombination: Durch den Einbezug des Wasserwärmetauschers können die Feinstaubteilchen nicht nur durch Elektrostatik, sondern zudem durch sogenannte Thermophorese abgeschieden werden. Durch diesen physikalischen Effekt bewegen sich Staubteilchen innerhalb eines Temperaturgefälles automatisch von warm nach kalt, das heißt zu den Wärmetauscherflächen hin.

Abscheider im Praxistest

Was im Labor tadellos funktioniert, muss seine Alltagstauglichkeit erst noch beweisen. Die FNR förderte 2007 daher einen Praxistest. Fachleute des TÜV NORD in Hannover prüften bei einem Prototyp des Spartherm-Kaminofens die Staubemissionen. Zur gleichen Zeit testeten Schmatloch und sein Team ein Gerät im Labor sowie gemeinsam mit dem TÜV drei weitere Öfen in Privathaushalten. „Sowohl die Staubmessungen im Labor als auch die Feldversuche zeigten klar, dass der Kaminofen unter Praxisbedingungen dauerhaft funktioniert. Das Elektrofiltermodul scheidet zuverlässig ab, ohne dass es zu Störungen bei der Feuerung oder im Aufstellraum kommt“, so das Fazit. Die Abscheidung des Filters lag insgesamt bei etwa 60 Prozent; der auf dem TÜV-Prüfstand erzielte Wert betrug 56 Prozent. Von der nutzbaren Wärmemenge des Ofens konnten 29 bis 40 Prozent ins Wasser eingespeist werden. Die maximale Stromaufnahme des Filters im regulären Betrieb liegt bei niedrigen 20 Watt.

Um die Staubabscheidung bei Elektrofiltern weiter zu verbessern, wird meist einfach die Spannung erhöht. „Bei kleinen Öfen ohne jede Regelung kann das aber zu Störungen führen“, sagt Schmatloch. Durch die Parallelschaltung von acht Röhren erwies sich die Abscheidefläche als groß genug, um auch mit einer geringeren Spannung gute Ergebnisse zu erzielen. Übrigens sind die Versuchsanlagen mitsamt den Filtereinrichtungen bis heute störungsfrei im Einsatz.

Neue Verordnung schürt Nachfrage

Rein technisch gesehen hätte Ende 2007 damit einer Serienfertigung des innovativen Kaminofens nichts mehr im Wege gestanden. Doch mangels gesetzlicher Feinstaubgrenzen für kleine Holzfeuerungen in Deutschland war die Verbrauchernachfrage nach Filterlösungen damals noch zu gering. Seit März 2010 hat sich das geändert: Die Bundesregierung hat die 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung verschärft und für neue Holzfeuerungen im Leistungsbereich bis 1 Megawatt strenge Feinstaubgrenzwerte gesetzt. Ab dem Jahr 2015 trifft es auch Altanlagen, die von ihren Besitzern noch betrieben werden. Viele Feuerungen, die die Staubgrenzwerte nicht einhalten, müssen zeitlich gestaffelt je nach Anlagenalter ausgetauscht oder mit einem Feinstaubfilter nachgerüstet werden.

Der potenzielle Markt für Feinstaubabscheider ist dann plötzlich groß: Etwa 17 Prozent der deutschen Haushalte verfügen über die Möglichkeit, Holz zu verbrennen. Nach Angaben des Bundesumweltministeriums könnten ab dem Jahr 2015 bis zu 4,5 Millionen Altanlagen von einer Nachrüstung mit Staubfiltern oder einem Austausch der Feuerung betroffen sein.

Nachrüsten mit der Airbox

Auch für Nachrüstungswünsche ist man bei Spartherm inzwischen gewappnet: Für ältere Holzöfen bis 20 Kilowatt Leistung ist der Feinstaubfilter mittlerweile auch als Aufsatzmodul ohne wasserführenden Teil erhältlich. Durch spezielle Anschlussadapter lässt sich der „Airbox“ getaufte Partikelabscheider auf den Feuerraum montieren und wird anschließend optisch ansprechend mit Putz oder Kacheln verkleidet. Auch die umweltfreundliche Ausrüstung von Großmutters geliebtem alten Kachelofen dürfte dann kein größeres Problem mehr sein.

Kontakt: v.schmatloch@spartherm.com
Text: Almut Bruschke-Reimer
Bilder: Dörthe Hagenguth

Die Airbox zum Nachrüsten älterer Öfen, hier auf einem Versuchsofen bei Spartherm. Besonders gut geeignet ist sie für Kamineinsätze, dort kann sie problemlos mit Putz oder Kacheln verkleidet werden.

Nach rund 100 Betriebsstunden saugt man die angesammelten Partikel einfach mit einem normalen Staubsauger aus dem Filter.

Staub raus

Interview mit Professor Dr. Görge Deerberg

Stellvertretender Leiter des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen

Unser Feinstaubfilter soll schon heute die Grenzwerte von morgen erfüllen

Holzheizungen sind klimafreundlich, allerdings emittieren sie im Betrieb mehr gesundheitsschädliche Feinstaubpartikel. Die neue 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung (1. BImSchV) schiebt dem seit März 2010 einen Riegel vor und setzt für neue Holzfeuerungen bis 1 Megawatt Nennwärmeleistung strenge Feinstaubgrenzwerte. Ab 2015 tritt die 2. Stufe mit weiter verschärften Werten in Kraft.

Herr Professor Deerberg, warum entwickelt ihr Institut einen Filter für Feinstäube?

▶ Die von der 1. BImSchV angestrebten strengen Grenzwerte für Feinstaub können voraussichtlich von einigen Biomassefeuerungen ab dem Jahr 2015 nicht ohne zusätzliche Entstaubungseinrichtung eingehalten werden. Das betrifft einen Teil der Altanlagen, aber auch Neuanlagen. Zwar können neue Anlagen die künftig geforderten Werte auf dem Prüfstand in der Regel schon heute einhalten – möglicherweise jedoch nicht im praktischen Betrieb. Das Phänomen höherer Emissionen bei Praxisanlagen ist bekannt und in der neuen 1. BImSchV sind wiederkehrende Messungen im praktischen Betrieb vorgeschrieben. Es wird sich also die Frage der Nachrüstung dieser Anlagen stellen. Auf dem Markt gibt es bislang aber nur wenige Feinstaubfilter. Es besteht ein dringender Bedarf an technischen Lösungen.

Ein weiteres Problem ist, dass bei Biomassefeuerungen je nach Verbrennung und Brennstoff durchaus nennenswerte Mengen an sehr gesundheitsschädlichen organischen Schadstoffen (Teere) entstehen können. Diese Stoffe kondensieren erst in kälteren Bereichen des Schornsteins oder in der Umgebungsluft und sind dann trotzdem als Feinstaub vorhanden. Sie werden von den gängigen Abscheidern sowie von der üblichen Staubmessmethode bisher nicht oder nur bedingt erfasst.

Was ist das Besondere an Ihrem Filter?

▶ Unser zweistufiges Rauchgasreinigungssystem soll einmal zur Nachrüstung für größere Holzfeuerungen mit einer Nennwärmeleistung von 30 bis 500 Kilowatt eingesetzt werden können. Es wird in den Abgasweg zwischen Brennraum und Schornstein installiert und kombiniert zwei unterschiedliche Abscheidemethoden aus der Verfahrenstechnik. Das Rauchgas gelangt zuerst mithilfe eines Gebläses in ein sogenanntes High-Flux-Mikrosieb, das die festen, vorwiegend mineralischen Bestandteile des Feinstaubs entfernt. Ein nachgeschaltetes Wäschersystem löst dann – anders als bei herkömmlichen Feinstaubfiltern – zusätzlich die gesundheitsschädlichen Teere aus dem Abgas. Als Lösungsmittel dient umweltfreundliches Pflanzenöl. Es lässt sich nach dem Gebrauch, wenn es so weit gesättigt ist, dass es keine Teere oder Partikel mehr aufnimmt, ohne großen Aufwand austauschen und entsorgen, beispielsweise indem man es wiederaufbereitet oder verbrennt. Hier müssen noch Praxislösungen entwickelt werden.

Was muss man sich unter einem High-Flux-Mikrosieb vorstellen?

▶ Vereinfacht gesagt, handelt es sich dabei um Metallfolie, die mit maßgeschneiderten, mikrometerkleinen Löchern perforiert ist. Aufgrund der geringen Dicke und sehr präziser Poren stellt sie ein ideales Sieb dar. Die Stärke von UMSICHT ist es, solche weitgehend korrosions- und temperaturbeständigen Mikrosiebe nicht nur zu entwickeln, sondern auch auf unterschiedliche Praxisanwendungen zuzuschneiden.

Obwohl Feinstaubteilchen zu mehr als 95 Prozent kleiner als 1 Mikrometer sind, erreichen wir den Filtereffekt bereits mit 16 Mikrometer großen Siebporen. Der Grund dafür ist, dass sich der Staub an unserem Filter nach kurzer Zeit zu einem Filterkuchen zusammenballt, weitere Teilchen auffängt und damit die Abscheidung stark verbessert. Wird der Kuchen zu dicht, baut sich ein störender Druckverlust auf. Das Sieb muss dann automatisch gereinigt werden, beispielsweise mit Druckluft, und der Filterprozess beginnt von Neuem.

Wäre ein einziges Abscheideverfahren nicht ausreichend?

▶ Mit einem Wäschersystem als alleinigem Filter könnten wir zwar nennenswert Staub abscheiden. Für die ab 2015 geltenden Grenzwerte könnte es aber je nach entstehender Feinstaubmenge aus der Feuerung nicht ausreichen. Deshalb schalten wir feine Mikrosiebe vor und erfüllen so mit unserem Filter heute schon die Grenzwerte von morgen. Mit dem Gesamtsystem erreichen wir Abscheidegrade beim Feinstaub von über 90 Prozent und bis zu 80 Prozent bei den Teeren. Bislang können wir die Staubkonzentration so im Schnitt auf 19 mg/Nm³ senken, hier erwarten wir aber im Rahmen aktuell laufender Folgeprojekte noch deutliche Verbesserungen.

Gesetzlich sind ab dem Jahr 2015 20 mg/Nm³ für alle Biomassekessel vorgeschrieben. Für die meisten Öfen und Kamine, im Gesetz als Einzelraumfeuerungsanlagen bezeichnet, gelten weniger strenge Grenzwerte. Unser Filter ist aber für größere Anlagen ab 30 Kilowatt konzipiert, das sind in der Regel die Kessel. Ein weiterer Vorteil des Kombinationssystems ist, dass es auch Biomassefeuerungen mit sehr hohen Emissionen entstauben zu kann, beispielsweise Getreide- oder Strohfeuerungen.

Wie sind die weiteren Pläne? Kommt der Filter bald auf den Markt?

▶ Die Nachfrage nach Feinstaubfiltern gibt es bereits jetzt, ab 2015 wird es aber ernst. Betreiber, die eine Anlage neu installieren wollen, und Besitzer von älteren Bestandsanlagen müssen dann aktiv werden. Unser Vorteil ist, dass wir frühzeitig mit der Entwicklung begonnen haben, sodass wir auch frühzeitig auf dem Markt präsent sein können. Wir suchen derzeit nach Industriepartnern für die Finanzierung und für die Weiterentwicklung unseres Systems. Angedacht ist beispielsweise der Einsatz eines rotierenden Mikrosiebs, das die gefilterten Feinstaubpartikel kontinuierlich abreinigt.

Gibt es eventuell Hemmnisse, die die Markteinführung erschweren?

▶ Ich sehe auf jeden Fall Potenzial in der Technologie. Wir müssen aber noch einige formale Nachweise erbringen und Langzeittests fahren.

Kontakt: goerge.deerberg@umsicht.fraunhofer.de
Text: Almut Bruschke-Reimer
Illustrationen: Christoph Hoppenbrock

Pioniere aus der Mitte der Gesellschaft

Der Weg hinauf zur Anlage ist nicht weit, aber eisig. Ein kalter Wind treibt die Schneeflocken durch Jühnde, ein 800-Seelen-Dorf, wie es so viele in Niedersachsen gibt: Die Kirche steht mitten im Dorf, aus ordentlichen Einfamilienhäusern und Fachwerk-Gutshöfen schimmert gemütliche Wärme durch die Spitzengardinen. Doch eines fällt dem Besucher hier angesichts zweistelliger Minusgrade auf: Es quillt kein Rauch aus den Schornsteinen. „Es gibt nur noch ein paar wenige, die ihren Öl- oder Holzofen behalten haben“, sagt der Rentner Gerd Paffenholz lächelnd, stapft um die Ecke, und zeigt auf zwei riesige, runde Bottiche mit silbrigen Kuppeln. „Brauchen wir ja auch nicht mehr. Unsere Wärme kommt von dort.“ Als erstes Dorf Deutschlands produziert Jühnde seit 5 Jahren nicht nur Strom, sondern auch fast die ganze benötigte Wärme zum Heizen aus der Biomasse, die die Landwirte der Region liefern. Keine „grünen Spinner“, sondern deutsche Durchschnittsbürger rafften sich vor 10 Jahren auf,

Gerd und Jeanne-Marie Paffenholz

stellten von Öl auf Biogas um und beheizen seitdem 140 Haushalte mit nachwachsenden Rohstoffen. Und sie sparen nicht nur Geld, sondern haben es auch ein ganzes Stück behaglicher.

Biogas-Debatte im Tennisverein

Alles begann, als Bürgermeister August Brandenburg Anfang 2001 einen Besuch von der Universität Göttingen bekam. Die Forscher wollten den theoretischen Debatten über den drohenden Klimawandel Taten folgen lassen und zeigen, dass es auch anders geht und ein Dorf seinen Energiebedarf selbst und vor allem klimaneutral produzieren kann. Die Dörfer der Region könnten sich bewerben, mithilfe der Uni eine Biogasanlage zu installieren, die sowohl Strom als auch Heizwärme liefert. Den Zuschlag bekäme ein Dorf, das ausreichend landwirtschaftliche Fläche und genug Wald in der Nähe habe und dessen Bürger sich mehrheitlich bereit erklären, ein solches Experiment zu wagen. Brandenburg war sofort begeistert und trug die Idee in die Institutionen, über die die Gemeinde Jühnde funktioniert: die Sport- und Freizeitvereine. Beim Bier nach dem Tennistraining stieß die Idee auf Interesse und der Bürgermeister organisierte einen Informationsabend in der Sporthalle. Die Experten aus Göttingen kamen und sprachen von steigenden Ölpreisen, von Kriegen ums letzte Öl, von klimaschädlichem Kohlendioxid aus fossilen Brennstoffen, schmelzenden Gletschern und einem untergehenden Hamburg. „Viele von uns hörten das damals in dieser Deutlichkeit zum ersten Mal“, sagt Paffenholz. Aber die Forscher malten nicht nur schwarz, sondern skizzierten einen Ausweg, von dem nicht nur das Klima, sondern auch Jühnde profitieren könne.

Geld bleibt in der Region

Die rund 200.000 Euro, die die Bewohner jährlich an Heizkosten ausgeben, würden künftig in der Region, ja zum Teil sogar im Dorf bleiben. „Für mich hat das den eigentlichen Ausschlag gegeben neben dem Fakt, dass die Idee aus einer neutralen und wissenschaftlichen Einrichtung kam“, so Paffenholz. So überzeugend war die Argumen-

Ein Wintertag in Jühnde: Die dorfeigene Biogasanlage liefert Wärme; Gerd und Jeanne-Marie Paffenholz vor ihrem Haus und (re. Seite) Jugendliche beim Spielen mit Ponys.

tation der Uni, dass er, als er später seine zu dem Zeitpunkt 15 Jahre alte Ölheizung rauswarf (die noch etwa 5 Jahre hätte weiterlaufen können) und immerhin 5.000 Euro für den Anschluss an das Bioenergiedorf investierte, keine Bedenken hatte, hier einen Fehler zu machen.

Dazu trug auch bei, dass die „Anlage", wie die Jühnder ihr Strom- und Heizkraftwerk nennen, „technisch gesehen eigentlich gar nichts Neues war", sagt Gerd Paffenholz, und die Kälte verwandelt jedes Wort in kleine Wölkchen. Nach seiner Pensionierung absolvierte der bedächtige, analytisch denkende Messtechniker einen 80-stündigen Kurs zum Gästeführer und führt nun jährlich rund 3.000 neugierige Besucher aus Ländern wie Japan, Südkorea oder den USA durchs Bioenergiedorf. Die anderen rund 6.000 Biogasanlagen in Deutschland funktionieren ähnlich, und auch das für die Verteilung der Wärme benötigte Nahwärmenetz gibt es anderswo zigfach. Doch die Jühnder waren die Ersten, die ein ganzes Dorf mit der Abwärme heizen, die der Motor entwickelt, wenn er das Biogas verbrennt und Strom produziert.

Aber was passiert, wenn dieser Motor mal stillsteht? Paffenholz zeigt auf einen haushohen Berg von Holzhackschnitzeln. Man habe in die Anlage von vornherein ein Holzhackschnitzel-Heizwerk integriert. Und für Notfälle und besonders kalte Tage unter minus 20 Grad stehe sogar ein Ölheizkessel zur Verfügung. „Aber der ist zwei Winter gar nicht gelaufen", betont Paffenholz.

Sparen wie der Nachbar

Mit Geld wurden die Jühnder nicht gelockt. „Uns wurde damals gesagt, dass die Heizkosten zumindest anfangs in etwa genauso hoch sein würden wie mit Ölheizung." Aber die Ökonomen von der Universität zeigten den Jühndern auch die Preiskurve für Öl. „Da konnte sich jeder selbst ausmalen, dass der Ölpreis weiter steigen wird." Heute spart jeder Haushalt in Jühnde gegenüber einer Ölheizung etwa 800 Euro Heizkosten im Jahr.

Paffenholz war einer der Ersten, der unterschrieb – aber nicht nur auf Papier, sondern auch auf einer kleinen Holzscheibe. Übereinandergestapelt und in der Sporthalle aufgestellt, zeigten sie jedem, wie die Zustimmung wuchs. „Wer sieht, dass der Nachbar mitmacht, der macht natürlich auch mit", grinst Paffenholz über den Trick der Uni-Psychologen. Parteien, egal welcher Couleur, spielten in der Entscheidungsfindung im Dorf keine Rolle. In Jühnde sei der Funke deshalb so schnell übergesprungen, weil diejenigen, die in den Vereinen Vertrauen genießen und den Ton angeben, sich gleich engagierten und die nötige Überzeugungsarbeit leisteten.

In kürzester Zeit hatten sich 60 Prozent der Jühnder sowohl finanziell als auch zur Mitarbeit in der Genossenschaft verpflichtet. Um die übrigen 15 Prozent zu gewinnen (die Universität forderte 75 Prozent Zustimmung), waren viele Gespräche und etliche Liter Bier und Kaffee nötig. 142 der 190 Haushalte in Jühnde schließlich waren ausreichend, Jühnde bekam von der Uni den Zuschlag. Die Jahre 2004 und 2005 standen dann ganz im Zeichen der erforderlichen Bauarbeiten: Beauftragte Firmen errichteten eine 700-kW-Biogasanlage. Parallel dazu wurden überall im Dorf die Straßen aufgebuddelt und 5.500 Meter Rohre, das Nahwärmenetz, verlegt.

Gewinn an Lebensqualität

„Sehen Sie, hier kommt das Wasser aus der Anlage an." Paffenholz steht nun im Keller seines Häuschens. Anstelle eines platzraubenden Heizkessels kommt ein Rohr aus der Wand, an dem Wasserzähler und Temperaturfühler angebracht sind. Nur 5 Grad hat das Wasser von der Anlage bis in Paffenholz' Häuschen verloren.

Früher war der Ölpreis für den Hausbesitzer ständig Thema. Wann wie viel Öl für den Winter kaufen? Und ist der Ölpreis wieder gestiegen? Jetzt ist die Biowärme einfach da. „Und im Keller stinkt's auch nicht mehr

nach Öl“, sagt Paffenholz. Wo einst Heizkessel und Öltank standen, haben sich viele Jühnder nun Hobbykeller oder Lagerräume eingerichtet.

Von Anfang an war es der Universität bei dem Projekt nicht allein um nachhaltige Energiegewinnung und Klimaschutz gegangen. Die involvierten Soziologen und Psychologen wollten über die Zusammenarbeit für die Bioenergie-Genossenschaft auch die Gemeinschaft im Dorf fördern, das oft nicht mehr als Schlafstatt für Arbeiter und Angestellte ist, die in die größeren Städte zur Arbeit pendeln müssen. Gemeinsam etwas zu erarbeiten, sollte das Dorf wieder lebendiger werden lassen. „Es ist schwierig, in einem Dorf wie Jühnde Fuß zu fassen“, sagt Jeanne-Marie Paffenholz, gebürtige Französin. „Wir sind vor 25 Jahren hierhergezogen, aber blieben doch lange Fremde.“ Erst die enge Zusammenarbeit in den Arbeitsgruppen für die Anlage änderte das. Durch diese „Bioenergiesache“ sei seine Familie jetzt „voll integriert“, jeder kenne ihn, und er kenne jeden, sagt Paffenholz.

Viele Nachahmer

Das Beispiel Jühnde macht Schule. Inzwischen gibt es in Deutschland etwa 60 Bioenergiedörfer, rund 250 weitere sind mehr oder weniger konkret geplant. „Das Nachbardorf hat letztes Jahr angefangen“, sagt Paffenholz. Barlissen will sich mit Jühnde demnächst ein Elektroauto teilen, das die Bürger per Carsharing nutzen und über zwei neue Elektrotankstellen aufladen können, die von den Anlagen in Jühnde und Barlissen gespeist werden.

Wo immer ein neues Bioenergiedorf entsteht, sie profitieren von den Erfahrungen der Pioniere von Jühnde: „Wir hören immer drei Fragen: Stinkt’s? Ist es laut? Mehr Verkehr, Lärm und Dreck im Dorf durch der Transport der Silage und Gülle?“ Nein, nein und nein, antwortet Paffenholz entschieden. „Nur dreimal im Jahr müssen die Trecker durchs Dorf und machen mal ein wenig Dreck: Im Frühjahr, wenn sie Gras liefern, im Juni den Winterweizen und Ende September Mais.“ Und was den Gestank betrifft: „Es stinkt gar nicht mehr!“ Früher sei es schon unangenehm gewesen, wenn die Landwirte die Gülle auf die Felder ausgefahren haben. Damit ist es vorbei, seit die Bauern stattdessen den Gärrest aus der Anlage nutzen können. „Der ist wegen des hohen Mineralienanteils für die Landwirte viel wertvoller“, sagt Paffenholz. Der Bauer ist froh und das Dorf kann durchatmen.

Kontakt: eckhard.fangmeier@kommunikationsaufgaben.de

Text: Sascha Karberg

Bilder: Dörthe Hagenguth

„Wir hören immer drei Fragen: Stinkt's? Ist es laut? Mehr Verkehr, Lärm und Dreck im Dorf? Nein, nein und nein.“

Gerd Paffenholz

Soll und Haben

Die Umstiegskosten blieben für die Jühnder Bürger überschaubar: Jeder der 140 angeschlossenen Haushalte musste eine Einlage von 1.500 Euro für die Genossenschaft zahlen, 1.000 Euro kostete der Anschluss an das Wärmenetz und etwa 2.500 Euro die Installationsarbeiten und die Entsorgung der Ölheizung. Der Löwenanteil der insgesamt 5,3 Millionen teuren Investition wurde über einen Kredit der KfW-Bank und aus Fördermitteln von Bund, Land und Gemeinde finanziert. Inzwischen ist der Heizölpreis drastisch gestiegen und damit auch die Bereitschaft der Menschen in potenziellen neuen Bioenergiedörfern, einen höheren Eigenanteil zu leisten. Günstiger kann ein solches Projekt werden, wenn man die Wärme einer bereits bestehenden oder ohnehin geplanten Biogasanlage nutzt, anstatt diese selbst zu errichten, wie es in Jühnde passiert ist. Dort besitzt die Genossenschaft aus Jühnder Bürgern Biogasanlage, Hackschnitzelanlage und Nahwärmenetz. Die Bewohner sind ihre eigenen Energieversorger und nehmen jeden Cent wieder ein, den sie für die Wärmenutzung ausgeben. 5 Jahre lang zahlten sie 4,9 Cent pro Kilowattstunde für die Biowärme, erst kürzlich beschloss die Genossenschaft eine Erhöhung von 15 Prozent. Geld verdient die Genossenschaft vor allem über den Stromverkauf (17 Cent pro Kilowattstunde). Bei rund 1 Million Euro Umsatz im Jahr stammen 800.000 Euro aus der Stromeinspeisung, der Rest sind Einnahmen aus den Nahwärme-Abgaben.

Autofahren mit Stroh

Tank oder Teller? Passt der Sprit zu meinem Motor? Biokraftstoffe der ersten Generation bieten zwar die Chance, unabhängiger vom Erdöl zu werden und kräftig CO_2 zu sparen. Doch die mögliche Konkurrenz zu Nahrungsmitteln und Diskussionen um die Qualität des Kraftstoffs bringen sie immer wieder in Verruf. Dabei fordert die EU bis 2020 einen Ausbau auf dann 10 Prozent erneuerbarer Energie im Verkehrssektor. Die bereits jetzt am Markt befindlichen Biokraftstoffe werden einen Großteil dazu beitragen müssen, denn andere Alternativen brauchen noch Zeit.

Einen Ausweg bietet BtL: Biomass-to-Liquids, Biokraftstoffe der zweiten Generation. Am Karlsruher Institut für Technologie KIT hat eine Gruppe von Wissenschaftlern um Nicolaus Dahmen, Eckhard Dinjus und Edmund Henrich seit 2002 unter dem Namen „bioliq" ein neuartiges Verfahren zur Herstellung dieser Synthesekraftstoffe aus Biomasse entwickelt.

Auch Reststoffe möglich

Der entscheidende Vorteil gegenüber Biodiesel oder Ethanol: Man ist nicht auf Raps, Getreide oder andere landwirtschaftliche Früchte angewiesen, sondern kann verschiedene Arten von trockener Restbiomasse nutzen, je nach Verfahren zum Beispiel Stroh oder Holzhackschnitzel. Auch die Anwender profitieren von dem vollsynthetischen Benzin. „Es ist zu 100 Prozent kompatibel mit aktuellen Motoren, da gibt es keine Beimischungsdebatten", betont Dr. Nicolaus Dahmen, Bioliq-Projektleiter am KIT. Denn die Kraftstoffe können auf verschiedene Motorentypen abgestimmt werden. Industrie und Wirtschaft zeigen wachsendes Interesse: Das Bioliq-Verfahren ermöglicht die Herstellung einer breiten Palette von Kraftstoffarten für Autos, die Schiff- und Luftfahrt.

Ein Grob- und ein Feinhäcksler schneiden das Stroh auf die richtige Länge für die Pyrolyse zurecht.

Wer Biomasse großindustriell verarbeiten will, steht vor einem grundsätzlichen Problem: Der Rohstoff fällt regional verteilt an und muss womöglich über weite Wege zu zentralen Produktionsstätten transportiert werden. Bei der geringen Energiedichte pro transportiertem Volumen ist das oft weder wirtschaftlich noch energetisch sinnvoll. Mit „bioliq" präsentieren die Karlsruher Forscher auch hierfür eine Lösung. Die Idee: In einem mehrstufigen Verfahren wird zunächst dezentral – an etwa 40 Standorten in Deutschland – aus der Biomasse ein flüssiges Konzentrat hoher Energiedichte hergestellt, der sogenannte bioliqSynCrude, der dann durch weitere Verfahrensschritte zentral zu Synthesekraftstoff weiterverarbeitet wird.

Pyrolyse für ein Zwischenprodukt mit hoher Energiedichte

Zur Herstellung der energiereichen Mischung setzen die Karlsruher Forscher auf die Schnellpyrolyse. In diesem Verfahren wird die zerkleinerte, trockene Biomasse unter Luftausschluss auf 500 Grad Celsius erhitzt. Dabei entstehen je nach eingesetzter Biomasse und Prozessbedingungen ca. 20 Prozent Pyrolysekoks, ca. 70 Prozent Pyrolyseöl und etwa 10 Prozent gasförmige Produkte. Öl und Koks werden anschließend im geeigneten Verhältnis zum bioliq-SynCrude gemischt. Das Pyrolysegas, das nicht kondensierbar ist, kann zur Energiegewinnung für den Prozess genutzt werden.

Gemeinsam mit dem weltweit operierenden Frankfurter Unternehmen Lurgi, einem Spezialisten für Chemieanlagen, haben die Karlsruher Forscher eine Pilotanlage für diesen Prozess entwickelt. Sie ist seit 2008 in Betrieb und wird zur Marktreife weiterentwickelt. Pro Stunde können hier 500 Kilogramm Stroh, also etwa ein großer Ballen, umgesetzt werden. Dabei schrumpft das Volumen – bezogen auf den Energiegehalt – um einen Faktor 10 bis 15. An die 50 verschiedene Biomassen wurden am KIT schon erfolgreich verarbeitet.

Schwelteerkondensate unterschiedlicher Biomassen aus dem Pyrolyseprozess

Flugstromvergasung, Synthese und noch ein Zwischenprodukt

Um aus dem bioliqSynCrude Kraftstoff zu gewinnen, wird zunächst mit der sogenannten Flugstromvergasung Synthesegas hergestellt. Hierfür haben die Karlsruher Forscher wiederum Lurgi als Industriepartner gewonnen. Die Anlage befindet sich zurzeit in der Fertigstellung. Der bioliqSynCrude wird mit heißem Sauerstoff zerstäubt und bei über 1.200 Grad Celsius zu einem teerfreien und methanarmen Rohgas umgesetzt.

Bevor das Gas in einer chemischen Synthese zu Kraftstoff verarbeitet werden kann, muss es von Partikeln, Salzen und weiteren Verunreinigungen befreit werden. Um die Qualität des Synthesegases dabei weiter zu verbessern, haben die Karlsruher Forscher mit der Firma MUT ein energieeffizientes Verfahren zur Heißgasreinigung entwickelt, das die herkömmliche Lösemittelwäsche ersetzt.

Für die anschließende Synthese des Kraftstoffes gibt es schon eine Reihe von kommerziellen Verfahren, unter anderem die vor 80 Jahren entwickelte Fischer-Tropsch-Synthese. Ziel ist es immer, die Gasbestandteile möglichst energieeffizient zu einem reinen und auf die Bedürfnisse des Motors zugeschnittenen Kraftstoff zusammenzusetzen. Am KIT wird zurzeit gemeinsam mit der Firma Chemnitzer Chemieanlagenbau CAC ein alternativer Weg über Dimethylether als Zwischenprodukt verfolgt. Grundsätzlich lassen sich aus dem Synthesegas nicht nur Kraftstoffe herstellen, sondern auch chemische Grundstoffe.

Industriebeteiligung erwünscht

Dahmen schätzt, dass die gesamte Anlage spätestens 2013 einen dreijährigen Testbetrieb starten kann. Ob das Endprodukt, der bioliq-BtL-Kraftstoff später an der Tankstelle zu einem attraktiven Preis angeboten werden kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab: von den tatsächlich realisierten Anlagengrößen, dem jeweiligen Biomasseangebot, der Entwicklung des Erdölpreises und einer Steuererleichterung für den neuen Biokraftstoff. „Wenn wir davon ausgehen, dass sich Erdöl im gleichen Maße weiter verteuert wie bisher und dass die Verlängerung der Steuerermäßigung kommt, dann kann der bioliq-BtL 2018 bis 2020 wettbewerbsfähig sein", sagt Dahmen. „Über die derzeitige Beimischungspraxis könnten sogar schon heute kleinere BtL-Mengen in den Markt gelangen, zu entsprechend geringen Mehrkosten. In jedem Fall aber ist eine Beteiligung der Wirtschaft notwendig, um das Produkt auf den Markt zu bringen."

Kontakt: nicolaus.dahmen@kit.edu
Text: Uta Deffke
Bilder: Hardy Müller

Die Akzeptanz-Knolle

Der Streit tobt seit Jahrzehnten. Die einen beschwören die Vorteile gentechnisch veränderter Pflanzen (GVO), denen zusätzliche Gene nützliche Eigenschaften verleihen. Die anderen verweisen auf mögliche Risiken und wehren sich vehement gegen die Zulassung jeglicher GVO. Und zwischen allen Stühlen sitzen die Zuchtunternehmen, die einerseits die Vorteile gentechnischer Optimierung zu schätzen wissen, aber andererseits nicht gegen Verbraucherinteressen produzieren können. So auch die niedersächsische Bioplant. Forschungsleiter Eckhard Tacke kennt die nützlichen Eigenschaften, die sich mittels Gentechnik in kürzester Zeit in Kultursorten einbauen lassen. Doch 1999 erkannte der Pflanzenbiotechnologe, dass gentechnisch erzeugte Pflanzen einen langwierigen und aufwendigen Prüfungs- und Zulassungsprozess zu durchlaufen haben. Der Forscher sah die Chance für sein Unternehmen, mit klassischen, gentechnikfreien Züchtungsmethoden das gleiche Ziel anzugehen.

Gentechnisch veränderte Stärkekartoffel: Idee gut, Markteinführung schwierig

Beispiel Stärkekartoffel. Normale Kartoffelknollen enthalten zwei Formen der Stärke: Amylose und Amylopektin. In den 1990er-Jahren begann ein Unternehmen mit der Entwicklung einer gezielt gentechnisch veränderten Kartoffel. Die neue Knolle sollte den Stärkeherstellern das mühsame, energie- und wasserzehrende Trennen der beiden Stärkeformen bei der Gewinnung des begehrten Amylopektins ersparen. Dazu blockierten die Forscher das Amylose-Gen im Erbgut der Kartoffel, indem sie ein künstliches, gegensätzlich orientiertes Amylose-Gen gentechnisch in die DNA einbauten. So enthielten die Stärkeknollen kaum noch Amylose, sondern fast nur noch Amylopektin. Eigentlich ideal – doch der öffentliche und politische Widerstand führte dazu, dass heute, 15 Jahre nach dem ersten Zulassungsantrag, nur auf 2 Hektar die Gentech-Knolle in Sachsen-Anhalt angebaut wird. Bioplant hatte das gleiche Ziel vor Augen – eine Kartoffel zu entwickeln, die den großen Bedarf der Industrie an Amylopektin bedienen kann. Allerdings wollte Tacke dafür gentechnikfreie, klassische Züchtungsmethoden anwenden. Doch klassische Züchtung dauert lange und ist von zufälligen Mutationen der Kulturpflanzen abhängig. Und noch nie waren Kartoffelzüchtern spontan mutierte Knollen aufgefallen, die nur Amylopektin enthielten. Also rief Tacke seine ehemaligen Forscherkollegen Dirk Prüfer und Jost Muth zu Hilfe, mit denen er am Kölner Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung gearbeitet hatte. „Wir fragten uns damals, ob es möglich ist, per chemischer Mutagenese so eine Kartoffel nachzubauen", erzählt Prüfer vom Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME. „Wir hatten starke Vorbehalte, aber einigten uns darauf, es wenigstens zu versuchen." Also bildeten Fraunhofer, Bioplant und der Stärkeproduzent Emsland-Stärke ein Konsortium und riskierten 2002 mit Unterstützung der FNR einen Versuch.

Blinde Schüsse ins Genom

Die Mutationen auslösende Chemikalie EMS (Ethylmethansulfonat) sollte das Gen gbssI (granule bound starch synthase I) stilllegen, ohne das in der Kartoffelknolle keine Amylose entsteht. So der Plan. „Aber wir konnten uns kaum vorstellen, dass wir die Funktion des gbssI-Gens tatsächlich ausschalten könnten", räumt Prüfer ein. Denn mit der EMS-Chemikalie lässt sich nicht auf ein bestimmtes Gen zielen. Es ist eher, als würde man mit verbundenen Augen 30.000 Gummibärchen in die Luft werfen und darauf hoffen, mit einem Schuss aus der Schrotflinte den einzigen roten Gummibär zu treffen. Natürlich steigt die Wahrscheinlichkeit, je mehr Schrot bzw. EMS man einsetzt. Doch dann werden zu viele Gene im Erbgut getroffen und die Pflanzen leiden oder entwickeln sich überhaupt nicht mehr, sagt Muth. Also blieb den Forschern nichts anderes übrig, als möglichst vielen Kartoffelsamen mit wohldosierter EMS-Dosis ins Genom zu schießen – denn statistisch mussten sie das gbssI-Gen irgendwann treffen. Rund 15.000 Kartoffelsamen legten Muth und Prüfer in die EMS-Lösung und päppelten sie zu über 10.000 Pflanzen heran. Die Gewächshäuser des Fraunhofer-Instituts füllten sich mit Kartoffelpflanzen. Von jeder einzelnen stanzten die Forscher ein Stück Blatt heraus, extrahierten die DNA und sequenzierten das gbssI-Gen. Noch einige Jahre vorher wäre eine so aufwendige Suche zu einem praktikablen Preis gar nicht möglich gewesen. Erst seitdem für die Sequenzierung des menschlichen Erbguts immer schnellere Roboter und günstigere Verfahren entwickelt worden waren, hatten Muth und Prüfer überhaupt die technischen Möglichkeiten für ihr Experiment.

Zur DNA-Isolierung werden Blattgewebeproben entnommen.

Erster Treffer nach 1.100 Sequenzierungen

Und das Glück kam den Mutigen zu Hilfe: Knapp 2 Jahre lang hatten die Forscher das gbssI-Gen in mühevoller Sisyphus-Arbeit etwa 1.100 Mal sequenziert, ohne eine wirkungsvolle Mutation gefunden zu haben. Dann endlich spuckte der Computer eines Abends die erste Mutation aus, die ein Stilllegen des Gens versprach. Zwar unterrichtete Muth sogleich die Kollegen – doch jubeln wollte zu diesem Zeitpunkt noch niemand so recht. Erst mussten die Forscher beweisen, dass die Mutation tatsächlich zu einem Ausfall des gbssI-Gens führt und die Kartoffel nur noch Amylopektin enthält. „Der Computer kann zwar im Prinzip vorhersagen, ob eine Mutation das Gen stilllegt", sagt Muth. Aber das klappt nicht immer. Bei einer anderen gefundenen Mutation prophezeite das Programm beispielsweise, dass das gbssI-Gen hundertprozentig stillgelegt wäre. Erst Monate später, nachdem die Forscher schon viel Arbeit in das Weiterzüchten dieser Pflanze gesteckt hatten, stellte sich heraus, dass die Knollen dennoch Amylose enthielten.„Wenn wir nur diese Mutation gehabt hätten, dann wäre das eine Katastrophe gewesen", sagt Prüfer.

Doch weitsichtig genug hatten die Forscher weiter sequenziert und waren nach dem Durchsuchen von insgesamt 2.748 Pflanzen tatsächlich auf insgesamt 20 Mutationen im gbss1-Gen gestoßen. „Das war schon eine Überraschung, dass wir so rasch so viele Mutationen finden konnten", sagt Prüfer. Aber erst nachdem Muth, Prüfer und Tackes Bioplant-Züchter diese 20 mutierten Pflanzen in jahrelanger Kleinarbeit zu reinerbigen Kartoffelsorten herangezüchtet hatten, war der „Champagner-Moment" da – sie hatten ohne gentechnische Veränderung eine Kartoffelsorte geschaffen, deren Knollen nun ausschließlich Amylopektin-Stärke enthalten.

Ein Bioroboter isoliert die DNA aus den Blattproben.

Große Marktpotenziale ab 2013

Inzwischen vermehrt Europlant, eine Schwesterfirma der Bioplant innerhalb der Böhm-Nordkartoffel-Gruppe, diese Amylopektin-Kartoffel auf Feldern deutscher Vertragslandwirte. Das dauert, da die Vermehrungsrate (zehn Knollen pro Pflanze) anders als bei Getreide beschränkt ist. 2010 wurden immerhin schon 1.000 Tonnen geerntet. Und das ist erst der Anfang. „Wir schätzen den weltweiten Markt für Amylopektin-Stärke auf etwa 400.000 Tonnen pro Jahr", sagt Henk Jaap Meijer von der Emsland-Stärke, die etwa 350.000 Tonnen der rund 2 Millionen Tonnen Stärke pro Jahr in Europa produziert. Und da 2013 die staatliche Förderung für die Stärkeproduktion ausläuft, kommt die Amylopektin-Kartoffel gerade recht, um die Kosten für die Trennung von Amylose und Amylopektin zu sparen. Eine spezielle Zulassung über die EFSA (Europäische Food and Safety Authority) wie bei der gentechnisch veränderten Kartoffelsorte ist nicht nötig. Denn beim Tilling (Targeting Induced Local Lesions in Genomes), wie das Verfahren mittlerweile genannt wird, handelt es sich nicht um eine gentechnische Veränderung. „Wir erzeugen chemisch eine Mutation, wie sie in der Natur auch vorkommen könnte", sagt Prüfer. „EMS beschleunigt den natürlichen Vorgang nur." Ein wichtiger Vermarktungsvorteil.

„Wir schätzen den weltweiten Markt für Amylopektin-Stärke auf etwa 400.000 Tonnen pro Jahr."

Henk Jaap Meijer, Emsland-Stärke

Russischer oder kaukasischer Löwenzahn *(Taraxacum koksaghyz)* existiert bislang nur als Wildform in zahlreichen Varietäten – ein großes Potenzial für die Züchtung mit Tilling.

Akzeptanz für Tilling

Auch vonseiten der Gentechnik-Gegner wird grünes Licht für Tilling-Pflanzen signalisiert. Tilling sei eine „akzeptable Züchtungsmethode", weil sie innerhalb der „normalen Bandbreite" der Eigenschaften einer Pflanze bleibe, sagt beispielsweise Christoph Then vom gentechnikkritischen Verein Testbiotech.

Jost Muth hat diese Akzeptanz durchaus gefreut, doch sei es nie ihre Intention gewesen, ein „Konkurrenzprodukt zur Gentechnik" zu entwickeln. Dennoch wurden die Fraunhofer-Forscher von so manchem Kollegen kritisiert, dass die Tilling-Kartoffel ein „Schlag gegen die Gentechnik" sei. „Wenn man eine Pflanzeneigenschaft anstatt per Gentechnik auch per Tilling züchten kann, dann sollte man das machen", entgegnet Prüfer entschieden. „Aber es gibt Merkmale, die man nicht ohne Gentechnik herbeizüchten kann." Tilling kann nur Gene verändern, die es in der Pflanze bereits gibt. Ein neues Gen, das zum Beispiel eine Kälte- oder gar Pestizidresistenz vermittelt, kann nur über Gentechnik in das Erbgut eingeführt werden. Außerdem braucht Tilling Zeit. Insgesamt 6 Jahre bastelten Muth, Prüfer und Tacke, um am Ende eine Hochleistungskartoffelsorte mit der gewünschten Mutation in Händen halten zu können.

Kautschuk aus Löwenzahn mittels Tilling?

Und dann ist da noch Prüfers und Muths Traumprojekt, das die FNR seit Mai 2011 unterstützt: Es hat zum Ziel, Löwenzahn als Kautschuklieferanten in Deutschland zu etablieren. Die steigende Nachfrage nach Gummiprodukten aus Indien und China treibt den Preis für Kautschuk, der bislang aus dem Gummibaum gewonnen wird. „Wir haben am Russischen Löwenzahn eine gentechnische Veränderung gemacht, wodurch sich der Kautschuk besser aus der Pflanze extrahieren lässt", sagt Prüfer. Doch das sei nur ein Test im Labor gewesen. „Jetzt wissen wir dank Gentechnik, dass die Veränderung des Gens den gewünschten Effekt hat. Und können jetzt versuchen, die gleiche Eigenschaft mit Tilling herbeizuführen." Vom Kondom- bis zum Reifenhersteller würden viele Firmen ein derartiges Vorhaben unterstützen. Am Ende könnte aus einem Unkraut eine neue lukrative Nutzpflanze werden – ohne Gentechnik.

Kontakt: tacke@bioplant.de
pruefer@ime.fhg.de
Text: Sascha Karberg
Bilder: Hardy Müller, Fred Eickmeyer

„Bereits im Mittelalter wurden Lehmputzen pflanzliche Stoffe zugesetzt. Heutzutage findet sich Stärke in Fliesenklebern und Trockenmörteln. Um das Prinzip auf Beton zu übertragen, waren sehr aufwendige Untersuchungen notwendig.“ Karl-Jürgen Mann, Südzucker

Stein mit Stärke

Nach Wasser ist er der am häufigsten gebrauchte Stoff weltweit – wenn man das Gewicht betrachtet. Moderne Architektur wurde erst durch ihn möglich, er ist Grundlage für unsere Straßen, Wohnungen, Büros, Fabriken und Schulen: Beton. Doch sein bindender Grundstoff, der Zement, benötigt bei der Herstellung sehr viel Energie. Etwa 5 Prozent des menschengemachten Kohlendioxidausstoßes gehen auf sein Konto. Dies ist etwa das Drei- bis Vierfache der Menge, die durch den Flugverkehr freigesetzt wird. Grund genug, Beton möglichst sparsam zu verwenden. Baufirmen können jetzt dazu beitragen, indem sie Spritzbeton mit dem Zusatz pflanzlicher Stärke verwenden.

„Bereits seit den 1950er-Jahren wird im Tunnelbau Beton mit hohem Druck an die Felswände gespritzt", erzählt Karl-Jürgen Mann von der Unternehmensgruppe Südzucker. „Bei diesem Spritzvorgang prallt eine nicht unerhebliche Menge wieder von der Wand ab." Besonders stark ist dieser Effekt beim sogenannten Trockenspritzen, bei dem ein Gemisch von Zement und Sand durch einen Schlauch gepresst wird. Erst an der Düse am Ende des Schlauches kommt Wasser dazu. Der so entstandene Betonbrei schlägt innerhalb von Sekundenbruchteilen am Fels auf – und weit mehr als die Hälfte fällt anfangs wieder herunter. Hat sich erst einmal eine dünne Betonschicht gebildet, nimmt der Rückprall zwar etwas ab, insgesamt beträgt er aber immer noch etwa 50 Prozent.

Mit Stärke klebt Beton besser an der Wand

„Durch den Zusatz eines Stärkeethers, der aus Mais gewonnen wird, konnten wir den gesamten Rückprall fast halbieren", sagt Mann. Die Stärke wirkt zum einen als zusätzlicher Klebstoff, zum anderen verändert sie auch das Fließverhalten des Betons, sodass dieser besser haftet. „Das Prinzip ist eigentlich schon sehr alt", sagt Mann. „Bereits im Mittelalter wurden Lehmputzen pflanzliche Stoffe zugesetzt, etwa Fasern von Hanf, Stroh oder Flachs, um die Materialeigenschaften zu verbessern. Heutzutage findet sich Stärke in Fliesenklebern und Trockenmörteln. Um das Prinzip aber auf den Beton zu übertragen, waren sehr aufwendige Untersuchungen notwendig."

Mehr als 70 Stärkeprodukte haben die Forscher der Südzuckergruppe in Voruntersuchungen hergestellt und auf ihre Brauchbarkeit hin getestet. Die Grundlage bildeten dabei Kartoffeln und Mais, aber auch andere Rohstoffe wie Reis oder Erbsen wurden untersucht. Die langen Polymerketten der Stärke haben die Wissenschaftler chemisch „modifiziert", also mit organischen Molekülen (zum Beispiel sogenannten Epoxiden) verknüpft, um sie in ihrer molekularen Struktur den Erfordernissen des Betonbaus anzupassen.

Durch den Zusatz eines Stärkeethers auf Maisbasis lässt sich der Rückprall fast halbieren.

„In den Voruntersuchungen haben wir die Proben charakterisiert, also zum Beispiel den Grad der Modifizierung oder das Fließverhalten bestimmt, und sie dann mit Zement vermischt“, erklärt Karl-Jürgen Mann. „Neben der Viskosität dieses Gemisches kam es uns vor allen Dingen auf dessen Fließgrenze an.“ Während die Viskosität etwas darüber aussagt, ob ein Stoff dick- oder dünnflüssig ist, hat die sogenannte Fließgrenze etwas mit der Steifigkeit eines Materials zu tun. Bei einem Fliesenkleber zum Beispiel wäre die Fließgrenze der Punkt, ab dem eine frisch aufgeklebte Kachel nicht aufgrund ihres Gewichts nach unten rutscht. Unterhalb der Fließgrenze beginnt der Kleber zu fließen und kann die Kachel nicht mehr halten. Ein idealer Fliesenkleber ist möglichst dünnflüssig und damit leicht zu verarbeiten, hat aber eine hohe Fließgrenze. Die Experten von Südzucker nahmen an, dass Fließgrenze und Rückprall direkt miteinander zusammenhängen – und haben diese Arbeitshypothese dann in Experimenten überprüft.

Roboter testet verschiedene Produktvarianten

„Erst ohne den Einflussfaktor Mensch – also ohne die unterschiedliche Arbeitsqualität der Betonbauer – konnten wir die Wirksamkeit der Stärkeprodukte untersuchen“, sagt Hussein Alawieh von der Ruhr-Universität Bochum (RUB). Daher wurden die Stärkeprodukte, die im Labor die höchste Fließgrenze gezeigt hatten, im Spritzbeton-Versuchsstand der RUB getestet. In dieser deutschlandweit einmaligen Anlage wird der Beton von einem Roboter auf immer gleiche Weise auf eine Holzpalette gespritzt, der Rückprall wird von einer Wanne aufgefangen.

Palette und Wanne sind dabei mit Wäge-Sensoren ausgestattet.

Das Erstaunliche: Eine höhere Fließgrenze führte zwar immer zu einer besseren Haftung und damit zu einem geringeren Rückprall, der Zusammenhang war aber nicht linear. So konnten die Forscher auch bei einer nur leicht erhöhten Fließgrenze schon einen deutlich reduzierten Rückprall feststellen. Umgekehrt führten besonders hohe Fließgrenzen nicht mehr zu einer nennenswerten Verringerung des Rückpralls. „Am Ende war die Frühfestigkeit des Spritzbetons das ausschlaggebende Kriterium", erzählt Alawieh. „Dieser Wert ist entscheidend, denn gerade im Tunnelbau kommt es darauf an, dass ein frisch begonnener Tunnelabschnitt schnell durch eine feste Betonschicht versiegelt und stabilisiert wird."

Die Frühfestigkeit wird zunächst durch den Einsatz von speziellen Nadeln ermittelt, die mit definierter Kraft in den Beton hineingeschossen werden. Ist er dann weiter ausgehärtet, werden statt Nadeln Bolzen verwendet. Über die Eindringtiefe der Nadeln und den Ausziehwiderstand der Bolzen lässt sich so die Festigkeit des Betons bestimmen.

Maisstärke schnitt am besten ab

Den idealen Mix aus geringem Rückprall und hoher Frühfestigkeit zeigte eine hochmodifizierte Maisstärke. Sie wird nun unter dem Namen „Amitrolit 8865" in der Südzuckergruppe von der Firma Agrana vertrieben, pro Jahr mittlerweile viele Tausend Kilogramm. Mit einem Kilogramm Stärkezusatz können drei Kubikmeter Spritzbeton hergestellt werden. „Weshalb gerade die Maisstärke das beste Ergebnis liefert, ist trotz elektronenmikroskopischer Untersuchungen nicht endgültig geklärt. Hier bedarf es noch weiterer Experimente", sagt Karl-Jürgen Mann von der Südzuckergruppe. „Offensichtlich ist aber, dass diese eine Maisstärketype das Kristallwachstum beim Abbinden des Betons kaum behindert."

Die Vorteile für die Umwelt durch den eingesparten Beton lassen sich leicht ausrechnen: Für den Abbau der Rohmaterialien, die Herstellung, den Transport und die Verarbeitung von Trockenspritzbeton müssen insgesamt knapp 2.000 Megajoule pro Kubikmeter aufgewendet werden. Angenommen, man spart mithilfe von Amitrolit 8865 in der praktischen Anwendung 10 Prozent Beton, die vorher als Rückprall verloren gingen. Das wären dann 200 Megajoule pro Kubikmeter, was etwa dem Brennwert von 95 Liter Heizöl oder dem Ausstoß von 300 Kilogramm CO_2 entspricht. Da pro Tunnelmeter etwa 30 Kubikmeter Spritzbeton verbraucht werden, ergibt sich also eine erhebliche Energieeinsparung.

Einsparpotenzial von 5,50 Euro pro Tonne

„Für unsere Kunden kommt natürlich auch ein finanzieller Vorteil hinzu", sagt Rudolf Röck vom österreichischen Zementwerk Schretter & Cie in Vils, das an dem Projekt beteiligt war und einige seiner Betonprodukte auch mit Amitrolit-Zusatz anbietet. Röck macht folgende Rechnung auf: Bei einem Preis von etwa 50 Euro pro Tonne Beton bringen 10 Prozent Ersparnis 5 Euro. Rechnet man den Preis von Amitrolit und die Kosten für die Beimischung von insgesamt 2 Euro dagegen, kommt man auf eine Ersparnis von 3 Euro pro Tonne. „Aufgrund von weiteren eventuellen Zusätzen zum Beton, aber auch wegen Sprengrückständen an den Tunnelwänden muss der Rückprall meist speziell entsorgt werden", erklärt Röck. „Die Entsorgungskosten von 2,50 Euro pro Tonne spart man also zusätzlich ein." Bei 70 Tonnen Beton pro Tunnelmeter ergeben sich für jeden Meter insgesamt fast 400 Euro Einsparpotenzial.

Weil man sich doppelte Arbeit beim Auftragen des Betons und Arbeitszeit bei der Entsorgung spart, können die Baufirmen auch ihre Personalkosten durch den neuen Stärkezusatz senken. Auf etwa eine halbe Arbeitskraft schätzt Röck das Einsparpotenzial.

Arbeitsschutz großer Pluspunkt

„Einer der größten Vorteile des Zusatzes ist aber die erhebliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen für die Betonbauer", sagt er. „Bei den Spritzversuchen auf unserem Firmengelände, aber auch auf den vielen Tunnelbaustellen, bei denen Beton mit Amitrolit schon eingesetzt wurde, konnten wir eine deutlich geringere Staubentwicklung feststellen."

Von diesen Resultaten beflügelt, befasst sich Südzucker nun in einem zweiten Forschungsprojekt mit der Übertragung des Verfahrens auf den Nassspritzbeton. Hier wird der Beton bereits fertig angeliefert und mit Pumpen in die Schlauchleitungen gepresst. Der Rückprall ist mit 10 bis 15 Prozent zwar nicht so stark wie beim Trockenspritzen, dafür ist das Marktpotenzial hier umso größer. Denn vor allem auf Großbaustellen wird heute überwiegend Nassspritzbeton eingesetzt. Ergebnisse dieses Projektes werden noch in diesem Jahr erwartet.

Kontakt: Alireza.HajiBegli@suedzucker.de
Text: Wolfgang Richter
Illustrationen: Christoph Hoppenbrock

Stärkebasierte Flockungsmittel säubern Hafenwasser

Die METHA reinigt seit 1993 den Hafenschlick, der aus den Schiffsfahrrinnen des Hamburger Hafens ausgebaggert wird. Das Wasser in diesem Speicherbecken wird in der Anlage als Transportmedium im Kreislauf geführt.

Grau und matschig, ohne den typisch fauligen Geruch von Klärschlamm, aber teilweise schadstoffbelastet – Hafensediment ist ein Material, das bei der Freihaltung der Schiffsfahrrinnen in Häfen anfällt und in den meisten Ländern dieser Welt noch immer ins offene Meer verklappt wird. „Das kann keine Lösung sein", meint Professor Werner-Michael Kulicke. Der Chemiker der Universität Hamburg weiß, wovon er redet. Kulicke kennt den Schadstoffcocktail, der mit der Strömung in den Hamburger Hafen geschwemmt wird und immer wieder ausgebaggert werden muss. „Da geht es um Stoffe wie Arsen, Blei, Quecksilber, Kupfer und Zink, aber auch um gesundheitlich besonders bedenkliche zinnorganische Verbindungen wie Tributylzinn (TBT) aus Schiffsanstrichen", erklärt er. Der Hamburger Hafen war schließlich der erste Hafenstandort, der beschloss, künftig das belastete Sediment abzutrennen und auf Deponien an Land zu entsorgen. Seit dem Frühjahr 1993 sorgt in Hamburg die METHA (Mechanische Trennung und Entwässerung von Hafensediment), die weltweit erste derartige Großanlage, für die Aufbereitung des Baggerguts.

Acrylamid versus pflanzliche Stärke

Wesentlichen Anteil an der Aufbereitung haben sogenannte Flockungsmittel zur Fest-Flüssig-Trennung des Hafenschlicks. Diese bestehen bislang fast ausschließlich aus synthetischen Polymeren auf der Basis von Acrylamid. Ihr Nachteil: Sie bauen sich im Boden nur schwer ab und sind potenziell umweltschädlich. Flockungsmittel auf der Basis pflanzlicher Stärke könnten eine ökonomisch und ökologisch interessante Alternative sein. Zwischen 2004 und 2008 untersuchten Kulicke für die Uni Hamburg und das Clausthaler Umwelttechnik-Institut (CUTEC) in einem gemeinsamen Forschungsprojekt diesen Ansatz. Als Versuchsmaterial stellte die Hamburg Port Authority (HPA) als Betreiberin der METHA dazu das originale Hafensediment zur Verfügung. Die Firma Emsland-Stärke lieferte die Flockungsmittel und die CUTEC entwickelte einen Mischer für die Optimierung der Flockeneigenschaften.

Mehrstufige Sandabtrennung

Das Baggergut aus dem Hamburger Hafen besteht zur einen Hälfte aus Sand und gröberen Bestandteilen, zur anderen Hälfte aus feinkörnigem, schadstoffbelastetem Sediment. Zunächst werden größere Bestandteile wie Steine und Unrat über ein Trommelsieb aussortiert. In einem zweistufigen mechanischen Verfahren trennt man dann die schadstoffbelasteten Sedimente vom unbelasteten Sand: Sogenannte Hydrozyklone (Fliehabscheider für Flüssiggemische) wirbeln den feinkörnigen Schlick durch Zentrifugalkraft nach oben und den grobkörnigen Sand nach unten. In einer zweiten Trennstufe wird der Sandanteil mit Resten von Schlick in einem sogenannten Aufstromsortierer gereinigt. Entwässert und getrocknet kann auch dieser Feinsand als Baustoff Verwendung finden.

Entwässerungshalle der METHA

Der bereits mit Flockungsmitteln versetzte Schlick wird durch Filterpressen entwässert.

Mehrfache Flockung

Nach weiteren Schritten zur Abtrennung des restlichen Sandes müssen die verbliebenen Feinschlickfraktionen nochmals entwässert werden. Dazu dickt man sie durch die Zugabe von Flockungsmitteln ein. Die schweren Schlickschlammflocken sinken daraufhin in einem Klärbecken nach unten. Der Schlick enthält nun schon einen konzentrierten Feststoffanteil von 20 bis 25 Prozent, den sogenannten Trockenrückstand.

Nach der dritten Flockungsstufe wird der Feststoffgehalt des Feinschlicks mithilfe von Siebband- und Hochdruckpressen schließlich auf etwa 55 Prozent erhöht. In dieser Form transportiert man ihn zu seiner Endstation, einer Deponie, während das Prozesswasser in der METHA bleibt und sich im Kreislauf bewegt.

Die heute in den modernen Anlagen zur Fest-Flüssig-Trennung eingesetzten wasserlöslichen polymeren Flockungsmittel sind potenziell toxisch und damit umweltbelastend. Im Gegensatz dazu ist die Alternative „Stärkederivat" biologisch abbaubar, ungiftig und nicht wassergefährdend. Für die HPA, die in ihrer Anlage jährlich 1 Millionen Kubikmeter Sediment verarbeitet und jedes Jahr eine Million Euro für die Beschaffung von Flockungsmitteln ausgibt, ist auch eine Reduzierung der Kosten interessant.

Erste Stärkederivate auf dem Prüfstand

Zunächst führten die Versuche mit Proben aus der nicht behandelten Schlickfraktion sowie bereits eingedicktem Material in den Laboruntersuchungen an der Universität Hamburg nur teilweise zu befriedigenden Ergebnissen. Der Einsatz der Stärkeprodukte wurde mit dem Einsatz von synthetischen Polymeren, wie sie auch in der METHA-Anlage verwendet wurden, verglichen. Die Flockenverteilung und ihre Sedimentation wurden anschließend mit einem vom CUTEC-Institut entwickelten Online-Flockungssensor verbessert. Fazit der ersten Projektphase: Die Stärkederivate erzielten

gleichwertige, teilweise sogar bessere Ergebnisse als das synthetische Polymer, gleichzeitig betrugen die Kosten für sie nur ein Drittel. Ein weniger positives Resultat war allerdings, dass man für die gleiche Leistung die vier- bis fünffache Menge des Stärkederivats gegenüber dem Polymer benötigte, insgesamt waren die Kosten also noch zu hoch.

Fortschritte in der 2. Phase

Die Ergebnisse der ersten Projektphase nahm das Unternehmen Emsland-Stärke zum Anlass, sechs alternative, flüssige und pulverförmige Stärkederivate zu entwickeln.

Damit konnten in der zweiten Projektphase Fortschritte erzielt werden: Als großer Vorteil der neuen Stärkeprodukte erwies sich vor allem ihre Stabilität. Während die Effektivität der synthetischen Polymere bereits nach wenigen Stunden nachlässt, erzielten die gereiften Stärkeprodukte auch nach mehreren Tagen noch gleichbleibende Flockungsergebnisse. Bei einem der neu entwickelten Produkte schließlich, einem flüssigen Derivat, lag der Verbrauch nur noch bei dem Dreifachen des substituierten Polymers. Die Kosten hatten damit das Niveau der synthetischen Produkte erreicht, es aber noch nicht unterschreiten können.

Die Emsland-Stärke arbeitet deshalb derzeit an weiter verbesserten Rezepturen. Außer mit pflanzlicher Stärke experimentiert die Firma dabei auch mit dem Zusatz Chitosan, einem Biopolymer aus Chitin.

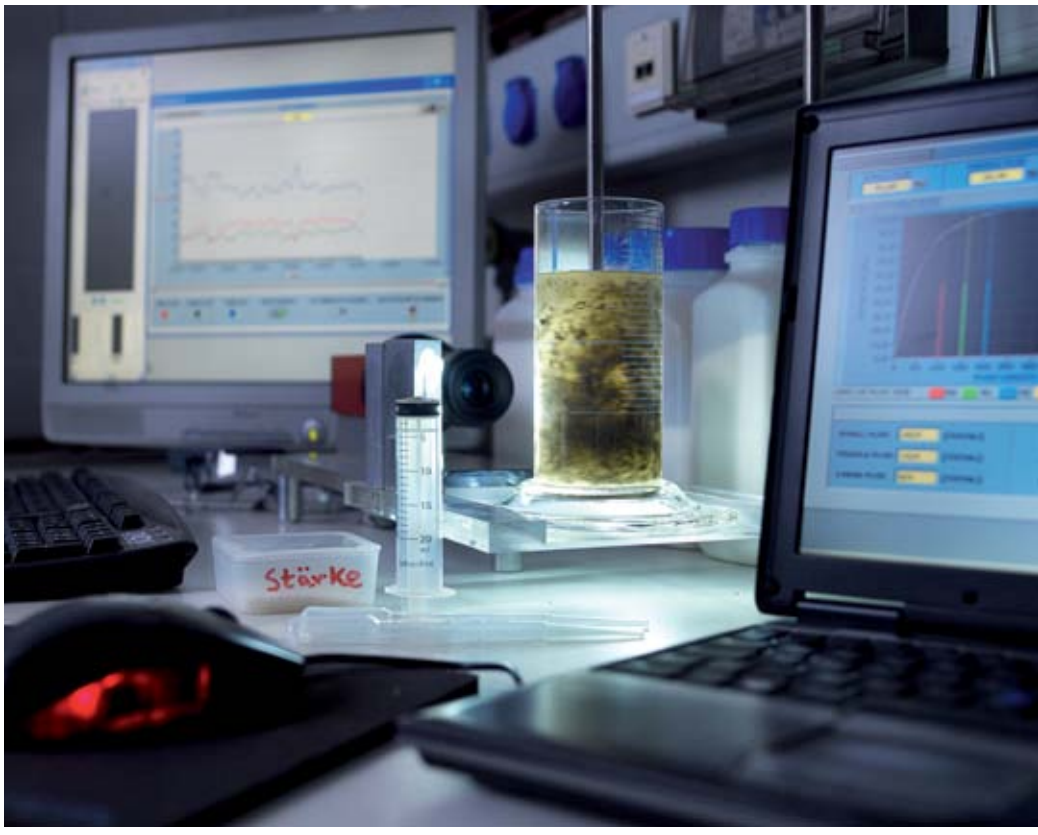
Noch also ist die Idee der stärkebasierten Flockungsmittel vielversprechend, aber nur teilweise marktreif. Erst wenn eine Zusammensetzung gefunden ist, die günstigere Kosten mit einem noch breiteren Einsatzspektrum verbindet, könnte eine Produktion im größeren Maßstab beginnen.

Gute Marktchancen

Die Nachfrage wäre dann potenziell durchaus groß. Zum einen aufgrund der steigenden Ölpreise, die die konventionellen Flockungsmittel weiter verteuern werden. Zum anderen wegen der interessanten Einsatzmöglichkeiten, die sich über den Hafenbereich hinaus bieten: Die Industrieabwasserbehandlung und die kommunale Klärschlammaufbereitung sieht zum Beispiel Professor Michael Sievers vom CUTEC-Institut als aussichtsreiche und große Märkte. „Die aktuelle Düngemittel-Verordnung untersagt es ab 2013, Klärschlämme, die synthetische Flockungsmittel auf Acrylamid-Basis enthalten, auf landwirtschaftliche Flächen auszubringen. Wären die Zusätze aus nachwachsenden Rohstoffen, sähe die Situation womöglich ganz anders aus“, meint Sievers. Klärschlämme würden sich dann unter Umständen vom Entsorgungsproblem in einen interessanten Nährstofflieferanten verwandeln.

Für die Forschung bietet sich jedoch zunächst weiter der Hamburger Hafen an. Heinz-Dieter Detzner, Verfahrensingenieur von der HPA, kann sich gut vorstellen, das Hafensediment aus der METHA-Anlage auch künftigen FuE-, Technikums- oder Pilotprojekten zur Erprobung neuer Flockungsmittel zur Verfügung zu stellen. „Die Eigenschaften von kommunalen Klärschlämmen schwanken stark, unser Hafensediment hat hingegen eine ziemlich konstante Zusammensetzung. Das ist für die wissenschaftliche Forschung eine sehr gute Voraussetzung“, sagt er nicht ganz ohne Stolz.

Kontakt: kulicke@chemie.uni-hamburg.de
michael.sievers@cutec.de
Text: Marianne Wollenweber
Bilder: Dörthe Hagenguth, Hardy Müller



Am CUTEC-Institut wird die Flockenbildung mit einem speziellen Kamerasystem untersucht.

Zurück in den Wald

Ein Griesbeil ziert das Wappen von Reit im Winkl. Das uralte Werkzeug zum Bewegen von Holzstämmen symbolisiert die enge Verbindung zwischen der bayerischen Gemeinde und dem umgebenden Bergwald. Seit Hunderten von Jahren spielen Forstwirtschaft und Holzhandwerk hier eine wichtige Rolle, Wander- und Skitourismus kamen hinzu – Reit im Winkl lebt mit und vom Wald.

Sich auch beim Heizen ans Holz zu halten, erscheint da nur logisch. Das örtliche Biomasseheizwerk verbrennt Hackschnitzel aus der Region, die aus ansonsten kaum verwertbaren Baumkronen und Ästen hergestellt werden.

Das Kreislauf-Problem

Die intensivere Waldholznutzung bringt jedoch ein Problem mit sich: „In einem natürlichen Kreislauf würde das Restholz im Wald bleiben, verrotten und so die darin enthaltenen Nährstoffe wieder dem Boden zuführen", sagt Professor Axel Göttlein, Leiter des Fachgebiets für Waldernährung und Wasserhaushalt an der Technischen Universität München. „Je intensiver der Wald genutzt wird, desto mehr Nährstoffe werden exportiert. Gerade wenn nicht nur Stamm und Rinde, sondern der gesamte Baum geerntet wird, steigt der Nährstoffexport überproportional an." Das betrifft zum Beispiel Phosphor, der im Wesentli-

„Unser Projekt hat gezeigt, dass Rinde-Asche-Pellets grundsätzlich zur Nährstoffrückführung geeignet sind und den Boden und Bodenorganismen nicht negativ beeinflussen."

Bernd Stegmüller, Dettendorfer Wertstoff

chen nur durch die Verwitterung von phosphathaltigem Gestein nachgeliefert wird und längerfristig knapp werden könnte. Noch weitaus ernster als für die Forstwirtschaft stellt sich das Phosphorproblem für die Landwirtschaft dar, deren Bedarf an diesem Nährstoff viel größer ist. Die für die Düngemittelindustrie geeigneten weltweiten Phosphorreserven gehören zu den akut endlichen Ressourcen. Phosphorhaltige Holzasche könnte das Problem in der Landwirtschaft allein nicht lösen, dafür ist der Phosphorgehalt zu gering. Für den Waldboden und auch für Kurzumtriebsplantagen wäre eine Rückführung der Asche aber eine Option, denn tatsächlich bleiben die Nährstoffe mit Ausnahme von Stickstoff nach der Verbrennung in ihr größtenteils erhalten.

Asche landet heute noch auf Deponien

Asche aus Biomassekraftwerken wird heute jedoch überwiegend gemäß gesetzlichen Bestimmungen auf Deponien entsorgt, was 70 bis 100 Euro pro Tonne kostet. Rund 125.000 Tonnen Asche aus Waldholz fallen jährlich in Deutschland an. „Die primitivste Lösung wäre, die Asche einfach wieder im Wald zu verstreuen", sagt Rainer Mahrla, Geschäftsführer der Dettendorfer Wertstoff GmbH. „Allerdings liegt ihr pH-Wert bei etwa 13, das stört das Bodenmilieu. Die Nährstoffe werden auch recht schnell wieder ausgewaschen." Als weitere Nachteile nennt er Staubentwicklung und Geräteverschleiß.

In Axel Göttleins Forschungsgruppe an der TU München entstand deshalb die Idee, mit Baumrinde versetzte Aschepresslinge herzustellen. Denn durch die Rinde sinkt der pH-Wert, die Pellets stauben kaum und sorgen außerdem für eine langsame Freisetzung der Nährstoffe. Die Ausbringung könnte wie bei Kalk vor allem per Hubschrauber erfolgen. Zusammen mit dem Industriepartner Dettendorfer Wertstoff aus der Nähe von Rosenheim testeten die Wissenschaftler von 2007 bis Mitte 2010 die optimale Zusammensetzung der Pellets und ihre Wirkung auf verschiedenen Versuchsflächen. Mit den Bioheizwerken Reit im Winkl und Kirchdorf fand das Team geeignete Lieferanten für Asche aus unbehandeltem Holz aus der Region.

Rechtliche Hürden vor der Markteinführung

„Wir konnten zeigen, dass die Rinde-Asche-Pellets grundsätzlich zur Nährstoffrückführung geeignet sind und den Boden und Bodenorganismen nicht negativ beeinflussen", fasst Bernd Stegmüller von Dettendorfer Wertstoff die Ergebnisse zusammen. „Jetzt arbeiten wir an einer Strategie zur Markteinführung." Das Interesse in der Energieholzbranche ist da, theoretisch wäre ein Verkaufsstart Ende 2011/Anfang 2012 denkbar. Trotzdem liegen hohe rechtliche und wirtschaftliche Hürden vor den Entwicklern: Wie die Nährstoffrückführung im Wald gehandhabt werden soll, entscheiden die Bundesländer. Bisher subventionieren sie meist die Waldkalkung – wodurch der Einsatz der Rinde-Asche-Pellets wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig ist. Denn ihr Preis liegt – je nach Produkt – bis zu etwa drei Mal so hoch. Der Hauptgrund: Um die Vorgaben des Düngemittelrechts für einen organisch-mineralischen P/K-Dünger zu erfüllen, müssen zusätzliche Nährelemente beigemischt werden. Ein weiterer Kostenfaktor ist die Rinde: Während Dettendorfer Wertstoff für die Abnahme des Abfallproduktes Asche Geld bekommt, ist die Rinde mittlerweile vom Rest- zum Rohstoff geworden, der bezahlt werden muss.

Kreislauf wieder geschlossen

Allerdings besitzen die Rinde-Asche-Pellets gegenüber Kalk auch entscheidende Vorteile: Sie enthalten neben Kalzium und Magnesium noch andere Nährstoffe wie z. B. eben Phosphor, die über einen langen Zeitraum abgegeben werden, und stehen somit für einen Kreislaufansatz. „Die Frage ist, ob unsere Pellets genauso förderfähig sind wie Kalk", erklärt Florian Marstaller von Dettendorfer Wertstoff. Darüber wollen die Beteiligten nun mit den entsprechenden Stellen sprechen.

Deutlich kurzfristiger könnte eine Variante der Pellets mit Düngezusätzen für den Garten- und Landschaftsbau auf den Markt kommen. Hier reichen viel kleinere Mengen für einen Verkaufsstart. Neben dem Argument der ökologisch nachhaltigen Verwendung von Holzasche haben sie anderen organischen Düngern auch einen neutralen Geruch voraus. „Wir denken, das ist eine sehr aussichtsreiche Möglichkeit, um wirtschaftlich einen Fuß in die Tür zu bekommen", sagt Axel Göttlein.

Kontakt: mahrla@dettendorfer-wertstoff.de
Text: Julia Groß
Bilder: Andreas Müller

Asche aus Holzverbrennung – der Rohstoff für die Rinde-Asche-Pellets. Die Asche enthält außer Stickstoff alle wichtigen Pflanzennährstoffe.

Impressum

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843 6930-0
Fax: 03843 6930-102
info@fnr.de – www.fnr.de

Mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Bild-/Textredaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
Nicole Paul
Tel.: 03843 6930-142
info@fnr.de – www.fnr.de

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

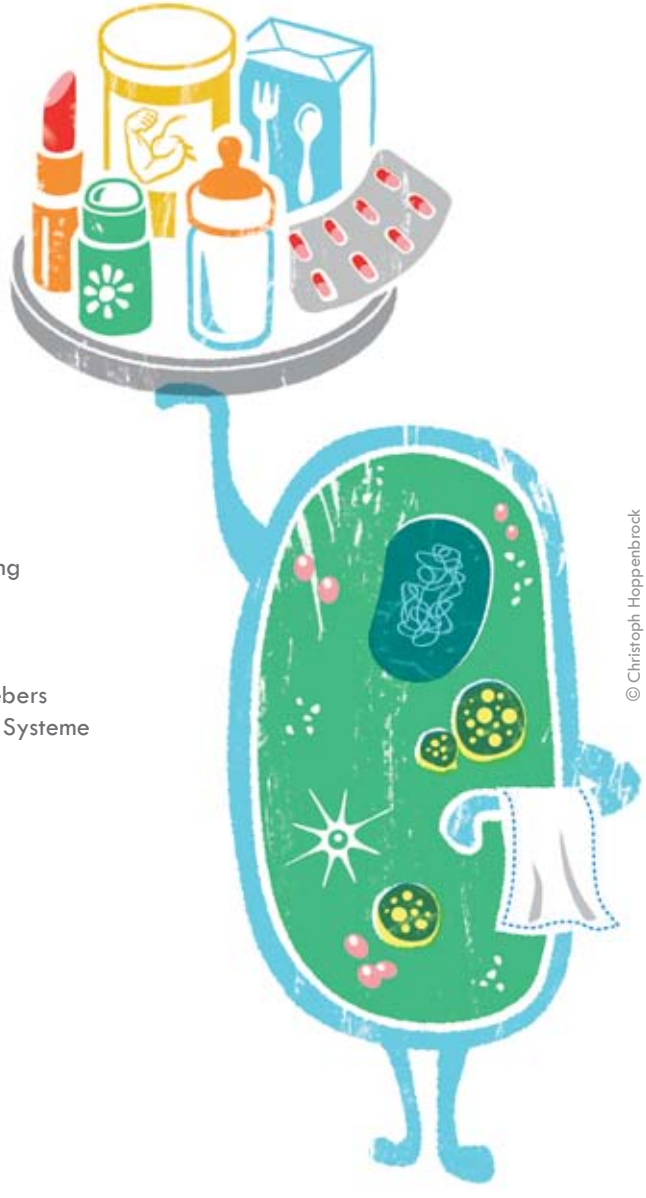
Stand

Texte 2011

Die Verantwortung für den fachlichen Hintergrund dieser Veröffentlichung
liegt bei den Autoren.

Alle Rechte vorbehalten.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers
in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme
verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder archiviert werden.

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier



© Christoph Happenbrock

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843 6930-0
Fax: 03843 6930-102
info@fnr.de
www.nachwachsende-rohstoffe.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Bestell-Nr. 483
FNR 2012

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages