

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 1 | 7

19 Fraunhofer-Institute demonstrieren Machbarkeit einer biobasierten Kreislaufwirtschaft

Wie wollen wir wirtschaften und produzieren?

Die Kläranlage wird zur Gemüsefarm, aus Abfällen zurückgewonnene biobasierte Stoffe verhindern in Lebensmittelverpackungen oxidativen Verderb oder liefern auf Funktionstextilien wasserabweisende Schichten, die weder Mensch noch Umwelt belasten. In dem vom Fraunhofer IGB koordinierten Projekt EVOBIO arbeiten 19 Fraunhofer-Institute an Lösungen für eine nachhaltige Wirtschaft. Hierzu haben sie neue Verfahrenskonzepte entwickelt, mit denen Stoffströme in bioökonomischen Prozesskreisläufen zur Herstellung optimierter Materialien für innovative Produkte genutzt werden können.

Von der Umweltverschmutzung bis zum Klimawandel – die Krisen unserer Zeit sind menschengemacht. Der Preis für eine auf Masse getrimmte Landwirtschaft und die sorglose Nutzung von Kohle, Erdöl & Co ist hoch. Höchste Zeit, die Frage zu beantworten, wie wir wirtschaften und produzieren wollen, ohne damit der Umwelt, dem Klima, wertvollen Ökosystemen und letztlich dem Menschen zu schaden.

Im Projekt EVOBIO haben sich 19 Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen, um innerhalb von fünf Monaten Konzepte und Module für eine neue Art des Wirtschaftens zu entwickeln und an ausgewählten Beispielen zu demonstrieren. »Wir wollen die industrielle Wertschöpfungskette, bei der Rohstoffe zu Materialien verarbeitet werden, um aus diesen Produkte herzustellen, neu denken«, sagt Dr. Markus Wolperdinger, Leiter des Fraunhofer IGB. Gemeinsam mit Professor Alexander Böker, dem Leiter des Fraunhofer IAP, und Professorin Andrea Büttner, Leiterin des Fraunhofer IVV, hat er das Projekt im Rahmen des Fraunhofer Strategischen Forschungsfelds Bioökonomie vorangetrieben. »Nebenprodukte oder Reststoffe sollen nicht entstehen oder – nach dem Vorbild der Natur – rückstandsfrei wieder in den Stoff- und Materialkreislauf zurückgeführt werden«, so Wolperdinger.

Abwasser, Abfall und CO₂ als Ressource nutzen

Am Anfang der Wertschöpfung steht der Stoff – und auf einer Kläranlage landen alle biogenen Reststoffe und Nährstoffe der Nahrungsmittel, die wir Menschen verzehrt haben. Das bedeutet im Umkehrschluss: Eine Kläranlage kann alle Stoffe liefern, die für die Produktion neuer Lebensmittel benötigt werden. Dass das funktioniert, hat EVOBIO bereits gezeigt und damit die Kläranlage zu einem zentralen Bestandteil eines regionalen Kreislaufwirtschaftssystems ausgebaut.

Kontakt

Dr. Claudia Vorbeck | Fraunhofer IGB, Stuttgart | Kommunikation | Telefon +49 711 970-4031 | claudia.vorbeck@igb.fraunhofer.de

Dr. Sandra Mehlhase | Fraunhofer IAP, Potsdam | PR/Marketing | Telefon +49 331 568-1151 | sandra.mehlhase@iap.fraunhofer.de

Karin Agulla | Fraunhofer IVV, Freising | Presse und Öffentlichkeitsarbeit | Telefon 49 8161 491-120 | karin.agulla@ivv.fraunhofer.de

Dr. Stefan Tröster | Fraunhofer ICT, Pfinztal | Zentrales Management | Telefon +49 721 4640-392 | stefan.troester@ict.fraunhofer.de

Dirk Böttner-Langolf | Fraunhofer IMW, Leipzig | Kommunikation | Telefon +49 341 231039-250 | dirk.boettner-langolf@imw.fraunhofer.de

»Kläranlage der Zukunft«

Die Voraussetzung für die Nutzung der verschiedenen Stoffe liegt in ihrer Verfügbarkeit, also Konzentrierung, Trennung und Aufarbeitung. Als technische Basis dafür diente im Teilprojekt »Kläranlage der Zukunft« eine auf einer Kläranlage in Ulm installierte Pilotanlage einer sogenannten Hochlastfaulung. Diese setzt den auf einer Kläranlage anfallenden Schlamm nicht nur zu Biogas als regenerativer Kohlenstoff- und Energiequelle um, sondern liefert zudem Schlammwasser und Gärreste als weitere nutzbare Stoffströme. Das Schlammwasser ist reich an wertvollen Pflanzennährstoffen, allen voran Phosphor und Ammonium. »Wir haben Konzepte erarbeitet, um die Nährstoffe aus diesem bei der Entwässerung des Schlammes anfallenden Wasser zurückzugewinnen und als Dünger aufzuarbeiten. Wir können das nährstoffreiche Schlammwasser aber auch direkt nutzen«, erklärt Dr. Marius Mohr vom Fraunhofer IGB. Hierzu haben die Forschenden zwei verschiedene Ansätze verfolgt: Zum einen dient es einzelligen Mikroalgen des Fraunhofer IGB als Wachstumsmedium, die mittels Photosynthese pflanzenstimulierende Polysaccharide, Beta-1,3-Glucane, produzieren. Diese können die Pflanzen bei der Abwehr von Pilzinfektionen wie Mehltau unterstützen und Pestizide ersetzen.

Zum anderen hat das Fraunhofer EMB untersucht, ob sich das nährstoffreiche Schlammwasser auch für einen wassergestützten Gemüseanbau – der keinen Boden benötigt – eignet. Hierzu wurden spezielle Hydroponiksysteme gebaut, in denen nun ohne weitere Düngergaben innerhalb von vier Wochen aus Sämlingen Kopfsalat heranwächst. »In dem durch den Pflanzenanbau gereinigten Wasser können wir in der Folge in einem angeschlossenen Aquakulturbekken Speisefische aufziehen. Die Fische produzieren ihrerseits wieder nährstoffreiches Wasser, wodurch wir mit dem gleichen Wasser noch mehr Pflanzen anbauen können«, so Dr. Johannes Bialon vom EMB. Damit werden Stoffkreisläufe geschlossen und Nährstoffe nachhaltig mehrfach verwendet.

Reinigung und Überwachung des Abwassers

Gereinigtes Abwasser für den Anbau von Lebensmitteln? Um sicherzustellen, dass das Wasser auch hygienisch unbedenklich ist, muss es gereinigt und konstant überwacht werden. Zur Reinigung des Abwassers stehen am Fraunhofer IGB und am Fraunhofer IST Verfahren zur Verfügung, die insbesondere auch schwer abbaubare Mikroschadstoffe effizient beseitigen. Zur Überwachung der Wasserqualität entwickelt das Fraunhofer IMS Konzepte für neue, impedanzbasierte Inline-Sensoren für die Analyse des Wassers, die kontinuierlich nicht nur Bakterien erfassen, sondern zugleich die Konzentrationen der Nährstoffionen messen. So erfassen die Sensoren Ammonium, Nitrat oder Phosphat mittels ionenselektiver Membranen, die sich direkt auf der Oberfläche der Mikroelektroden befinden. »Vorteile solcher Sensoren sind, dass aufwendige Kalibrierungen und Probenahmen entfallen«, fasst Kunj Vora vom Fraunhofer IMS zusammen. Der Nachweis von Mikroorganismen soll mittels selektiver biologischer Komponenten erfolgen: Hierzu stellt das Fraunhofer IGB bestimmte Rezeptoren des menschlichen Immunsystems bereit, die Mikroorganismen ohne den Einsatz von Markern nachweisen können.

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 2 | 7

Nutzung der biogenen Reststoffe

Ein weiterer nutzbarer Stoffstrom ist die nach der Schlammentwässerung auf der Kläranlage übrigbleibende Feststofffraktion. Diese wird, wie auch weitere Agrarreststoffe, im Teilprojekt »Nutzung biogener Reststoffe« aufbereitet, um Wertstoffe für die Materialherstellung des nächsten Wertschöpfungsschritts zu gewinnen. Dabei hilft eine neue von Fraunhofer UMSICHT entwickelte Technologie, das thermo-katalytische Reforming (TCR®). »Bei Temperaturen um die 500 °C werden die organischen Substanzen dabei unter Sauerstoffabschluss umgewandelt und gleichzeitig in feste und flüchtige Bestandteile getrennt«, erläutert Dr.-Ing. Robert Daschner. Der auf der Kläranlage anfallende Klärschlamm lieferte so im Projekt Biokohle mit hohem Kohlenstoffanteil, Synthesegas – das dank einer im Projekt optimierten Prozessgasreinigung an den Standorten Sulzbach-Rosenberg (UMSICHT) und Straubing (IGB) katalytisch zu Methanol umgewandelt wird – sowie ein Bioöl, das in seiner Zusammensetzung Rohöl ähnelt. »Aus dieser Öl-Fraktion konnten wir bereits mit hoher Reinheit Phenole extrahieren, die sich als Additive für die chemisch-technische Industrie eignen«, sagt Dr. Thomas Herfellner vom Fraunhofer IVV. Zudem hat sein Team aus Rapsextraktionsschrot mit neuen effizienten Extraktionsprozessen hochreine funktionelle Proteine hergestellt, die im nächsten Schritt in neuen Materialien verarbeitet werden.

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 3 | 7

Neue Materialien aus alternativen Stoffströmen

Auf Basis der im Bereich Stoffströme aus Abwasser oder Abfall hergestellten Rohstoffe sowie anderer biogener Rohstoffe werden im Themenfeld Materialien leistungsfähige Alternativen für petrochemische Materialien mit teilweise neuen und zusätzlichen Funktionen entwickelt. Schwerpunkt der Entwicklungen sind biobasierte Polymerblends unter Einsatz von neuartigen Additiven sowie Beschichtungsformulierungen für unterschiedliche Anwendungen.

Sauerstoff-Barriereschichten aus Proteinen

In einem ersten Beispiel wurden die aus Rapsextraktionsschrot hergestellten Proteine als Sauerstoff-Barriereschichten auf Lebensmittelverpackungen aufgebracht. »Das große Potenzial, das pflanzliche Nebenerzeugnisse und Reststoffe der Lebensmittelindustrie aufweisen, nutzen wir zur Herstellung neuer Materialien. Diese Proteine können aufgrund ihrer Eigenschaftsvielfalt in unterschiedlichsten Bereichen angewendet werden«, erläutert Dr. Cornelia Stramm vom Fraunhofer IVV. Für den Einsatz in Verpackungsmaterialien wurden im Themenfeld Stoffströme Proteine aus Raps gewonnen und eine Beschichtung auf rein pflanzlicher Basis hergestellt. »Die neue Proteinbeschichtung sehen wir auch als Ersatz für Proteinbeschichtungen tierischen Ursprungs wie beispielsweise Molkenprotein. Durch das dichte Netzwerk, das Proteine im getrockneten Zustand aufweisen, ist es möglich, Sperrschichten gegenüber Sauerstoff zu erzeugen, die wichtig für den Schutz von verpackten Lebensmitteln sind. Die ersten Messungen der Barriere-eigenschaften gegenüber Sauerstoff weisen vergleichbare Werte auf, wie sie auch mit Molkenproteinschichten erzielt wurden«, erklärt Dr. Cornelia Stramm.

Proteinbasierte Nanofasern

Zur Herstellung innovativer, proteinbasierter Nanofasermaterialien werden Ausgangsstoffe aus verschiedenen Rohstoffen wie Kidneybohnen und Raps formuliert. »Im Fraunhofer IMWS nutzen wir diese beispielsweise für die Entwicklung von Filtermaterialien, Überzugsmitteln oder Wundauflagenmaterialien«, erläutert Magdalena Jablonska. Die vor allem in den letzten Jahren weiterentwickelte Technik des Elektrospinsens ermöglicht die Verarbeitung isolierter Proteine aus pflanzlichen Nebenerzeugnissen zu Nanofasern. »Die versponnenen Nanofaservliese aus Rapsprotein charakterisieren wir mikrostrukturell mittels hochauflösender Technologien und untersuchen sie im Hinblick auf biologische Wechselwirkungen wie z. B. der Interaktion mit Zellen. Zudem evaluieren wir die Materialien hinsichtlich ihrer Zytotoxizität und Biokompatibilität«, so Magdalena Jablonska weiter.

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 4 | 7

Mikroverkapselung biogener Additive

Neben biobasierten Polymeren sind auch biobasierte und biogene Additive für die grüne Ökonomie wichtig. Viele natürlichen Substanzen, wie z. B. ätherische Öle oder Enzyme, sind für deren antibakterielle, oxidative und antioxidative oder UV-absorbierende Wirkung bekannt. Eine direkte Integration von solchen Substanzen in Polymerwerkstoffe und -prozesse ist jedoch generell schwierig, da die Substanzen oft in flüssiger Form vorliegen, sehr flüchtig, reaktiv oder instabil sind. Am Fraunhofer IAP werden biogene Substanzen daher mikroverkapselt. »Im Projekt verkapseln wir ätherische Öle, damit sie in Beschichtungen oder extrudierte Polymerkomposite integriert werden können«, erklärt Dr. Alexandra Latnikova vom Fraunhofer IAP.

Optimierte Produkte aus biobasierten Materialien

Fasern aus biobasiertem PEF

Speziell im Verpackungsbereich gilt biobasiertes Polyethylenfuranoat (PEF) als vielversprechender Ersatz für erdölbasiertes Polyethylenterephthalat (PET). Auch auf dem Welfasermarkt ist PET vertreten und mit einer jährlichen Faserproduktion von mehr als 50 Mio. Tonnen sogar das dominierende Fasermaterial. Dr. André Lehmann, Experte für Fasertechnologien am Fraunhofer IAP erklärt: »Im Rahmen des EVOBIO-Projekts synthetisieren und charakterisieren wir PEF maßgeschneidert für Faseranwendungen im Technikumsmaßstab. Der Ausgangsstoff ist Furandicarbonsäure. Das so gewonnene PEF lässt sich mittels konventioneller Schmelzspinnentechnologie verspinnen und nachbehandeln, was eine potenzielle Etablierung am Markt deutlich vereinfacht.« Zudem entwickeln die Forschenden Schaumstoffe aus Formgedächtnispolymer mit biobasierten Fasern und Partikeln.

Wasserabweisende und wasserdampfdurchlässige Funktionstextilien

Proteine mit wasserabweisenden Eigenschaften machen sich Fraunhofer-Forschende bei der Ausrüstung von Funktionstextilien zunutze. Materialien, die Wasser und Schnee abweisen, aber dennoch atmungsaktiv sind, leisten gute Dienste beim Wandern, Joggen oder Skifahren. Üblicherweise kommen zur Ausrüstung dieser Funktionsmaterialien

immer noch halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie Fluorkohlenwasserstoffe, zum Einsatz. Diese können sich in menschlichem Gewebe anreichern und stehen in Verdacht, langfristig gesundheitliche Schäden hervorzurufen. Auch ihre Entsorgung verursacht Probleme, da sie nur sehr schwer abgebaut werden können und damit lange in der Umwelt verbleiben.

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 5 | 7

Den Fraunhofer-Forschenden ist es innerhalb des Projektes gelungen, die Funktionalität der Wasserabweisung bei gleichzeitiger Durchlässigkeit von Wasserdampf mittels bio-basierter Materialien zu erzeugen. Als Demonstrator für die besonderen Eigenschaften dienen saugfähige Papiere, die mit einer Kombination aus einem Polyglucosamin und einem hydrophoben und damit wasserabweisenden Protein beschichtet wurden. Polyglucosamin wird aus Chitin gewonnen, also z. B. aus den Schalen und Panzern von Krebsen, Krabben oder Garnelen. »Die so beschichteten Papiere sind hydrophob, nehmen kein Wasser auf und sind zudem gut durchlässig für Wasserdampf«, erläutert Dr. Michaela Müller vom Fraunhofer IGB. Da das Substrat, also der Grundstoff, auf dem die Funktionsschicht aufgetragen wird, eine entscheidende Rolle spielt, werden nun Testreihen an relevanten Textilien durchgeführt sowie die Langzeitstabilität unter verschiedenen Umwelteinflüssen untersucht.

Ist der Markt dazu bereit?

Bioökonomische Produkte sind nicht gänzlich neu. Für den erstmals im EVOBIO-Projekt verfolgten umfassenden Ansatz aber müssen etablierte Wertschöpfungsketten zu miteinander kommunizierenden Wertschöpfungsnetzwerken weiterentwickelt werden. Sind die Unternehmen dazu bereit und wie lässt sich ein Transfer in die industrielle Umsetzung bewerkstelligen? Welche neuen Geschäftsmodelle sind notwendig, um Kläranlagen und Betriebe, in denen biogene Reststoffe anfallen, zu Produzenten sekundärer Rohstoffe und Materialien zu machen? Diesen Fragen geht EVOBIO auf den Grund, um einen konzeptionellen Ansatz zur Verwertung der neuen Verfahren in der Bioökonomie zu erarbeiten.

»Auf der Basis von Technologieumfeldanalysen bewerten wir in der Transferplanung die Nützlichkeit und Machbarkeit der technischen Lösungen sowie deren Transferpotenzial, während wir mittels Akzeptanzanalysen auf die Frage fokussieren, inwieweit unsere Ergebnisse von Unternehmen als wertvoll betrachtet werden«, führt Urban Kaiser vom Fraunhofer IMW aus. Zudem werden verschiedene Geschäftsmodellenszenarien entwickelt und anschließend auf ihre Umsetzbarkeit und wirtschaftliche Tragfähigkeit bewertet und priorisiert.

Die dargestellten Demonstratoren stellen nur einen Ausschnitt aller im Projekt verfolgten neuen Ansätze und ihrer Ergebnisse dar. »Wir konnten im Projekt für viele Technologien bereits innerhalb kurzer Zeit eine grundsätzliche Machbarkeit zeigen. Diese gilt es in Anschlussprojekten weiterzuentwickeln«, resümiert Dr. Ursula Schließmann vom Fraunhofer IGB, die das Gesamtprojekt koordiniert.

Das Projekt EVOBIO

Das Projekt »Evolutionäre bioökonomische Prozesse EVOBIO – Integrative Nutzung von Stoffströmen zur Herstellung optimierter Materialien für innovative Produkte in bioökonomischen Prozesskreisläufen« startete im August 2020 unter der Federführung der Fraunhofer-Institute IGB, IAP und IVV. Es wird im Fraunhofer Innovationsprogramm gefördert und durch das Fraunhofer IGB koordiniert.

Der EVOBIO-Ansatz

Der EVOBIO-Ansatz wird durch eine bioökonomische Herangehensweise ermöglicht, die auf der Nutzung und Erzeugung biologischer Ressourcen wie Mikroorganismen, Mikroalgen, Pflanzen und Abwasser und seiner Verknüpfung mit innovativen Aufarbeitungstechnologien beruht. Zugleich sollen Produkte so gestaltet werden, dass sie nach ihrem Gebrauch in einzelne, weiter- oder wiederverwertbare Moleküle oder Elemente zerlegt werden können. Dafür setzt das Konsortium auf biologische Bausteine und Prinzipien. Im Laufe der Evolution hat die Natur hochkomplexe optimierte Strukturen hervorgebracht, mit denen sich neue Eigenschaften erschließen und Materialien selbst für Hightech-Anwendungen veredeln lassen.

Beteiligte Institute und Einrichtungen

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV
Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI
Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM
Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME
Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Institutsteil Angewandte Systemtechnik
Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW

PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 6 | 7



PRESSEINFORMATION

16. Dezember 2020 || Seite 7 | 7

Das gereinigte nährstoffreiche Abwasser der Kläranlage wird in EVOBIO für den hydroponischen Anbau von Salat genutzt. © Fraunhofer EMB

Fraunhofer Strategisches Forschungsfeld Bioökonomie

Im Fraunhofer Strategischen Forschungsfeld FSF Bioökonomie erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler biologische Systeme und machen Stoffströme, Materialien, Strukturen und Prinzipien der belebten Natur für die Technik nutzbar. Denn für eine lebenswerte Zukunft sind Innovationen nötig, die Umweltaspekte mit wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen in Einklang bringen. Die Bioökonomie treibt den Wandel zu einem nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftssystem voran. Sie hat das Potenzial für nachhaltige Lösungen, die Ressourcen schonen und gleichzeitig Wohlstand schaffen.

Sprecher des FSF Bioökonomie sind Dr. Markus Wolperdinger, Leiter des Fraunhofer IGB, und Professor Alexander Böker, Leiter des Fraunhofer IAP. Professorin Andrea Büttner, Leiterin des Fraunhofer IVV, ist stellvertretende Sprecherin.

<https://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-strategische-forschungsfelder/biooekonomie.html>