

# INNOVATIONSRADAR zur Ressourcenwende



Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW



# Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Das vom Umweltministerium NRW geförderte Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) unterstützt die Entwicklung der Umweltwirtschaft NRWs durch Angebote in den Bereichen Vernetzung, Information, Forschung und Entwicklung, Internationalisierung und Markterschließung. Mit Blick auf Vernetzungs- und Informationsformate organisiert das Kompetenznetzwerk den jährlich stattfindenden Summit Umweltwirtschaft.NRW als Branchentreff der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens sowie eine Vielzahl an Thementischen und Innovationsworkshops. Ziel dieser Formate ist es, Kooperationen und Vernetzung anzuregen, den Wissens- und Technologietransfer voranzutreiben und auf diese Weise Lösungen für marktnahe Fragestellungen zu ermöglichen.

## Weitere Informationen

[www.knuw.nrw](http://www.knuw.nrw)

## Anmeldung zum Newsletter

[www.knuw.nrw/aktuelles/newsletter](http://www.knuw.nrw/aktuelles/newsletter)

## Kontakt:

### Leiter Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Hartmut Schug  
+49 211 6214-365  
[schug@knuw.nrw](mailto:schug@knuw.nrw)

### Leitung Innovationsradar

Katharina Wilkskamp  
+49 211 91316-114  
[wilkskamp@knuw.nrw](mailto:wilkskamp@knuw.nrw)

---

Bitte wie folgt zitieren: Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (2021):  
Innovationsradar zur Ressourcenwende. Düsseldorf 2021 [Wilkskamp, K.;  
Sandhövel, M.; Kölmel, R.; Eckhardt, M.]

### Redaktion des Innovationsradars

Katharina Wilkskamp  
Myrna Sandhövel  
Romy Kölmel  
Marieke Eckhardt

Unter Mitarbeit von:  
Hanne Hagedorn  
Prof. Dr. Martin Faulstich  
Oliver Lühr  
Hartmut Schug

### Gestaltung

ecosense, Agim Meta

### Titelbild

Damian Gorczany

# Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Nordrhein-Westfalen setzt Standards in der Umweltwirtschaft: mit circa 468.000 Erwerbstätigen ist sie ein nationaler Vorreiter in der ökologischen Transformation. Innovationen in der Umweltwirtschaft sind die Triebfedern dieser dringend notwendigen Transformation hin zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wirtschaft. Mit internationaler Spitzenforschung, innovativen Start-ups und transformativen Unternehmen zeigt NRW eine einzigartige Bandbreite von Lösungsansätzen für die derzeit drängenden Fragen mit Blick auf die Bewältigung des Klimawandels, eine schonende Nutzung begrenzter Ressourcen sowie eine nachhaltige Stadtentwicklung und die nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume.

Im Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) bringen wir die innovativen Akteurinnen und Akteure der NRW-Umweltwirtschaft zusammen. Ziel ist es, den Green-Economy-Standort Nordrhein-Westfalen weiter zu stärken, indem wir eine interdisziplinäre Plattform schaffen, die den Transfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft beschleunigt.

Mit unseren Innovationsradaren schaffen wir eine solche Plattform, um herausragende Innovationen vorzustellen und Ansatzpunkte für ein agiles Zusammenwirken der Akteurinnen und Akteure entlang von Wertschöpfungsketten der NRW-Umweltwirtschaft zu bieten. Angesichts der Vielzahl an Innovationen aus der Umweltwirtschaft in NRW haben die Innovationsradare keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Diese sind vielmehr als Impulsgeber und Diskussionsgrundlage zu verstehen.

Im Zentrum dieses Innovationsradars stehen Lösungsansätze für die Ressourcenwende – weg vom linearen hin zu einem zirkulären Wirtschaften mit effizientem und regenerativem Ressourceneinsatz. Ziel des Innovationsradars Ressourcenwende ist es, den innovativen Charakter der Umweltwirtschaft in NRW sichtbar zu machen und Innovationen anzustoßen. Dazu werden spannende Einzelinnovationen vorgestellt und im Kontext von Wachstumskernen mit besonderer Innovationskraft betrachtet. Die zwei zentralen Themen sind dabei Innovationen für eine Circular Economy und für eine nachhaltige Bioökonomie.

Die nordrhein-westfälische Innovationskraft erstreckt sich über neue Technologien und Verfahren zur Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe, insbesondere im Bereich der Phosphorrückgewinnung und des Batterierecyclings. Sie schließt neue Technologien für sauberes Wasser ebenso ein wie die zur Erschließung neuer Rohstoffquellen für den Bausektor oder zur Nutzung von CO<sub>2</sub>. Neben Innovationen, die zur Schließung von Stoffkreisläufen im Sinne einer Circular Economy beitragen, werden im Innovationsradar „Ressourcenwende“ auch innovative Projekte und Gründungen für eine nachhaltige Bioökonomie vorgestellt. In diesem Kontext sind die Themen nachwachsende Rohstoffe, nachhaltige Textilien, digitale Holz- und Forstwirtschaft sowie Digitalisierung der Landwirtschaft von zentraler Bedeutung.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen sowie interessante Anknüpfungspunkte zur (Weiter-)Entwicklung Ihrer Aktivitäten im Bereich der Umweltwirtschaft.

Ihr Managementteam des Kompetenznetzwerks Umweltwirtschaft.NRW

# Inhaltsverzeichnis

Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW	1
Vorwort	2
Einführung	7
Perspektiven der Circular Economy	10
Wachstumskern Phosphorrückgewinnung	12
Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen mittels standardisiertem Testsubstrat von HGoTECH untersuchen	13
C.R.O.P®-Verfahren: Combined Regenerative Organic food Production	14
TetraPhos: Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen	15
BiohyreP: Biohybride Systeme zur Verwertung von Phosphor aus Abwasser	16
Wachstumskern Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe	17
Inverse Produktion: Rückgewinnung werthaltiger Metalle aus Elektroaltgeräten	18
REVaMP: Sensorbasierte Metallschrottsortierung	19
Saperatec: Trennung von Verbundmaterialien für ein hochwertiges stoffliches Recycling	20
Recycling von Lösungsmitteln im Lizenzmodell der Batsch Verfahrenstechnik GmbH	21
Wachstumskern Batterierecycling	22
DemoSens: Automatisierte Demontage und Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien (LIB) für ein hochwertiges Recycling	23
AURRELIA: Optimierung nasser Aufbereitungstechniken zur Rückgewinnung recyclingfähiger Fraktionen aus Lithium-Altzellen	24
Recycling von Lithium-Ionen-Batterien: Prozessoptimierung zur Rückgewinnung von Lithium und Graphit	25

<b>Wachstumskern Neue Rohstoffquellen für den Bausektor</b>	<b>27</b>
NuKoS: Herstellung von Baustoffen aus Stahlwerksschlacken unter Bindung von CO <sub>2</sub>	29
SUMTEQ: Polystyrol-Hochleistungsdämmstoff aus Düren	30
<b>Wachstumskern CO<sub>2</sub> als Rohstoff für die Kunststoffindustrie</b>	<b>31</b>
CO2BioFeed: Kohlenwasserstoffe im Kreislauf halten	32
TRANSFORMATE: Herstellung von Biokunststoffen auf Basis von CO <sub>2</sub>	33
Vorprodukte für die Kunststoffindustrie auf Basis von CO <sub>2</sub> ; Aktivitäten bei Covestro	34
<b>Wachstumskern Technologien für sauberes Wasser</b>	<b>36</b>
Forschungsprojekt NUAGE: Rückhaltung von Schwermetallen durch Geoverbundstoffe in der Verkehrsflächenentwässerung	37
PlastiSea: Plastikfressenden Bakterien auf der Spur	38
Einsparung und Ersatz von Wasser und Chemikalien bei der Lederproduktion durch Einsatz von verdichtetem CO <sub>2</sub>	39
SimConDrill: Innovative Filtermodule für die Abscheidung von Mikroplastik aus Abwasser	40
Das Müllsammelboot CollectiX	41
ColFerroX: Unterirdischer Schwermetallfilter zur Eindämmung von Kontaminationen	42
<b>Perspektiven der Nachhaltigen Bioökonomie</b>	<b>43</b>
<b>Wachstumskern Nachwachsende Rohstoffe</b>	<b>47</b>
greenRelease: Mit der Ankerpeptid-Technologie zu mehr Pflanzenschutz	48
PAPACKS: Kreislauffähige Verpackungs- und Transportlösungen – Faserstoff ersetzt Plastik	49
NUMAFERM: Biobasierte Herstellung von Peptiden	50
CornWall II: Die optimierte Maispflanze als Grundstoff für die Chemieindustrie	51

<b>Wachstums Kern Nachhaltige Textilien</b>	<b>52</b>
<hr/>	
BioCoat: Biobasierte Coatings für biobasierte Fasern in Hochleistungstextilien	53
BioBase: Biobasierte Polymere in der Textilindustrie	54
Glaukos: Biobasierte Textilfasern und Textilbeschichtungen	55
IndustrialRePan: Recycling von Polyacrylnitril	56
wijld: Nachhaltige Mode aus Holzfasern	57
Oceansafe: Partner für eine kreislauffähige Textilindustrie	58
<b>Wachstums Kern Digitale Holz- und Forstwirtschaft</b>	<b>59</b>
<hr/>	
Walinfo.NRW: Informationsportal für den öffentlichen und privaten Waldbesitz	60
Vitalitätsmonitoring: Satellitendaten befähigen zu schnellem Handeln	61
Baumartenerkennung mit KI für die Aufforstung klimarobuster Wälder	62
KlimaWIS.NRW-FE: Plattform für die Waldinventur und das Waldmanagement	63
<b>Wachstums Kern Digitalisierung in der Landwirtschaft</b>	<b>64</b>
<hr/>	
Pheno-Inspect: Digitale Experten für die Pflanzenanalyse	65
Escarda Technologies: Mit Lasertechnologie Unkraut bekämpfen	66
Soil3: Nährstoffe des Unterbodens für Pflanzen verfügbar machen	67
patchCROP: Landwirtschaftsexperiment für mehr Vielfalt in der Landwirtschaft	68
PhenoRob Zentralexperiment: Feldexperiment für Robotik und Phänotypisierung	69
ETAROB: Feldroboter zur ökologischen Unkrautregulierung in Gemüsekulturen	70
crop.zone GmbH: Strom für die Unkrautbekämpfung	71

<b>Wachstums-kern Innovative Ernährungswirtschaft</b>	<b>72</b>
Neues biotechnologisches Recyclingverfahren für Phosphat	73
IMPRES: Industrial microbes for prebiotics and sweeteners	74
SAVANNA Ingredients: Neue Zucker – natürlich aus Zuckerrüben	75
Rheinische Ackerbohne e.V.: Regionale Vermarktung eines heimischen Produkts	76
Nutzung niederkalorischer Abwärme zur Produktion von Wasserlinsen in Etagen	77
<b>Innovationstransfer</b>	<b>78</b>
Ein Interview mit Frau Prof. Dr. Stefanie Bröring, Leiterin des Lehrstuhls Technologie-, Innovationsmanagement und Entrepreneurship an der Universität Bonn	78
<b>Die nordrhein-westfälische Ressourcenwende im internationalen Kontext</b>	<b>81</b>
<b>IMPRESSUM</b>	<b>85</b>



# Einführung

Um den drängenden globalen Herausforderungen des Klimawandels, der Verknappung der Ressourcen und des Bevölkerungswachstums zu begegnen, scheint eine wirtschaftliche und gesellschaftliche Transformation hin zu einer Green Economy alternativlos. Aus Perspektive der Umweltwirtschaft ergeben sich dabei drei zentrale und synergetische **Wendethemen** als Leit motive:

- die Ressourcenwende
- die Klimawende
- die Raumwende

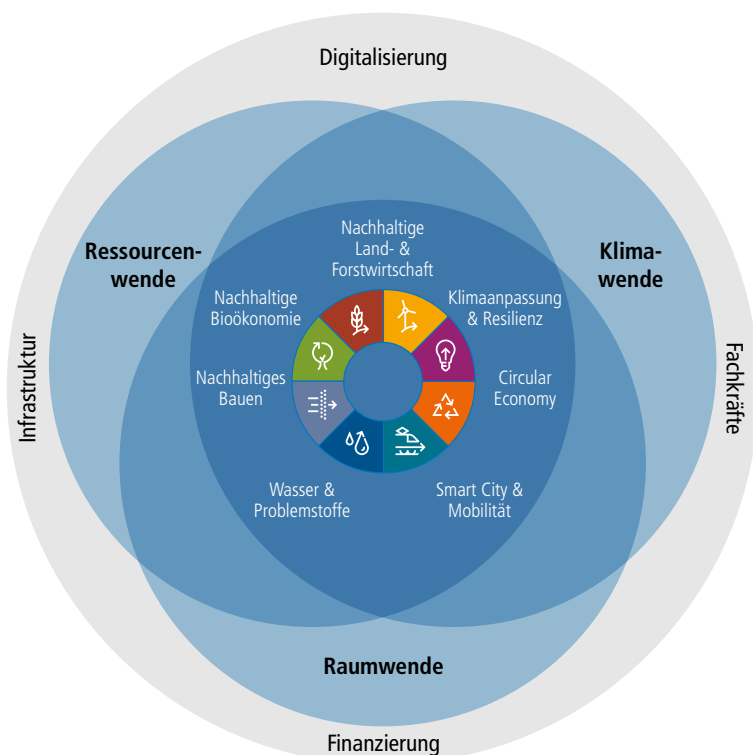
Diese gehen über die gewohnten Grenzen der Teilmärkte<sup>1</sup> hinaus und betrachten drei Aspekte der Transformation, die notwendig sind, um die Wirtschaft zukunftsfähig, CO<sub>2</sub>-neutral und ressourcenschonend aufzustellen.

Innovationen der Klima- und Raumwende werden Gegenstand kommender Innovationsradare sein. Die **Klimawende** zielt auf die konsequente Verringerung bzw. Vermeidung anthropogener Treibhausgas-

Emissionen ab. Klimaschutz als ganzheitliches Konzept berücksichtigt auch die Klimaanpassung auf verschiedenen Ebenen von der öffentlichen Hand bis zur Privatwirtschaft. Die **Raumwende** agiert unter dem Leitmotiv der nachhaltigen Raumentwicklung, die sich auf regionaler Ebene lokalisieren lässt. Sie adressiert den verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen, wie Flächen, Wasser, land- und forstwirtschaftlicher Produktion sowie Ökosystemleistungen, ohne dabei die unterschiedlichen Transformationsherausforderungen urbaner und ländlicher Gebiete zu vernachlässigen. Auch die notwendigen Anpassungen an den Klimawandel sind in der nachhaltigen Raumentwicklung mit einbezogen.

## Die Ressourcenwende

Der vorliegende Innovationsradar beschäftigt sich vorrangig mit den Innovationen der Ressourcenwende. Die **Ressourcenwende** trägt der Verknappung der Ressourcen Rechnung, mindert die Umweltauswirkung ihrer Gewinnung und Verarbeitung und spart zudem CO<sub>2</sub>-Emissionen ein. Eine zentrale Zielstellung der Ressourcenwende ist es, durch eine gesteigerte Materialeffizienz von Produkten und Produktionsprozessen den Verbrauch von primären und sekundären Rohstoffen zu senken. Darüber hinaus bedeutet Ressourcenwende die Abkehr von einem linearen Wirtschaftssystem hin zu einer regenerativen Kreislaufwirtschaft oder auch Circular Economy, die Stoffkreisläufe schließt und damit Materialverluste auf allen Ebenen der Wertschöpfung reduziert. Das Konzept der Circular Economy zielt darauf ab, Wirtschaftswachstum vom Rohstoffverbrauch zu entkoppeln und nimmt dafür Ressourcen ganzheitlich in den Blick: Die Nutzung und Verwertung von Materialien werden im Produktdesign mitgedacht und neben dem Einsatz



Quelle: Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW, 2021

<sup>1</sup> Umweltfreundliche Energiewandlung, -transport und -speicherung, Energieeffizienz und Energieeinsparung, Materialien, Materialeffizienz und Ressourcenwirtschaft, Umweltfreundliche Mobilität, Wasserwirtschaft, Minderungs- und Schutztechnologien, Nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft, Umweltfreundliche Landwirtschaft

Das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) versteht sich als Mitgestalter der Wendethemen aus Perspektive der Umweltwirtschaft und beteiligt sich am Austausch zwischen Unternehmen, Forschung, Verbänden, Hochschulen, Regionalagenturen und der Wirtschaftsförderung auf regionaler und lokaler Ebene. Das KNUW arbeitet im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (MULNV) mit dem zentralen Ziel, die Umweltwirtschaft in NRW weiter zu stärken.

von Sekundärrohstoffen wird der Einsatz biogener und damit regenerativer Rohstoffe forciert. Letzteres bildet die Schnittstelle zur nachhaltigen Bioökonomie und damit den Überschneidungspunkt der zwei Fokusthemen dieses Radars. Grundsatz der nachhaltigen Bioökonomie ist es, von natürlichen Prozessen zu lernen und diese, beispielsweise in Bioraffinerien, einzusetzen.

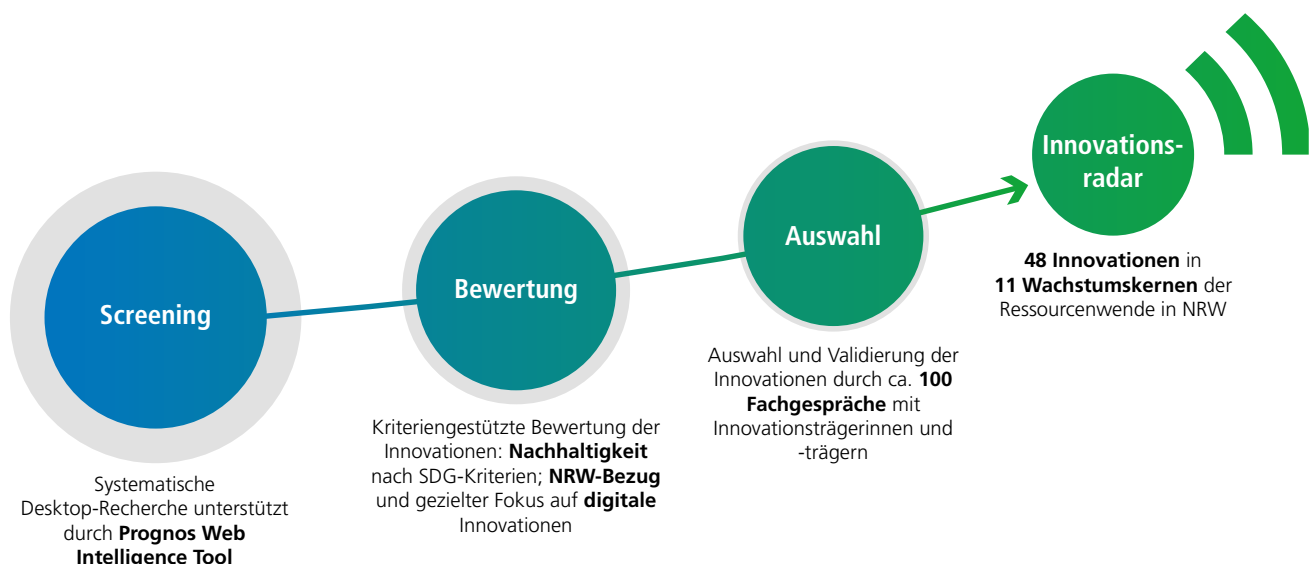
Rahmengebend für die Ressourcenwende ist auf internationaler Ebene der „Europäische Grüne Deal“, in dessen Mittelpunkt der EU-Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft steht. Der deutsche Begriff der Kreislaufwirtschaft wird in dieser Veröffentlichung mit dem international bereits etablierten Begriff der Circular Economy synonym verwendet. In zwei Exkurskapiteln werden die Themenkomplexe der Circular Economy sowie der nachhaltigen Bioökonomie tiefergehend erläutert.

Der vorliegende Innovationsradar definiert Innovationen als Technologien, Lösungen und Anwendungen mit besonders transformativem Charakter. Dabei wird nicht zwischen Invention im Sinne einer Erfindung und Innovation im Sinne einer disruptiven Erneuerung ge-

mäß Innovationstheorie unterschieden. Entscheidend ist vielmehr, dass die Technologie oder Prozesslösung ein wichtiges Puzzleteil in der übergeordneten Ressourcenwende darstellt.

### Methodische Herangehensweise

Innovationen in der Umweltwirtschaft sind die Triebfedern der Wirtschaftstransformation, die dieser Innovationsradar ins Zentrum stellt. Nordrhein-Westfalen bietet mit internationaler Spitzenforschung, innovativen Start-ups und transformativen Unternehmen den besten Nährboden für Innovationen und eine einzigartige Bandbreite an Lösungen für die Ressourcenwende. Der Innovationsradar präsentiert diese exemplarisch und zeigt auf, wie die nordrhein-westfälische Umweltwirtschaft die Ressourcenwende mitgestaltet und damit einen ökologischen und ökonomischen Mehrwert liefert. Damit bietet der Innovationsradar einen einzigartigen Einblick in die beeindruckende Transformationskraft von Nordrhein-Westfalen.



Dieses Innovationsradar zur Ressourcenwende wurde in einem mehrstufigen Verfahren erstellt, beginnend mit einer umfangreichen Analyse von Publikationsdatenbanken, Förderprogrammen und bestehenden Netzwerken. Neben qualitativen Analyseelementen wurden auch quantitative Analysen mit dem Prognos Web Intelligence Tool durchgeführt. In Anlehnung an die Sustainable Development Goals (SDGs) wurden die Ergebnisse nach ihrer ökologischen, ökonomischen und sozialen Transformationskraft bewertet und hinsichtlich ihrer Relevanz für den Standort Nordrhein-Westfalen geprüft. Auf dieser Grundlage wurde ein intensiver Dialogprozess mit Innovationsträgerinnen und -trägern durchgeführt. In über 100 Fachgesprächen wurden die identifizierten Projekte und Gründungen validiert. Das Ergebnis sind 48 Einzelinnovationen im Bereich der biotischen und abiotischen Ressourcen, die elf Wachstumskernen zugeordnet werden können.

Der Innovationsradar ist eine lebendige Sammlung, die in weiteren Auflagen stetig wachsen soll. Dies soll allen NRW-Akteurinnen und Akteuren eine Plattform bieten, um ihre herausragenden Innovationen vorzustellen und zu Interaktion und Vernetzung anregen. Sollten Sie an einem Innovationsprojekt mit umweltwirtschaftlichem Bezug arbeiten, fühlen Sie sich herzlich eingeladen, sich zu melden. Der Innovationsradar lebt vom Dialog!

An dieser Stelle möchten wir uns nochmal herzlich bei allen Innovationsträgerinnen und -trägern bedanken, die bei der Erstellung des Innovationsradars mitgewirkt haben. Dank ihrer hohen Kooperationsbereitschaft wurde uns ein tiefgreifender Einblick in die zukunftsweisende Innovationslandlandschaft von Nordrhein-Westfalen gewährt.

# Perspektiven der Circular Economy

## Circular Economy – Was steckt dahinter?

Die grundlegende Idee der Circular Economy (CE) ist es, lineare Wertschöpfungsketten durch einen zirkulären Wertschöpfungskreislauf zu ersetzen. Industrielle Wertschöpfung wurde bisher in die Schritte Rohstoffgewinnung, Verarbeitung/Produktion, Produktnutzung, Entsorgung untergegliedert. Die CE setzt dem eine zirkuläre Wirtschaftsweise entgegen, in der das Konzept „Produktlebensende“ nicht mehr existiert, da Produkte und Materialien möglichst lange im Stoffkreislauf gehalten werden. Die CE ist inhärent regenerativ gestaltet: Ressourceneffizienz und Zirkularität werden durch ein materialsparendes und recyclingfähiges Design von Produkten sowie durch Geschäftsmodelle, die auf Sharing, Leasing, Re-Use, Reparatur und Recycling basieren, umgesetzt. Der ökologische Vorteil der Circular Economy ist einfach zu verstehen: Zirkulieren Ressourcen länger in der Wirtschaft, können Primärrohstoffe eingespart werden.

Vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung mit steigendem Lebensstandard einerseits und endlichen Ressourcen andererseits wird die Kreislaufführung von Rohstoffen unabdingbar. Vor diesem Hintergrund ist die CE zum politischen Ziel geworden – auf europäischer Ebene steht der EU-Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft im Mittelpunkt des „europäischen Grünen Deals“ und wird durch weitere Strategien, wie zum Beispiel die Chemikalien- und Kunststoffstrategie oder den EU-Aktionsplan „Hin zu einer Null-Schadstoff-Strategie für Luft, Wasser und Boden“, unterstützt. In Deutschland werden die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz, das Programm zur Abfallvermeidung sowie die Ressourceneffizienzstrategien des Bundes (ProgRes) und einiger Bundesländer aufgegriffen.

Wirtschafts- und Geschäftsmodellstrukturen im Sinne einer CE neu zu strukturieren, stellt insbesondere Wirtschaftsakteurinnen und -akteure in den Fokus. Diese stehen neuen Herausforderungen gegenüber – aber auch neuen Chancen.

### Welches Potenzial bietet Circular Economy für Unternehmen?

Durch einen effizienten Rohstoffeinsatz und die Wiederverwendung von Produkten und Materialien lassen sich Kosten einsparen. Zudem können geschlossene Stoffkreisläufe einen geringeren Energieeinsatz bei der Produktion, aber auch weniger Abfall und geringere Entsorgungskosten ermöglichen. Werden noch mehr Rohstoffe und Materialien einer zweiten oder dritten Lebensphase zugeführt, können bisher ungenutzte Wertschöpfungseffekte erzielt werden.

*„Eine Circular Economy ist die essenzielle Möglichkeit, die Wirtschaft resilient und zukunftsfähig zu gestalten. Die Abfallwirtschaft setzt erst am Ende des Lebenszyklus an, eine zirkuläre Wirtschaft hingegen kann schon am Beginn der Wertschöpfungsketten eingreifen. Unternehmen haben jetzt die Möglichkeit, frühzeitig wichtige Leitplanken zu setzen.“*  
Prof. Martin Faulstich

Für Unternehmen ermöglicht eine Circular Economy neben Kosteneinsparungen auch ein Umdenken in Bezug auf neue Wertschöpfungsmöglichkeiten und regt dadurch zur Forschung und Entwicklung an. Innovationen sind bei der Umsetzung einer CE in allen Phasen des Lebenszyklus von Produkten notwendig. Dies schließt ein kreislauffähiges Produktdesign, die Recyclingtechnik wie auch die Messtechnik zur Qualitätskontrolle von Sekundärrohstoffen ein. Weitergehend braucht es innovative Geschäftsmodelle, etwa Sharing-Modelle, bei denen die Funktion eines Produkts angeboten wird, ohne dass das Produkt selbst die Besitzerin bzw. den Besitzer wechselt. Dies bietet neue Umsatzmöglichkeiten für Unternehmen, da durch zusätzliche Wartungs- und Dienstleistungen langfristige Kundenbeziehungen aufgebaut werden können. Beispiele wie Car- oder Bikesharing, „Lighting-as-a-Service“ von Philips oder der Drucker-Service von HP zeigen, dass diese Geschäftsmodelle erfolgreich sind und sowohl im B2B- als auch im B2C-Bereich immer stärker nachgefragt werden. Mit dem Lösungsmittelrecycling im Lizenzmodell der Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH findet sich auch im vorliegenden Innovationsradar eine solch innovatives Geschäftsmodell.

## Vor welchen Herausforderungen steht die Circular Economy?

Für Unternehmen kann der Umbau bestehender Geschäftsmodelle hin zu einer Circular Economy zugleich als Notwendigkeit und Chance betrachtet werden. Gleichzeitig bringt eine Transformation bestehender Strukturen auch Risiken mit sich. Zu diesen Risiken zählen die Akzeptanz neuer Angebote seitens der Kundinnen und Kunden, aber auch Unsicherheiten im Aufbau neuer und neuartiger Kollaborationen mit anderen Unternehmen aus denselben oder anderen Branchen.

Eine zentrale Herausforderung ist das Recycling von Verbundwerkstoffen, das nach aktuellem Kenntnisstand nur bedingt gelingt. Produkte müssen zudem erst einmal ihren Weg zurück in den Kreislauf finden, was durch sogenannte Rücknahmelogistik (engl. Reverse Logistics) organisiert wird. Ob diese greift, liegt meist in der Hand der Endkonsumentinnen und -konsumenten und ist von Unternehmen nur schwer zu kontrollieren. Mit Anreizsystemen wie einem Pfandsystem kann eine Rückführung unterstützt werden.

Eine möglichst sortenreine und schadstofffreie Sammlung von Materialien ist für eine funktionierende CE unerlässlich, denn nur bei hinreichender Qualität und zuverlässiger Verfügbarkeit erreichen Sekundärrohstoffe die hohen Standards der verarbeitenden Industrie. Auch dabei bestehen derzeit noch Entwicklungspotenziale.

*„In der Ressourcenwende müssen wir umdenken. Innovationen durch biologische Transformationsprozesse von Industrien geschehen insbesondere durch die Konvergenz von Wissenschaftsgebieten. Für die komplexen Fragen einer Circular Economy braucht es ein systemisches Neverständnis und eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Akteurinnen und Akteuren aus der Wissenschaft und der Praxis.“*

Prof. Ulrich Schwaneberg, RWTH Aachen

Sowohl in den Bereichen Recyclingverfahrenstechnik und Produktgestaltung als auch zu neuartigen Geschäftsmodellen bedarf es noch viel Forschung und Entwicklung, die wiederum Eingang in die unternehmerische Praxis finden müssen. Verbundprojekte, Gründerzentren oder auch Netzwerke versuchen hierauf positiv Einfluss zu nehmen und die regionalen CE-Potenziale auszuschöpfen. Ein Beispiel für das besondere Engagement der Akteurinnen und Akteure in NRW ist der Runde Tisch „Zirkuläre Wertschöpfung NRW“.

## Warum bestehen gerade für NRW große Chancen, eine Circular Economy erfolgreich umzusetzen?

Als eines der energie- und ressourcenintensivsten Bundesländer ist NRW bei der Transformation einer kreislauffähigen Wirtschaft besonders gefragt. Durch die Industriegeschichte sowie die im Vergleich mit anderen Bundesländern große Anzahl dynamischer Großstädte hat NRW eine starke Anpassungs- und Innovationskultur. Als bevölkerungsreichste Industrieregion in Deutschland weist NRW darüber hinaus kurze Transportwege auf, die eine Kreislaufführung von Produkten oder einzelnen Materialien erleichtern. Diese strukturellen Begebenheiten bieten einen guten Nährboden für die Etablierung einer CE.

Die Unternehmen verschiedener Branchen auf engstem Raum verfügen zudem über ein interdisziplinäres und für eine CE relevantes Wissen. Komplementiert wird diese Expertise durch eine sehr hohe Dichte an Forschungseinrichtungen. Besonders in den für die Kreislaufwirtschaft relevanten Bereichen, wie Recyclingtechnik und Materialwissenschaften, kann das Bundesland herausragende Referenzen vorweisen.

Auch politisch wird eine zirkuläre Wirtschaftstransformation gezielt gefördert, beispielsweise mit umfangreichen Investitionen des Bundes in den Umbau des Rheinischen Reviers. Im Rahmen des Mitte 2020 beschlossenen Landeskonjunkturpakets zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie werden in Ergänzung zum Konjunkturprogramm des Bundes zusätzliche Mittel in Höhe von 15 Millionen Euro für die Stärkung der Ressourceneffizienz und der Kreislaufwirtschaft sowie für Investitionen in die Umweltwirtschaft bereitgestellt. Die Effizienz-Agentur NRW unterstützt Unternehmen bei der Antragstellung und Durchführung.

*„Höhere Ressourceneffizienz ist klimaschonend und umweltgerechter, sie stärkt den Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen. Dadurch entstehen Wettbewerbsvorteile und Arbeitsplätze, die wir in Nordrhein-Westfalen für unsere Zukunftsfähigkeit und zur Bewältigung der Folgen der Corona-Krise benötigen.“*

Ursula Heinen-Esser, Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Auch in Zukunft wird die CE in NRW eine wichtige Rolle spielen. 2022 wird der „Circular Economy Hotspot“ in Bottrop ausgerichtet. Hierbei diskutieren 2.000 internationale Forscherinnen und Forscher und Entscheidungsträgerinnen und -träger wegweisende Lösungen für eine zirkuläre Wirtschaft. Im Gesamtbild zeigt sich, dass NRW gute Chancen hat, eine CE erfolgreich umzusetzen.

## Wachstumskern



# Phosphorrückgewinnung

Nach dem von Rockström et. al entwickelten Konzept der planetarischen Grenzen (engl. planetary boundaries) ist der globale Phosphorkreislauf bereits irreversibel beeinträchtigt. Die Ursache dafür sind zwei Problemfelder: Phosphor ist ein essenzieller Nährstoff für das Pflanzenwachstum und die Landwirtschaft von seinem Einsatz in Form von Mineraldünger abhängig. Der Abbau der natürlichen Phosphorquellen übersteigt jedoch deren Regenerationskraft bei Weitem, was zu einer zunehmenden Verknappung des Rohstoffes führt. Gleichzeitig gelangt überschüssiger Phosphor aus der mineralischen oder organischen Düngung ins Grundwasser sowie in Flüsse und Meere und fördert dort ein übermäßiges Algenwachstum. Der über Nahrungsmittel aufgenommene Phosphor findet über das Abwasser seinen Weg in Klärschlämme – die bisher größtenteils in Verbrennungsanlagen und auf Deponien entsorgt wurden. Mit dramatischen Folgen: Der für die Lebensmittelproduktion essenzielle Nährstoff geht dem Kreislauf verloren.

Neben der bedarfsgerechten Düngung mit Phosphor bietet insbesondere das Phosphorreycling aus Restströmen an dieser Stelle einen möglichen Ansatzpunkt. Akteurinnen und Akteure aus Forschung und Praxis arbeiten in NRW an konkreten Lösungen, um Phosphor aus Gülle und Klärschlämmen im Kreislauf zu halten. Die novellierte Klärschlammverordnung mit der darin enthaltenen Phosphor-Rückgewinnungspflicht wirkt dabei als Innovationstreiber.

## Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen mittels standardisiertem Testsubstrat von HGoTECH untersuchen

### 🎯 Ziel der Innovation

Die Effektivität von Recyclingdünger aus Phosphor-Rezyklaten steht und fällt mit der Pflanzenverfügbarkeit der enthaltenen Nährstoffe. Diese in groß angelegten Feldversuchen zu testen, ist zeit- und kostenintensiv. Zudem erschweren natürliche Faktoren wie die lokalen physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften oder die regionalen Witterungsverhältnisse, allgemeingültige Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Düngers zu treffen. Vor diesem Hintergrund entwickelte die HGoTECH GmbH ein standardisiertes Testsubstrat mit dem Düngemittel zuverlässig getestet werden können.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Forscherinnen und Forscher von HGoTECH entwickelten ein bodenähnliches phosphat- und nährstoffarmes Testsubstrat, das an die Anforderungen von Düngemitteln angepasst werden kann. Auf speziellen nährstoffarmen „Testböden“ werden Feldfrüchte (Weidelgras, Luzerne, Mais oder Raps) in großen Gefäßen unter kontrollierten Bedingungen mit den zu untersuchenden Rohstoffgemischen gedüngt. Das Testsubstrat ist zwar einem guten Ackerstandort sehr ähnlich, aber praktisch frei von pflanzenverfügbarem Phosphat, um die Wirkung des Recyclingdüngers messbar zu machen. Weitere Nährstoffe werden je nach Anforderung zugesetzt. Die Trockenmasse mehrerer Erntegänge unter Testdüngung ermöglicht dann eine belastbare Aussage über die Pflanzenverfügbarkeit des organischen oder anorganischen Düngemittels. Das Standardsubstrat kann zudem genutzt werden, um Trockenstress von Pflanzen zu testen oder die Wirkung sogenannter Biostimulanzien zu prüfen.



© HGo-Tech



© HGo-Tech

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Das von HGoTECH entwickelte Testsubstrat vereinfacht die Zulassung von Düngemitteln erheblich, womit die Nutzung von recyceltem Phosphor und weiteren Nährstoffen in der Breite gesteigert werden kann.

**Ansprechpartner** Dipl.-Ing. Christian Heck (HGoTECH GmbH)

**Webseite** [www.hgotech.de](http://www.hgotech.de)

## C.R.O.P.<sup>®</sup>-Verfahren: Combined Regenerative Organic food Production



© DLR

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Mit der Implementierung des C.R.O.P.<sup>®</sup>-Verfahrens in landwirtschaftliche Kreisläufe kann ein wichtiger Schritt zur Ressourcenwende geleistet werden. Mit der Applikation der gewonnenen Düngelösung können die teils unkontrollierte oder überhöhte Stickstoffausbringung in den Boden verhindert und Auswaschungen in das Grundwasser sowie Emissionen von Umweltgiften (zum Beispiel Ammoniak) reduziert werden. Der organische Flüssigdünger kann ohne Nährstoffverluste gelagert und durch die stabilen Nährstoffverbindungen gut für wirtschaftlichen Transport in Ackerbauregionen aufbereitet werden. Der modulare Aufbau ermöglicht eine problemlose, individuell anpassbare Integration in landwirtschaftliche Betriebe. Zudem ist das Verfahren, das ohne den Zusatz von Chemikalien und Gefahrstoffen abläuft, wartungsarm und regeneriert sich eigenständig nach einem möglichen Strom- oder Pumpenausfall. Die Anlage kann darüber hinaus Abwärme, beispielsweise von Melkständen oder einer Biogasanlage, aufnehmen. Das C.R.O.P.<sup>®</sup>-Verfahren entspricht somit dem Grundgedanken der Ressourcenwende, indem es Nährstoffe im Kreislauf hält und Energieüberschüsse verwertet.

### 🎯 Ziel der Innovation

In Regionen mit intensiver Nutztierhaltung fallen große Mengen an Gülle an, die zu einem Nährstoffüberschuss führen können. Um Boden, Wasser und Luft nicht durch den in der überschüssigen Gülle enthaltenen Stickstoff zu belasten, werden anfallende Reststoffe oft an viehlose Ackerbaubetriebe oder Biogasanlagen abgegeben. Je länger allerdings der Transport dauert, desto unwirtschaftlicher wird die Gülle, da diese zu 90 % aus Wasser besteht. Die C.R.O.P.<sup>®</sup>-Technologie setzt an dieser Stelle an: In einem einfachen Prozessschritt wird aus Gülle und Gärprodukten ein höherwertiges Düngemittel gewonnen. Auf diese Weise werden die natürlichen Ressourcen im Kreislauf gehalten, ohne die Ökosysteme Boden, Wasser und Luft unnötig zu belasten.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Das C.R.O.P.<sup>®</sup>-Verfahren wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ursprünglich für den Einsatz in Mond- oder Marsstationen entwickelt. Aus dem Urin von Astronautinnen und Astronauten wird durch das Verfahren ein Pflanzendünger gewonnen, der zur Kultivierung frischer Lebensmittel in Gewächshäusern eingesetzt werden kann. Die Technologie wurde für den Einsatz in der Landwirtschaft und die Aufbereitung von Gülle und Gärprodukten angepasst. Dafür wurde eine modular aufgebaute Anlage entwickelt, die aus einem geschlossenen Reaktionsraum besteht, der sich oberhalb eines Tanks befindet. Separierte (Rinder-)Gülle durchläuft mehrfach zirkulierend die Anlage und strömt dabei über Trägermaterialien. Auf diesen siedeln bodennahe Mikroorganismen, die den Umwandlungsprozess zu einem höherwertigen Düngemittel beschleunigen.

Aus dem Verfahren erhält der Landwirt sowohl ein festes, pelletiertes Produkt als auch eine flüssige Phase, in der die Nährstoffe in stabilen Verbindungen vorliegen. Die Düngemittellösung ist geruchsarm und der enthaltene Stickstoff direkt pflanzenverfügbar, womit die Lösung zu einer effizienten Düngestrategie beiträgt.

**Ansprechpartner** Tim Paulke (DLR)

**Webseite** [www.dlr.de/me/desktopdefault.aspx/tabid-15889/](http://www.dlr.de/me/desktopdefault.aspx/tabid-15889/)



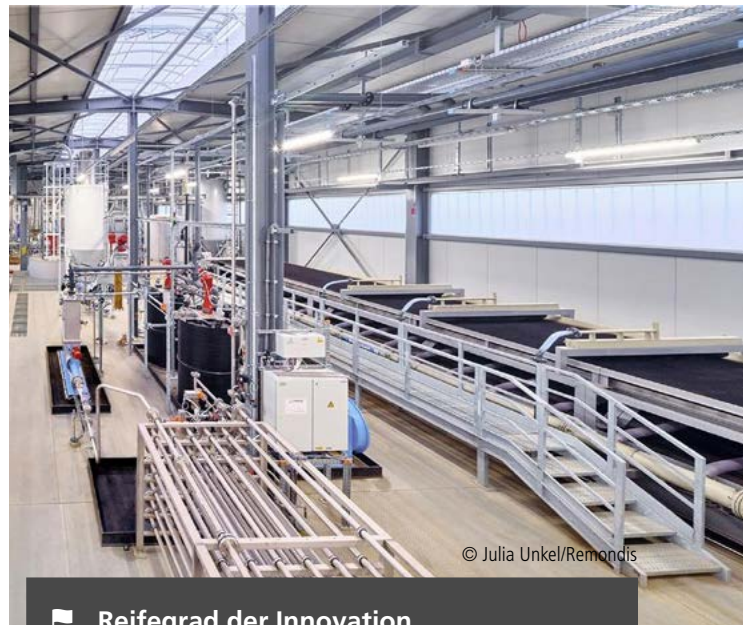
## TetraPhos: Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen

### 🎯 Ziel der Innovation

Insbesondere die europäische Landwirtschaft ist von Phosphorimporten aus dem Ausland abhängig. Als Düngemittel eingesetzt und über die Nahrung aufgenommen, landet ein Großteil des importierten Phosphors im Abwasser. Gemeinsam mit anderen Reststoffen aus den Kläranlagen wird er nicht gezielt genutzt und geht damit aus einem sonst natürlichen Rohstoffkreislauf verloren. Da die derzeit genutzten, fossilen Phosphorreserven endlich sind, soll die Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen verstärkt werden: Durch die Novellierung der Abfallklärschlammverordnung (AbfKlärV) ist die Mitverbrennung von Klärschlämmen ab dem Jahr 2029 nur noch möglich, wenn Phosphor bereits auf der Kläranlage hinreichend abgetrennt wurde. REMONDIS stellt mit TetraPhos® ein Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor vor, dessen Qualität die der natürlichen Vorkommen sogar übersteigt und frei von Schwermetallen ist. Die gewonnene Phosphorsäure kann in der Landwirtschaft sowie für technische Anwendungen in der Automobil- und chemischen Industrie eingesetzt werden. Mit zwei Nebenprodukten – Gips zur Verwendung in der Bauindustrie sowie Eisen- und Aluminiumsalzen, die als Fällungsmittel zur Abwasserreinigung eingesetzt werden können – trägt das Verfahren zusätzlich zur Kreislaufführung gefragter Materialien und damit zur Ressourcenwende bei.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

Nach der Vergärung werden die Klärschlämme im Rahmen des TetraPhos® Verfahrens mineralisiert. In der dabei entstehenden Asche liegen die folgenden mineralischen Bestandteile vor: Sand, Eisen-, Aluminium- und Calciumphosphat. Die Asche wird mit verdünnter Phosphorsäure vermischt, wodurch sich die Phosphate lösen. Feste, nicht lösliche Bestandteile werden abgeschieden. Calcium, das besonders leicht löslich ist, wird durch Schwefelsäure zu Gips ausgefällt. Anschließend werden mithilfe eines Ionentauschers Schwermetalle, wie Eisen und Aluminium, abgesondert. Das gewonnene Produkt ist die 75-prozentige Phosphorsäure, die unter dem Markennamen RePacid® vermarktet wird. Ein Teil der gewonnenen Phosphorsäure wird im Kreis geführt und zur Wiederholung des Verfahrens genutzt. Somit wird der Kreislauf Phosphor erstmalig wirtschaftlich und vollständig geschlossen.



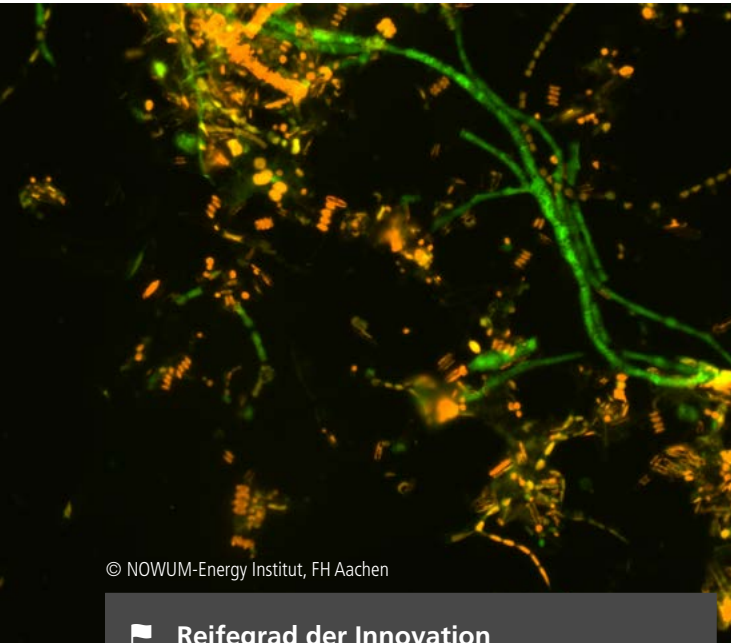
© Julia Unkel/Remondis

### 🚩 Reifegrad der Innovation

Nach einer erfolgreichen Pilotphase haben REMONDIS und Hamburg Wasser im Jahr 2020 gemeinsam die weltweit erste großtechnische Anlage zum Phosphorrecycling fertiggestellt (Kapazität: jährlich ca. 7.000 Tonnen hochreine Phosphorsäure aus 20.000 Tonnen Klärschlammmasche). Weitere konkrete Projekte sind für die Zukunft geplant. Vor dem Hintergrund einer verpflichtenden Phosphorrückgewinnung ab dem Jahr 2029 ist derzeit eine Vielzahl von neuen oder erweiterten Verwertungsanlagen für den Klärschlamm erforderlich, bei denen das TetraPhos® Verfahren zur Anwendung kommen kann. Die hochreine Phosphorsäure REPACID® wird bereits vom Markt genutzt.

<b>Projektpartner</b>	Hamburger Phosphorrecyclinggesellschaft mbH (gemeinsame Gesellschaft zwischen REMONDIS und HAMBURG WASSER)
<b>Ansprechpartner REMONDIS</b>	Dr. Martin Lebek (REMONDIS Aqua Industrie GmbH & Co. KG, Geschäftsführer)
<b>Webseite</b>	<a href="http://www.remondis.de">www.remondis.de</a>

## BiohyreP: Biohybride Systeme zur Verwertung von Phosphor aus Abwasser



© NOWUM-Energy Institut, FH Aachen

### Reifegrad der Innovation

Die Innovation der ATS-Anlage ist technologisch ausgereift und wird bereits am Forschungszentrum Jülich und an der Universität Moskau eingesetzt. Die mikrobiologische Analyse des gemischten Algenkonsortiums auf der ATS-Anlage sowie verschiedene Bioaffineriekonzepte werden am Institut NOWUM-Energy der FH Aachen erforscht. Da die ATS-Anlagen aufgrund des Lichtbedarfes der Algen einen großen Platzbedarf in den Kläranlagen benötigen, ist die weitere Verbreitung der Technologie bisher noch nicht erfolgt. Die Projektverantwortlichen erwarten jedoch aufgrund der steigenden Nachfrage von Phosphat eine Perspektive für ATS-Systeme – nicht zuletzt, weil Algenbiomasse ein Produkt ist, das vielfältig im Rahmen der Bioökonomie eingesetzt werden kann (Tierfutter, Nahrungsergänzungsmittel, energetischer Einsatz etc.).

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Markus Grömping (FH Aachen)

### Ziel der Innovation

Die Rückgewinnung von Phosphor (P) und Stickstoff aus Abwasserströmen in Kläranlagen ist ein zentrales Thema der Ressourceneffizienz. Im Projekt BioHyReP arbeiten Forscherinnen und Forscher der Fachhochschule Aachen und des Forschungszentrums Jülich gemeinsam mit der Universität Moskau und dem Kurtschatow-Institut in Moskau an der Abwasserreinigung mit Mikroalgen in dem System „Algae Turf Scrubber“ (ATS). Ziel ist es, die Phosphataufnahme durch das Algenkonsortium auf einer ATS-Anlage zu quantifizieren und die prozesstragenden Algen und Bakterien zu identifizieren. Durch die Phosphataufnahme erfolgt ein Algenwachstum. Die so produzierte Algenbiomasse wird hinsichtlich verschiedener Bioaffineriekonzepte untersucht. Eine Einsatzmöglichkeit könnte die anaerobe Fermentation im Biogasprozess sein.

### Beitrag zur Ressourcenwende

Der Einsatz von Algen für die Phosphatrückgewinnung ist als biologische Methode ohne den Einsatz von Chemikalien ein vielversprechender und ressourcenschonender Ansatz. Die biologische Nährstoffrückgewinnung in Kombination mit der Produktion einer energetischen Quelle leistet sowohl einen Beitrag zur Ressourcenwende insgesamt als auch explizit zu einer Circular Economy.



© NOWUM-Energy Institut, FH Aachen

## Wachstumskern

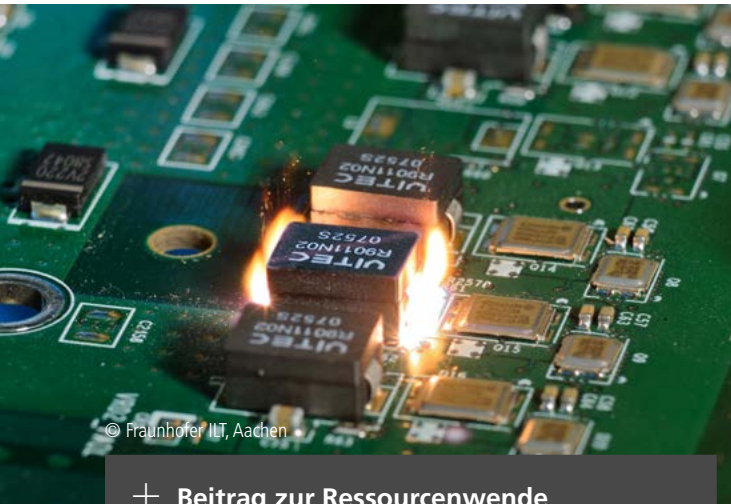


# Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe

Obwohl Deutschland als Vorreiter der Recyclingtechnik gilt, bestehen immer noch technische Hürden bei der Rückgewinnung von Rohstoffen. Die sortenreine Trennung komplexer Produkte und Verbundwerkstoffe in ihre Einzelbestandteile, die den weiteren Recycling-Prozessschritten vorgelagert ist, ist dabei besonders essenziell. Nur wenn sie gelingt, können hochwertige Sekundärrohstoffe gewonnen und auf den Markt zurückgeführt werden. Gleichzeitig stellen potenzielle Kundinnen und Kunden der verarbeitenden Industrie hohe Anforderungen – nicht zuletzt durch gesetzliche Vorgaben. Eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit bei der Gewinnung von Sekundärrohstoffen sind gefordert.

In NRW entwickelte Innovationen setzen genau hier an und schaffen wichtige Voraussetzungen für die Kreislaufführung werthaltiger Rohstoffe und die Etablierung einer Circular Economy. Die Digitalisierung unterstützt dabei verfahrenstechnische Innovationen. Ebenso spielen neue Geschäftsmodelle im Sinne von „Recycling-as-a-Service“ eine wichtige Rolle. Gerade im Industrieland NRW besteht großes Potenzial durch eine hohe Ressourcenverfügbarkeit und der räumlichen Nähe verschiedener Akteurinnen und Akteure zueinander.

## Inverse Produktion: Rückgewinnung werthaltiger Metalle aus Elektroaltgeräten



© Fraunhofer ILT, Aachen

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Durch das Verfahren können Altgeräte besser als Quellen für werthaltige Sekundärrohstoffe genutzt werden. Durch die Fokussierung auf gängige Massenprodukte wie Mobiltelefone und Platinen können relevante Mengen der verschiedenen Sekundärrohstoffe zurückgewonnen werden. Das Verfahren kann theoretisch auf weitere Produktgruppen ausgeweitet und so zukünftig beispielsweise auch im Baubereich angewendet werden.

**Ansprechpartner** Dr. Cord Fricke-Begemann (Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen)

**Projektpartner (in Deutschland)** LLaser Analytical Systems & Automation GmbH (Aachen), Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF (Magdeburg), ELECTROCYCLING GmbH (Goslar), H.C. Starck Tantalum and Niobium GmbH (Goslar); Aurubis AG (Lünen)

### 🎯 Ziel der Innovation

Herkömmliche Recyclingverfahren konzentrieren sich in der Regel auf die Rückgewinnung einiger Hauptstoffe. Im Fall technischer Produkte sind dies insbesondere Metalle, wie Eisen, Kupfer und Aluminium. Besonders in Elektroaltgeräten sind jedoch viele weitere wertvolle und teilweise versorgungskritische Metalle enthalten. Um diese zurückzugewinnen, entwickelt das Fraunhofer ILT in Aachen zum Beispiel im Rahmen des von der EU-geförderten ADIR-Forschungsprojekts Verfahren zur inversen Produktion, in denen technisch komplexe Verfahren aus der Produktion invers auch beim Rückbau von Produkten angewendet werden.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Dem herkömmlichen Abfallbehandlungsprozess wird eine Analyse- und Zerlegungsphase vorgeschaltet, um die Komponenten mit hohem Gehalt an wertvollen Metallen zu demontieren und einem materialspezifischen Recycling zuzuführen. Hierzu wurden Pilotanlagen zum Rückbau von gängigen Mobiltelefonen und Computer-Platinen entworfen und erprobt. Die inverse Produktion von Mobiltelefonen ist ein mehrstufiges Verfahren. Zunächst erfolgt eine maschinelle Zerlegung der Altgeräte, dann die Vermessung und Materialanalyse elektronischer Komponenten per Lasertechnik und anschließend die Entlötlung und Demontage der werthaltigen Komponenten, welche separiert und dem materialspezifischen Recycling zugeführt werden. Zuletzt erfolgt das herkömmliche Recycling verbleibender Produktteile mittels Zerkleinerung und Einschmelzen.

## Exkurs zu chemischem Recycling

Beim chemischen Recycling (auch Rohstoffliches Recycling oder Feedstock Recycling) werden Wertstoffe durch verschiedene thermochemische oder chemische Verfahren wie Solvolyse, Verölung, Pyrolyse oder Vergasung in ihre chemischen Grundbausteine oder Basischemikalien zerlegt. Trotz des hohen Energieaufwands könnten chemische Verfahren in der Zukunft Lösungen für die Ressourcengewinnung aus Wertstoffen oder Senken von Schadstoffen aus dem Kreislauf darstellen – als Ergänzung zum mechanischen Recycling überall dort, wo mechanische Recyclingverfahren (absehbar) nicht einsetzbar sind.

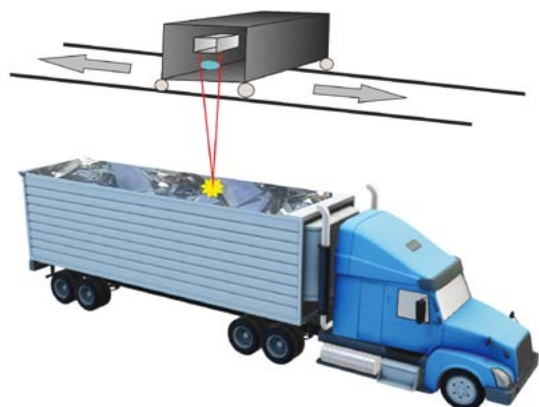
## REVaMP: Sensorbasierte Metallschrottsortierung

### 🎯 Ziel der Innovation

Beim Wiedereinschmelzen von Metallen ist die Qualität und Reinheit der eingesetzten Schrotte essenziell für die Eigenschaften des so hergestellten Materials. Da Angaben zu Qualitäten der Schrotte bisher nicht verlässlich sind, werden Schrotte oft in niedrigere Qualitäten eingestuft und unnötig downgecycelt. Im Forschungsprojekt RE-VaMP wurde eine Lasersensorbasierte Technologie zur zuverlässigen Identifikation von Metallschrotten entwickelt, um insgesamt mehr Metallschrott für die Produktion von Sekundärrohstoffen verfügbar zu machen und die Erzeugung höherwertiger Produkte aus Sekundärrohstoffen zu ermöglichen.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Identifikation der Schrotte erfolgt mittels Laser-Emissionsspektroskopie (LIBS), einem laserbasierten Sortierverfahren. Dieses ist der Mischung verschiedener Schrott- und Metallqualitäten für den Schmelzprozess vorgeschaltet und kann in bestehenden Metallwerken nachgerüstet werden. Aufgrund neuer Emissionsanforderungen an Metallwerke besteht zudem ein Momentum zum Einsatz der Technologie in neuen Werken. Zum Abschluss des REVaMP-Projekts 2023 wird mit einer Einsatzfähigkeit der Technik für die Metalle Stahl, Aluminium und Blei gerechnet. Eine Weiterentwicklung für weitere Metallarten wäre im Anschluss möglich.



© VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH



© VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Indem Metallschrotte auch für den Einsatz für hochwertige Sekundärrohstoffe nutzbar gemacht werden, wird die Rohstoffbasis deutlich erhöht. Beispielsweise könnte Sekundärstahl, dessen Zusammensetzung durch den Einsatz der Laser-Emissionsspektroskopie bestimmt wurde, in Zukunft sogar für Brückenteile eingesetzt werden, die besonders strengen Auflagen unterliegen.

**Ansprechpartner** Dr.-Ing. Bernd Kleimt (VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH)

**Projektpartner (in NRW)** Fraunhofer ILT, VDEh-Betriebsforschungsinstitut (BFI), RWTH Aachen, Laser Analytical Systems & Automation GmbH, Aachen

## Saperatec: Trennung von Verbundmaterialien für ein hochwertiges stoffliches Recycling



© Saperatec GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Durch die neue Technik können die positiven Eigenschaften von Verbundmaterialien bewahrt und die eingesetzten Materialien nach der Nutzungsphase zurückgewonnen werden. Auch der Trennprozess erfolgt ressourcenorientiert, da die eingesetzte Trennflüssigkeit und Wasser im Kreislauf geführt werden. Eine Pilotanlage zur Trennung von Polymer-Metall-Verbundverpackungen konnte bereits im eigenen Technikum der Firma in Bielefeld intensiv getestet werden. Der Bau einer ersten kommerziellen Recyclinganlage für metallhaltige Verbundverpackungen ist in Sachsen-Anhalt bis Ende 2022 geplant. Eine Weiterentwicklung der Trennflüssigkeiten kann die stoffliche Verwertung weiterer Produktgruppen deutlich verbessern. Dazu gehören beispielsweise Einsatzgebiete wie Nassfestpapiere, Verbundglas, Elektronikschrotte und Möbelbeschichtungen.

**Ansprechpartner** Thorsten Hornung (Saperatec GmbH)

**Webseite** [www.saperatec.de](http://www.saperatec.de)



© Saperatec GmbH

### 🎯 Ziel der Innovation

Verbundmaterialien bieten im Verpackungsbereich viele positive Eigenschaften, wie zum Beispiel ein geringes Gewicht und den Schutz von Produkten vor Hitze oder Licht. Da sich Verbundmaterialien nach der Nutzungsphase jedoch kaum wieder voneinander trennen lassen, ist ein hochwertiges, stoffliches Recycling in der Regel nicht möglich und die thermische Verwertung oder gar Deponierung Praxis. Die Firma Saperatec aus Bielefeld hat eine Technik zur Trennung von dünn-schichtigen Verbänden aus Polymeren, Metallen, Metalloxiden, Papier und Glas entwickelt, die es ermöglicht, die eingesetzten Einzelmaterialien zu separieren und einem stofflichen Recycling zuzuführen.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Auf Basis milder Chemikalien entwickelt Saperatec Trennflüssigkeiten, die zwischen die Schichten der Verbundmaterialien gelangen und diese dort auftrennen. Um möglichst viel Angriffsfläche für die Trennflüssigkeit zu haben, werden die Materialien zuvor zerkleinert. Nach der Trennung werden die Materialien gewaschen, sortiert und getrocknet und können anschließend wiederverwertet werden. Für metall- und papierhaltige Verbundverpackungsabfälle, wie beispielsweise flexible Kunststoffverpackungen mit Aluminiumfolie oder -bedampfung und Getränkekartons, konnte bereits eine einheitliche Trennflüssigkeit entwickelt werden, die breite Anwendung finden könnte. Ein integriertes Recyclingverfahren ermöglicht es Saperatec, aus diesen Abfällen folienfähige Polyolefin-Rezyklate und Aluminiumfolien-Schrotte mit über 95 % Aluminiumanteil zurückzugewinnen.



© Saperatec GmbH

## Recycling von Lösungsmitteln im Lizenzmodell der Batsch Verfahrenstechnik GmbH

### 🎯 Ziel der Innovation

Lösungsmittel sind in vielen industriellen Prozessen, zum Beispiel in der Chemie- und Automobilindustrie bei der Produktion von Farben, Lacken und Drucken, essenziell und werden in großen Mengen eingesetzt. Die meisten Recyclingunternehmen nutzen herkömmliche Verfahren zum Recycling von Lösungsmitteln, die jedoch häufig von den Qualitätsschwankungen der zugeführten Produkte geprägt und daher für Anwenderinnen und Anwender nicht verlässlich sind. Lösungsmittelabfälle werden daher eher in die Verbrennung gegeben. Die Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH aus Meckenheim hat eine Anlage zum zuverlässigen Recycling von Lösungsmitteln entwickelt, die bei den Anwenderinnen und Anwendern vor Ort eingesetzt werden kann – auf Basis eines Betreibermodells.

### 📋 Funktionsweise des Betreibermodells

Die Anlagen werden bei Kunden aufgestellt, bleiben jedoch im Besitz der Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH und werden auch von dieser per Fernwarte gesteuert und kontrolliert und bei Bedarf vor Ort gewartet. Durch das Vor-Ort-Recycling kann es zu keinen Fremdverunreinigungen, zum Beispiel durch Transporte, kommen. Auf diese Weise können die individuellen Anforderungen der Kundinnen und Kunden an Lösungsmittel auch mit dem Recyclingprodukt erfüllt und Qualitätsschwankungen vermieden werden.



© Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH



© Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Bei der entwickelten Anlage handelt es sich um eine besondere, patentierte Geometrie-Anlage, die eine Rückgewinnungsquote von bis zu 98 % des Lösungsmittels erzielt. Eine Alternative zum Einsatz von Lösungsmitteln besteht nur in der Nutzung von Wasser, jedoch wird im Vergleich zu Lösungsmitteln ein Vielfaches an Wasser benötigt, um den gleichen Effekt zu erreichen. Da Wasser zudem ein Grundnahrungsmittel und eine Ressource ist, die immer knapper wird, trägt die möglichst vollständige Kreislaufführung von Lösungsmitteln in mehrerlei Hinsicht zur Ressourcenschonung bei.

**Ansprechpartner** Christine Batsch (Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH)

**Website** [www.batsch-verfahrenstechnik.de](http://www.batsch-verfahrenstechnik.de)



## Wachstums Kern



# Batterierecycling

Batterien als Speichertechnologien sind Kernelemente auf dem Weg hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft und Wirtschaft. Die Rückgewinnung der enthaltenen essenziellen Rohstoffe wie Lithium, Kobalt, Nickel, Mangan und Graphit stellt Recyclingunternehmen und Hersteller jedoch weiterhin vor große Herausforderungen. Die in den gängigsten Speichern enthaltenen Materialien sind kritische Rohstoffe. Ihr Abbau ist nur in wenigen Teilen der Welt möglich und ist vielerorts mit Menschenrechtsverletzungen und langfristigen Umweltschäden verbunden. Gleichzeitig ist sowohl die hiesige Automobil- und Elektronikindustrie als auch der Erneuerbare-Energien-Sektor auf Batterien angewiesen und wird dies voraussichtlich auch zukünftig sein. Dem Batterierecycling als zentraler Stellschraube kommt damit eine bedeutende Rolle für die Ressourcenwende zu.

Bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen agieren nordrhein-westfälische Forschungseinrichtungen und Unternehmen in vorderster Reihe. So sind im Kompetenzcluster Recycling & Grüne Batterie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) allein acht Lehrstühle und Institute aus Nordrhein-Westfalen beteiligt. Zudem entstehen hier aktuell gleich zwei wichtige Forschungsstandorte zum Thema Batteriefertigung und -recycling.



## DemoSens: Automatisierte Demontage und Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien (LIB) für ein hochwertiges Recycling

### 🌀 Ziel der Innovation

Die Verwertung ausgedienter Lithium-Ionen-Batterie-Systeme (LIB) aus Elektrofahrzeugen erfolgt derzeit hauptsächlich über eine manuelle Demontage mit anschließenden mechanischen (Siebung, Sichtung) oder thermischen Prozessen (Pyrometallurgie). Bei Letzteren werden Teile der Rohstoffe energetisch verwertet, die somit für ein Recycling verloren sind. Das im DemoSens-Projekt zu erprobende, sensorbasierte mechanische Verfahren soll wichtige Weichen für die mechanische Aufbereitung von LIB aus Elektrofahrzeugen stellen. Hierzu wird ein automatisierter Demontage- und ein sensorbasierter Aufbereitungsprozess entwickelt, an dessen Ende die demontierten Komponenten und die mechanisch aufbereiteten Fraktionen materialspezifischen Recyclingprozessen zugeführt werden können. Das Projekt DemoSens ist Bestandteil des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kompetenzclusters greenBatt.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

Mithilfe eines Robotersystems werden die Lithium-Ionen-Batterie-Systeme bis auf Modulebene demontiert. Hierbei kommen – in Abhängigkeit des jeweiligen Demontageschritts – automatisierte Abläufe, aber auch Mensch-Roboter-Kollaborationen zum Einsatz. Die Roboter arbeiten teilweise auf Basis von Machine-Learning-Verfahren, die selbstlernend verschiedene Batteriesystemkomponenten erkennen, demontieren und mittels optischer Sensoren sortieren sollen. Mit diesem Ansatz wird der Variabilität im Aufbau verschiedener Batteriesysteme prozessseitig entgegengewirkt. Die aus den Batteriesystemen demontierten Batteriemodule werden nach einer sensorbasierten mechanischen Aufbereitung mittels verschiedener Techniken entsprechenden Sortierfraktionen zugeordnet. In dem bis Mitte 2023 laufenden Forschungsprojekt wird eine Pilotanlage gebaut und erprobt.



### + Beitrag zur Ressourcenwende

Es wird eine Aufbereitungstechnik für LIB aus der E-Mobilität entwickelt – ein Ressourcenstrom, der in naher Zukunft mengenmäßig deutlich ansteigen wird und für den bisher kaum gängige Verfahren zur Rückgewinnung der eingesetzten Materialien existieren. Vor dem Hintergrund, dass LIB wertvolle Rohstoffe enthalten, bildet das Verfahren eine wichtige Grundlage, diese zurückzugewinnen.

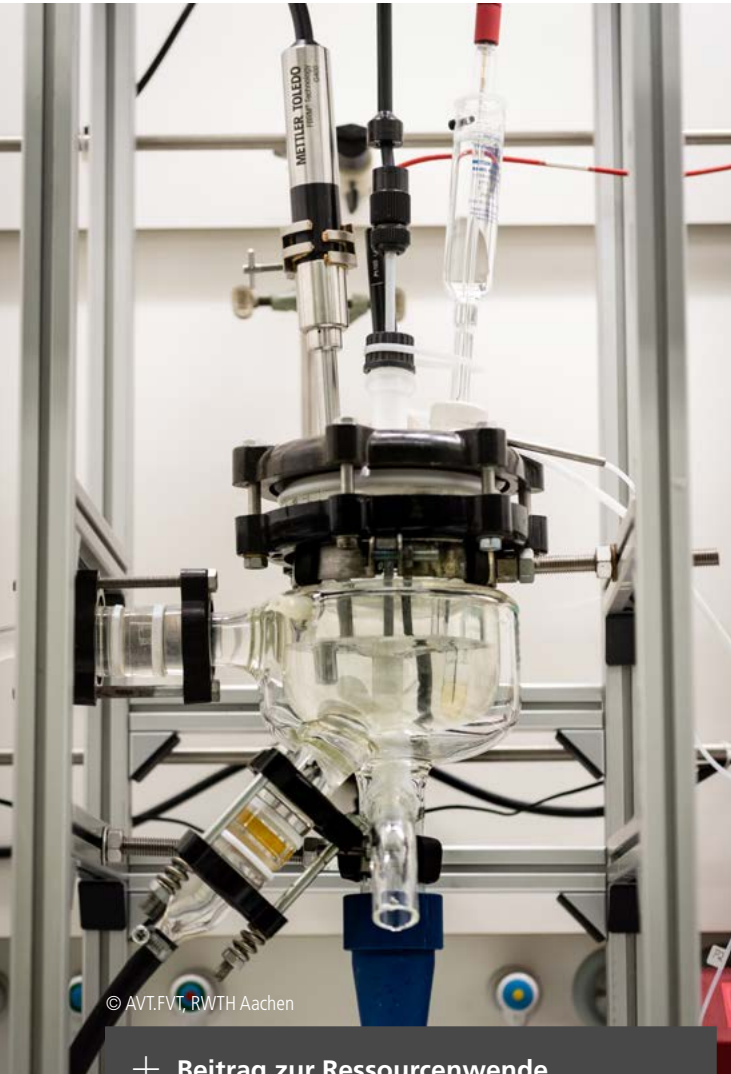
### Projektleitung/ Kontakt

Sigrid Hams (FH Münster)

### Ansprechpartner

FH Münster: Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen und Umwelt (IWARU),  
RWTH Aachen: Institut für Unternehmenskybernetik (IfU), Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM), Institut für metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling (IME)

## AURRELIA: Optimierung nasser Aufbereitungstechniken zur Rückgewinnung recyclingfähiger Fraktionen aus Lithium-Alt-Batterien



© AVT.FVT, RWTH Aachen

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Im Projekt AURRELIA soll ein maßgeblicher Beitrag zur zukünftigen Ausrichtung von LIB-Recyclingprozessen geleistet und somit die Rückgewinnung kritischer Rohstoffe zur Wiederverwertung im Sinne der Kreislaufwirtschaft vorangetrieben werden.

**Ansprechpartner** Stephan Musholt (RWTH Aachen), Sigrud Hams (FH Münster)

**Projektpartner** FH Münster: Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen und Umwelt (IWARU), RWTH Aachen: Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik (AVT.FVT), Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik (AVT.CVT), Institut für metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling (IME)

### 🎯 Ziel der Innovation

Im Projekt AURRELIA wird ein Prozess zur recyclinggerechten und wirtschaftlichen Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien (LIB) entwickelt. Durch die Verschaltung geeigneter mechanischer Zerkleinerungs- und Sortier- sowie chemischer Aufbereitungsverfahren sollen die Wertstoffe mit hoher Ausbeute zurückgewonnen werden. Eine projektübergreifende Vernetzung besteht mit dem Projekt DemoSens, in welchem Batteriemodule aufbereitet und für ein hochwertiges Recycling im AURRELIA-Projekt vorbereitet werden können. Schwerpunkt der Projektpartner der RWTH Aachen im Projekt AURRELIA ist insbesondere die umfassende Rückgewinnung des Lithiums aus den LIBs. Das Projekt AURRELIA ist Bestandteil des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Kompetenzcluster greenBatt.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Module und Zellen werden mittels optimierter Schredder-Technik im nassen Milieu zerkleinert und anschließend in feste und flüssige Phasen separiert. Auf diese Weise wird eine stoffstromspezifische Weiterbehandlung der Materialströme und damit eine umfassende verfahrenstechnische und hydrometallurgische Rückgewinnung der LIB-Komponenten ermöglicht. Im Vordergrund steht dabei die Vermeidung von Verlusten durch die frühe Abtrennung des Lithiums vom übrigen Stoffstrom.

## Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB)

Am Standort Amelsbüren in Münster entsteht eine Forschungsfertigung, um die Herstellung verschiedenartiger Batteriezellen zu erforschen und weiterzuentwickeln. Der (Forschungs-)Betrieb soll dabei in enger Zusammenarbeit mit der Industrie erfolgen und zielt darauf ab, die Branche in Deutschland und Europa voranzubringen und zu stärken.

Sukzessive wird aktuell eine vollständige, modulare Produktionslinie zur Fertigung von Batteriezellen aufgebaut. Ohne ihre eigene Produktion unterbrechen zu müssen, können Unternehmen zukünftig einzelne Anlagen bis hin zur gesamten Produktionslinie nutzen, um Herstellungsprozesse zu entwickeln und zu optimieren.

## Recycling von Lithium-Ionen-Batterien: Prozessoptimierung zur Rückgewinnung von Lithium und Graphit

### 🌀 Ziel des Verfahrens

Im Rahmen des BMU-geförderten Projekts MERCATOR entwickelte ein Konsortium aus Wissenschaft und Industrie – darunter die ACCUREC-Recycling GmbH – einen Prozess zur optimierten Rückgewinnung von Lithium und Graphit beim Recycling von Lithium-Ionen-Batterien (LIB). Nach der Entwicklung im Labor soll das Verfahren ab August 2021 im industriellen Maßstab in Kooperation mit einem Großunternehmen in NRW getestet werden – mit dem Ziel, erstmalig größere Entsorgungskapazitäten zu schaffen.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

Im Projekt wurde ein mehrstufiges Verfahren entwickelt. Zunächst erfolgt die Demontage der Speicher zu einzelnen Batteriezellen, die dann einem Pyrolyseprozess zugeführt werden. Der Prozess wurde im Projekt optimiert, sodass die hervorgerufenen Zustandsänderungen einzelner Materialien anschließend eine möglichst vollständige Trennung und Extraktion zulassen. Nach einer mechanischen Sortierung erfolgt eine chemische Behandlung, um die Löslichkeit einzelner Stoffe weiter zu steigern, beispielsweise durch das Karbonisieren von Lithium zu Lithiumcarbonat. Anschließend können die zurückgewonnenen Materialien weiterverarbeitet werden.



© Institut für Unternehmenskybernetik e.V.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die Verfahrensinnovation aus dem MERCATOR-Projekt ermöglicht beim LIB-Recycling erstmals die Rückgewinnung von Lithium im industriellen Maßstab, was bislang lediglich für einige Materialien wie Cobalt und Nickel möglich war. Da durch das Wachstum des Elektromobilitätssektors die Menge der zu recycelnder Speicher stark ansteigen wird, bestehende Recyclingverfahren und -kapazitäten bisher jedoch nicht auf die prognostizierte Nachfrage vorbereitet sind, leistet das Projekt MERCATOR einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenwende – auch auf dem europäischen und internationalen Markt.

Im August 2021 wurde die erste Anlage der FFB, eine Misch- und Beschichtungsanlage, im Reinraum des AlexProWerks in Münster in Betrieb genommen. Weitere Gebäude und Anlagen folgen, bis eine vollständig funktionsfähige Forschungsfabrik entstanden ist.

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT leitet den Aufbau und zukünftig den Betrieb der FFB. Das Projekt wird vom BMBF und vom Land NRW gefördert. Unter zahlreichen Partnern befinden sich weitere Fraunhofer-Institute, das MEET der Uni Münster und der PEM-Lehrstuhl der RWTH Aachen.

#### Weitere Informationen:

[www.forschungsfertigung-batteriezele.fraunhofer.de](http://www.forschungsfertigung-batteriezele.fraunhofer.de)

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Bernd Friedrich (RWTH Aachen)

**Projektpartner** ACCUREC-Recycling GmbH - Deutschland, CTG GmbH - Deutschland, UVR-FIA GmbH - Deutschland, Öko-Institute e.V. - Deutschland, Ford AG - Deutschland SQM S.A. – Belgien

## Effizienz-Agentur NRW

Die Effizienz-Agentur NRW (EFA) arbeitet im Auftrag des NRW-Umweltministeriums. Als Partner gibt sie Industrie und Handwerk in NRW Impulse für ein ressourceneffizientes Wirtschaften und begleitet die Umsetzung. Hierbei unterstützt sie Unternehmen mit der Ressourceneffizienz-Beratung, ihre Produkte und Prozesse ressourcenschonender zu gestalten und somit Umweltbelastungen und Kosten zu reduzieren.

Auf diese Weise können die Unternehmen einen entscheidenden Beitrag zur Circular Economy leisten, denn Strategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz sind zentrales Thema und Voraussetzung für eine Circular Economy. Nur durch den effizienten Einsatz von Ressourcen können Primärrohstoffe geschont sowie Stoffströme auf beherrschbare und damit auch verwertbare Mengen begrenzt und das wirtschaftliche Wachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppelt werden.

Dies ist genau der Ansatz, den die EU-Strategie der Circular Economy aufgenommen hat: vom Produkt ausgehend auf den Nutzungskreislauf zu schauen und die Nutzung von Ressourcen zu verbessern. Auf diese Weise werden sich neue Geschäftsmodelle, Verfahren, Prozesse und Produkte entwickeln; die Transformation zu einer ressourcenschonenderen Wirtschaftsweise wird vorangetrieben. Die Effizienz-Agentur NRW unterstützt produzierende Unternehmen auf diesem Weg, beispielsweise durch ihr Beratungsangebot ecodesign. Dieses fokussiert einen umfassenden Gestaltungsansatz, um die Umweltbelastungen von Produkten und Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu erfassen und Ansätze zur Vermeidung aufzuzeigen. Weitere Ansätze sind die Angebote zur Ressourcenschonung unter Nutzung digitaler Technologien #Ressourceneffizienz 4.0 oder die Treibhausgasbilanzierung #ecocockpit zur Erstellung des produktspezifischen Footprint (PCF).

**Weitere Informationen:** [www.ressourceneffizienz.de](http://www.ressourceneffizienz.de)



## Wachstums Kern



# Neue Rohstoffquellen für den Bausektor

Baustoffe haben eine große Ressourcenrelevanz: Mengenmäßig sind sie der größte Abfallstrom, gleichzeitig ist ihre Herstellung energieintensiv und für Werkstoffe wie Stahl und Zement für einen erheblichen Teil der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Weltweit ist die Nachfrage nach Baustoffen ungebremst hoch. Dabei zeichnet sich auf den Märkten eine Ressourcenverknappung ab. Zum einen wird diese aus wirtschaftlichen Interessen künstlich hervorgerufen, zum anderen ist sie durch die Endlichkeit von Rohstoffen natürlich bedingt. Das stellt die Branche vor die große Frage, wie bereits verbaute Materialien wiederverwendet werden können. Im Kontext von „Urban Mining“ beispielsweise beschäftigen sich Akteurinnen und Akteure aus NRW derzeit mit den Potenzialen einer zirkulären Baubranche.

Beim Thema Baustoffrecycling stellen einige Werkstoffe eine besondere Herausforderung dar: Verbundwerkstoffe sind aus mehreren Werkstoffen zusammengesetzt, um deren positive Eigenschaften zu verbinden. In den letzten Jahr(zehnt)en ermöglichte ihr Einsatz wichtige Errungenschaften in der Funktionalität und der Belastbarkeit von Bauteilen und Gebäuden. Das Produktlebensende von Verbundwerkstoffen wurde in der Vergangenheit dabei allerdings nicht oder nur wenig berücksichtigt. Zahlreiche Fragen sind noch zu klären, etwa welche Rückholssysteme oder Recyclingverfahren sich für Verbundwerkstoffe eignen oder welche Sekundäranwendungen eine niedrige Toxizität und damit Umweltbelastung gewährleisten. Dabei sollte der gesamte Produktlebenszyklus einbezogen werden. Der Kreislaufführung von Verbundwerkstoffen im Bauwesen widmet sich beispielsweise das Forschungskolleg Verbund.NRW:

### **Forschungskolleg Verbund.NRW**

Als eines von elf im Rahmen der Forschungsstrategie des Landes NRW geförderten Graduiertenkollegs befindet sich das inter- und transdisziplinäre Forschungskolleg Verbund.NRW, eine Kooperation zwischen der RWTH Aachen und der FH Münster, seit Anfang 2021 in der zweiten Runde.

Die Promotionsvorhaben im Kolleg beschäftigen sich mit Themen rund um eine nachhaltige und ressourceneffiziente Kreislaufführung von Verbundwerkstoffen im Baubereich. Verbundwerkstoffe und Verbundkonstruktionen wie Textilbeton, karbon- und glasfaserverstärkter Bauteile, Wärmedämmverbundsysteme oder intelligente Wandsysteme werden zunehmend eingesetzt. Durch ihre vorteilhaften Eigenschaften (unter anderem Funktionalität, Langlebigkeit, geringes Gewicht) können sie einerseits zur Einsparung von Ressourcen beitragen. Andererseits lassen sich die Wertstofffraktionen oft nicht mehr separieren und daher am Lebensende mit herkömmlichen Recyclingverfahren nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand zurückgewinnen. Bei der Umsetzung einer notwendigen Kreislaufführung im Bauwesen muss daher der Einsatz der Verbundsysteme kritisch hinterfragt und über den gesamten Lebenszyklus untersucht und bewertet werden.

In enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Gesellschaft werden im Forschungskolleg Verbund.NRW aktuelle Fragestellungen entlang des gesamten Lebenszyklus von Verbundbaustoffen aus den Blickwinkeln der Technik-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften betrachtet. Dies schließt unter anderem die Untersuchung von Aufbereitungs- und Recyclingprozessen sowie die Gestaltung recyclinggerechter Produkte sowie zirkulärer Geschäftsmodelle im Rahmen von Transfer-Labs mit ein.

**Weitere Informationen:** [www.verbund-nrw.de](http://www.verbund-nrw.de)

## NuKoS: Herstellung von Baustoffen aus Stahlwerksschlacken unter Bindung von CO<sub>2</sub>

### 🎯 Ziel der Innovation

Stahlwerksschlacken sind ein nichtmetallisches Begleitprodukt aus der Stahl- und Rohstahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen, LD-Konverter sowie in nachgeschalteten Aggregaten. Vor allem die feinkörnigen Fraktionen müssen bisher aufgrund der mangelnden Nutzungsmöglichkeiten deponiert werden. Das Elektrolichtbogen-Verfahren wird in Kombination mit der Direktreduktion zukünftig auch für die Stahlherstellung relevant sein, da es im Vergleich zur Herstellung im Hochofen deutlich weniger CO<sub>2</sub> emittiert. Im Forschungsprojekt NuKoS wurden Lösungen für die Nutzbarmachung dieser Schlacken entwickelt, die zusätzlich CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre binden. Besonders in der in NRW ausgeprägten Stahlindustrie werden somit nachhaltige Rohstoffquellen erschlossen – dies stellt einen wichtigen Schritt hin zu einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft dar.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die aufbereitete Schlacke wird mittels CO<sub>2</sub> aus Prozessgasen karbonisiert. Die entstandenen Carbonate können als Grundstoff für die Bauindustrie eingesetzt werden und Zement ersetzen, etwa in Pflastersteinen oder bei Schüttgütdämmungen. Weitere Anwendungen werden im Projekt erforscht. Dazu zählen beispielsweise der Einsatz in der Papier- und Kunststoffindustrie oder eine Aufschäumung der Schlacken mittels CO<sub>2</sub> zur Herstellung von Akustik- oder Wärmedämmstoffen.



© Jannik Armenat



© David Algermissen

### 🚩 Reifegrad der Innovation

Für Fertigbauteile wie Pflastersteine oder Schüttgütdämmungen wird von ersten Einsätzen im Laufe der kommenden zwei Jahre ausgegangen. Die Entwicklung für den Einsatz in der Kunststoff- oder Papierindustrie hingegen könnte sich noch über das laufende Jahrzehnt ziehen.

**Ansprechpartner** David Algermissen (FEhS – Institut für Baustoff-Forschung, Duisburg)

**Projektpartner** Fraunhofer UMSICHT (Oberhausen), LOESCHE Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Spenner GmbH & Co. KG (Erwitte), ThyssenKrupp MillServices & Systems GmbH, Robert Josef Wolf GmbH & Co.KG (Wilnsdorf/Siegen), Ruhrbaustoffwerke GmbH & Co. KG (Castrop-Rauxel), WAGRO Systemdichtungen Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Dortmund)

## SUMTEQ: Polystyrol-Hochleistungsdämmstoff aus Düren



© SUMTEQ GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die Bedeutung effektiver Wärmedämmung nimmt vor dem Hintergrund des Klimawandels stetig zu. Als Hochleistungsdämmstoff lässt sich Sumfoam mit einem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis als ressourceneffizientes Produkt besonders bei Bestandssanierungen im Gebäudebereich einsetzen. So findet das Schaumgranulat unter anderem Anwendung in Dämmputzsystemen sowie als lose Schüttung in zweischaligen Mauerwerken zur nachträglichen Dämmung. Mit einer Porengröße von weniger als 50 nm lässt sich der Nano-schaum ohne Performance-Verlust vermahlen. So lassen sich Produkte mit Sumfoam nach Rückbau flaken und wieder in neue Produktsysteme einbringen. Da das Thema Recycling bei SUMTEQ einen besonderen Stellenwert einnimmt, fokussiert sich das Unternehmen derzeit auf die Optimierung der Rückführbarkeit des Schaumes in den Materialstrom. Die Vermarktung des Hochleistungsdämmstoffs ist für 2022 geplant.

**Ansprechpartner** Dr. Alexander Müller (SUMTEQ GmbH)

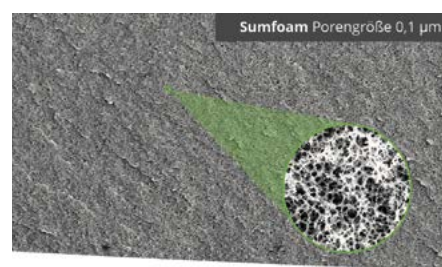
**Website** [www.sumteq.de](http://www.sumteq.de)

### 🕒 Beschreibung von Produkt und Verfahren

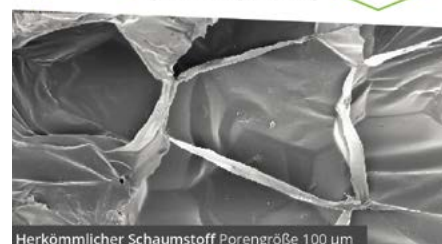
Die SUMTEQ GmbH hat den nanoporösen Polymer-schaum Sumfoam entwickelt, der im Vergleich zu herkömmlichen Dämmstoffen etwa die doppelte Dämmleistung erreicht. Dadurch wird der Materialeinsatz wesentlich reduziert. Der Produktionsprozess setzt sich aus drei wesentlichen Schritten zusammen: der Polymerisation, der Extraktion und der anwendungsspezifischen Vermahlung. Bei der Extraktion werden die von SUMTEQ hergestellten Acrylpolymere in einem Hochdruckreaktor aufgeschäumt. Das geschieht unter Einsatz eines klimaneutralen Treibmittels, das in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird und zu über 95 % wiederverwendet werden kann. Auf diese Weise ist die Produktion ressourceneffizient und Emissionen werden weitestgehend vermieden.



© SUMTEQ GmbH



gleiche Vergrößerung



© SUMTEQ GmbH



## Wachstumskern



# CO<sub>2</sub> als Rohstoff für die Kunststoffindustrie

Ob Leichtbau, Textilien, Waschmittel oder Medizinprodukte wie Spritzen – unzählige Bereiche unserer Gesellschaft sind auf „Plastik“, auf Polymere und deren Vorstoffe angewiesen. Die Herstellung der Vorprodukte für die Kunststoffindustrie basierte bisher vor allem auf Erdöl. Diese, in vielen Wirtschaftsbereichen und Anwendungen gefragte Ressource ist als fossile Quelle jedoch endlich. Aus diesem Grund werden vermehrt alternative Ausgangsstoffe für die Kunststoffindustrie gesucht.

Forschende aus NRW arbeiten derzeit an Verfahren, um Kohlenstoff aus CO<sub>2</sub> aus Industrieprozessen zu binden. Der Einsatz von CO<sub>2</sub> als Vorprodukt für die Kunststoffindustrie bietet nicht nur eine Alternative zu erdölbasierten Kunststoffen, sondern auch zu Biokunststoffen, die in der Regel auf Zuckern basieren und somit in Konkurrenz zur Nahrungswirtschaft stehen.

## CO2BioFeed: Kohlenwasserstoffe im Kreislauf halten



© RWE AG, Klaus Görden

### Reifegrad der Technologie

Das Forschungsvorhaben wird in einem groß angelegten Konsortium mit Partnern aus Indien und Deutschland (Ruhr-Universität Bochum, Parr Instrument und RWE Power) verfolgt. Im Labor werden gegenwärtig die reaktionstechnischen Größen der neu entwickelten Synthesekatalysatoren untersucht, die im nächsten Schritt von RWE Power in eine Pilotanlage umgesetzt werden.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Thomas Müller (Ruhr-Universität Bochum)

### Hintergrund

Fossile Ressourcen bzw. Kohlenwasserstoffe bilden derzeit den Ausgangsstoff für die Produktion von Kraftstoffen und Zwischenprodukten der chemischen Industrie. Beim Verbrennen von Kohlenwasserstoffen entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Trotz des Bestrebens der Dekarbonisierung wird es auch zukünftig auf Kohlenwasserstoffe basierende Produkte und Verfahren geben, da nicht überall der darin enthaltene Kohlenstoff substituiert werden kann. Im CO2BioFeed-Projekt wird der Frage nachgegangen, wie die benötigten Kohlenwasserstoffe nachhaltig gewonnen werden können.

### Funktionsweise des Verfahrens

Die Lösung stellt ein kreislaforientiertes Verfahren dar. Im Forschungsvorhaben CO2BioFeed wird CO<sub>2</sub> als Ausgangsstoff für weitere Produkte verwendet. Das benötigte CO<sub>2</sub> wird aus der Verbrennung entnommen und dann in wenigen Schritten über entsprechende katalytisch unterstützte Syntheseprozesse in Polymere bzw. Kunststoffe umgewandelt. Die Endprodukte sind in der Qualität höherwertiger als Rezyklate, da der Kunststoff neu, von CO<sub>2</sub>-Konversionsprodukten ausgehend, aufgebaut wird und nicht bereits einen kompletten „Lebenszyklus“ durchlaufen hat.

### Vorteile der Technologie

Das Verfahren ist umweltfreundlich, nachhaltig, führt zu keinen oder deutlich verringerten Emissionen an Treibhausgasen, vermeidet eine energieintensive Luftzerlegung und ist inhärent sicher. Zudem erfolgt die Energiezufuhr in Form von nachhaltig erzeugter Wärme an Stelle hoher Energiefreisetzung im konventionellen Vergleichsprozess.

## TRANSFORMATE: Herstellung von Biokunststoffen auf Basis von CO<sub>2</sub>

### 🌀 Ziel der Forschung

Die Herstellung von Biokunststoffen basiert derzeit hauptsächlich auf Basis von Zuckern, wodurch sie in Konkurrenz mit der Erzeugung von Nahrungsmitteln stehen. Das Projekt TRANSFORMATE entwickelt einen Prozess zur Herstellung von Biokunststoffen, in dem CO<sub>2</sub> aus Industrieprozessen als Rohstoff genutzt werden soll.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

CO<sub>2</sub> aus Industrieabgasen wird mit Wasser und erneuerbarem Strom per Elektrolyse zu Ameisensäure umgesetzt. Durch anschließende Beigabe von Bakterien werden Crotonsäure oder Biopolymere wie PHB erzeugt. Diese können in der Herstellung verschiedenster Kunststoffprodukte eingesetzt werden. Der von b.fab und den Verbundpartnern entwickelte Prozess bindet CO<sub>2</sub> aus Punktquellen und kann für die Herstellung verschiedenster Kunststoffe adaptiert werden.



© Thomas Richter

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Anstelle der Herstellung von Kunststoffen auf Basis petrochemischer Rohstoffe oder nachwachsender Rohstoffe, die in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion stehen, wird eine neue Rohstoffquelle genutzt. Das sonst in die Atmosphäre emittierte CO<sub>2</sub> wird gebunden und in den Kreislauf zurückgeführt. Das bereits patentierte Verfahren befindet sich derzeit in der Optimierungsphase und dürfte in ca. zwei bis drei Jahren vermarktet werden.

**Ansprechpartner** Dr.-Ing. Frank Kensy (b.fab GmbH)

**Projektpartner** Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam), Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (Potsdam), Universität Stuttgart, Ertel IonStream UG, Plinke GmbH (Bad Homburg), YNCORIS GmbH & Co. KG (Hürth) und die Dechema e.V. (Frankfurt am Main)

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-WIN Programms.

## Vorprodukte für die Kunststoffindustrie auf Basis von CO<sub>2</sub>: Aktivitäten bei Covestro



© Covestro Deutschland AG

### Das Polyol cardyon®

Es handelt sich hierbei um ein Produkt von Covestro, das bereits auf dem Markt gehandelt wird. Zur Herstellung des Polyols wird CO<sub>2</sub> als Rohstoff verwendet. Dadurch können bis zu 20 % des fossilen Erdöls in der Produktion eingespart werden. Polyole werden unter anderem zur Herstellung von Polyurethan-Schaumstoff genutzt. Daraus lassen sich beispielsweise Matratzen oder Elemente für Autoinnenräume herstellen. Ebenfalls am Markt sind Spezialkleber für Sportböden, die mit CO<sub>2</sub> hergestellt werden. Denkbar ist die Nutzung von CO<sub>2</sub> auch zur Herstellung von Schuhen, Dämmstoffen und Textilfasern.

**Ansprechpartner** Patrick Herrmann (Covestro AG, Corporate Messaging & Content)

**Projektpartner** ITA - Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen, FALKE KGaA

### Hintergrund

In der Kunststoffindustrie ist der Großteil der Grundstoffe konventionell erdölbasiert. Neue Prozesse machen das Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) allerdings als alternativen Rohstoff in der Produktion nutzbar. Das Unternehmen Covestro, mit Sitz im Rheinland und Produktionsstandorten in NRW, arbeitet gemeinsam mit wissenschaftlichen Partnern daran, Kohlendioxid als Alternative zu fossilen Rohstoffen für die chemische Industrie vielfältig nutzbar zu machen. Eine fossile Rohstoffquelle wird damit durch eine zirkuläre ersetzt, gleichzeitig wird CO<sub>2</sub> gebunden, anstatt es in die Atmosphäre zu entlassen. Der Werkstoffhersteller verfolgt damit die Erreichung eigener Nachhaltigkeitsziele, unterstützt aber auch die eigenen Kunden bei der Umstellung auf eine umwelt- und klimafreundlichere Produktion.

### F&E zu Textilfasern aus CO<sub>2</sub>-basiertem thermoplastischem Polyurethan (TPU)

In diesem F&E-Projekt wird die Verarbeitung von CO<sub>2</sub>-basiertem TPU zu elastischen Textilfasern untersucht. Das Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen hat dazu ein Schmelzspinnprozess entwickelt, mit dem durch erhebliche Lösemittelsparungen gegenüber herkömmlichen Prozessen wirtschaftlich attraktiv, elastische CO<sub>2</sub>-TPU-Filamente gesponnen werden können. Das Verfahren befindet sich derzeit noch im technischen Maßstab. Allerdings wurde mit dem Verfahren in Zusammenarbeit mit dem Textilhersteller FALKE eine Socke entwickelt und in Kleinserie industriell produziert. Anschlussprojekte zur Optimierung des Schmelzspinnprozesses und der Weiterentwicklung der CO<sub>2</sub>-TPU-Filamente zur Marktreife sind vorgesehen.

## CO<sub>2</sub> als Allrounder

Kohlendioxid kann teilweise Erdöl in der Kunststoffproduktion ersetzen



© Covestro Deutschland AG

### F&E zur Propen-Herstellung

Im Forschungsprojekt ProMet wird im Labor ein elektrochemisches Verfahren zur Herstellung von Methanol aus CO<sub>2</sub> entwickelt. Der dafür benötigte Strom soll zu 100 % aus erneuerbaren Energien stammen und damit die Methanolherstellung nachhaltiger machen. Methanol ist der Rohstoff für Propen, das im bereits etablierten Methanol-to-Propene (MTP) Prozess hergestellt wird. Das Projekt ProMet zielt damit auf die nachhaltigere Erzeugung zweier weltweit benötigter Basischemikalien ab, die auch bei der Polycarbonat- und Polyurethanherstellung bei Covestro zum Einsatz kommen. Neben den Forschungsarbeiten im Labor wird das Gesamtkonzept des Projektes ProMet aus ökonomischer und ökologischer Sicht bewertet. Das Projekt soll bis Ende 2023 abgeschlossen werden.



© Covestro Deutschland AG

#### **Projektleitung/ Kontakt**

Dr. Katja Weichert (Covestro AG)

#### **Projektpartner**

RWTH Aachen, Ruhr-Universität Bochum, AIR LIQUIDE Forschung und Entwicklung GmbH (Frankfurt/Main); FUMATECH BWT GmbH; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.; Universität Clausthal

## Wachstumskern



# Technologien für sauberes Wasser

Ob Grundwasser, Seen, Flüsse oder Meere – die Ressource Wasser wird durch Schwermetalle aus dem Straßenverkehr, industrielle Abwässer oder den Plastikkonsum der modernen Industriegesellschaft stark belastet. Mikroplastik stellt in diesem Kontext eine zentrale Herausforderung dar, die immer mehr politische Aufmerksamkeit erlangt. Als Abrieb von Autoreifen, Bestandteil von Kosmetika, beim Waschen von Textilien oder aus industriellen Prozessen freigesetzt, gelangt Mikroplastik in die Flüsse und ins Meer. Plastikabfälle haben in den Ozeanen zudem bereits riesige „Müllstrudel“ gebildet, die sich zu immer kleineren Partikeln zersetzen. Durch Meerestiere aufgenommen, gelangt Mikroplastik in die Nahrungskette – und gelangt wieder zum Menschen zurück.

Forschende sowie Unternehmen aus NRW entwickeln Techniken und Verfahren zum Schutz und der Reinigung der lebenswichtigen Ressource. Hierzu zählen Lösungsansätze, um Plastikabfälle und Mikroplastik aus Gewässern herauszufiltern. Weitere Akteurinnen und Akteure beschäftigen sich mit der Einsparung von Wasser in industriellen Prozessen – denn je weniger Wasser wir verschmutzen, desto weniger müssen wir im Anschluss von Mikroplastik, Chemikalien und Schwermetallen befreien.

## Forschungsprojekt NUAGE: Rückhaltung von Schwermetallen durch Geoverbundstoffe in der Verkehrsflächenentwässerung

### 🌀 Ziel der Innovation

Das Forschungsprojekt der FH Münster entwickelt eine Lösung zur Absorption von Schadstoffen aus Ölen, Abgasen und Reifenabrieb, die dezentral an Fahrbahnrändern eingesetzt werden kann und bei fehlender Kanalisation den Eintrag ins Grundwasser verhindert. Hierzu werden Geo-Verbundstoffe getestet, die zur Absorption der Schadstoffe beispielsweise Polymerverbindungen oder Aktivkohleschichten enthalten. Während die Schadstoffe absorbiert werden, kann gereinigtes Wasser durch den Geo-Verbundstoff im Boden versickern.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Aufgrund neuer gesetzlicher und gesellschaftlicher Anforderungen wird eine Reinigung von Niederschlagswässern an hochbelasteten Verkehrsflächen für Kommunen, Kreise und Land besonders im dicht besiedelten NRW an Bedeutung gewinnen. Da das Verfahren dezentral und ohne Verrohrungs- oder Kanalsystem auskommt, stellt es eine vergleichsweise kostengünstige und flexibel einsetzbare Lösung zur Reinigung der Ressource Wasser dar. Um eine Trennbarkeit der verschiedenen Komponenten beim Rückbau zu gewährleisten, sollen die Geoverbundstoffe möglichst modular aufgebaut werden. So sollen schadstoffhaltigen Komponenten sicher entsorgt und nicht kontaminierte Bestandteile zurückgewonnen werden können.



© Tim Schulte-Uebbing, FH Münster, FB BAU

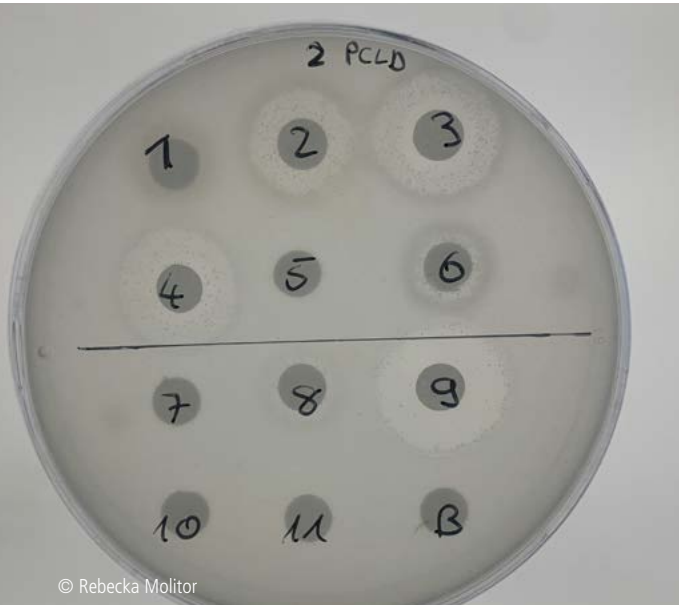
### 🚩 Reifegrad des Projekts

Erste Einsätze des Verfahrens für die Verkehrsflächenentwässerung könnten bereits im Laufe des Jahres 2022 realisiert werden.

**Ansprechpartner** Prof. Dr.-Ing. Frank Heimbecher, Dr.-Ing. Sabine Flamme (FH Münster)

**Projektpartner** HUESKER Synthetic GmbH

## PlastiSea: Plastikfressenden Bakterien auf der Spur



© Rebecka Molitor

### Anwendung

Die Ergebnisse von PlastiSea und themenverwandter Forschungsvorhaben an Land fließen unter Verwendung von Multiplattform-Expressionstechnologien in eine umfangreiche Sammlung plastikaktiver Enzyme ein. Im nächsten Schritt gilt es, konkrete Anwendungsszenarien für die innovativen biotechnologischen Prozesse in Machbarkeitsstudien zu überprüfen. Die Kooperationspartner der RWTH Aachen planen, die Enzyme mit Ankerpeptiden zu koppeln und sie auf Oberflächen hinsichtlich ihrer Bindeeigenschaften zu untersuchen. Denkbar wäre, die Mikroorganismen oder deren Produkte in Klärwerken einzusetzen, um Mikroplastik aus den Abwässern zu filtern und die damit verbundene Umweltbelastung zu reduzieren.

**Ansprechpartnerin** Rebecka Molitor (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf), Ute Hentschel Humeida (GEOMAR Kiel)

**Projektpartner** GEOMAR Kiel (Koordinator), Universität Hamburg, RWTH Aachen, Christian-Albrechts-Universität Kiel

**Website** [www.geomar.de/forschen/fb3/fb3-ms/projekte/plastisea/](http://www.geomar.de/forschen/fb3/fb3-ms/projekte/plastisea/)

**Fördermittelgeber** Bundesministerium für Bildung und Forschung

### Hintergrund

Derzeit werden pro Jahr 359 Millionen Tonnen Kunststoffe jährlich weltweit produziert. Ein nicht unerheblicher Anteil davon gelangt zum Beispiel über Flüsse ins Meer, was bereits zur Bildung riesiger Müllstrudel in den Ozeanen geführt hat. Im Jahr 2016 entdeckten japanische Forscherinnen und Forscher Bakterien, die in der Lage sind, sich auf der glatten Oberfläche von Plastikflaschen anzusiedeln und sich von diesen zu ernähren. Inwieweit Bakterien zukünftig dafür genutzt werden können, „wilden Müll“ zu verstoffwechseln, wird nun von einem Team der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in Zusammenarbeit mit Projektpartnern aus ganz Deutschland untersucht.

### Vorgehen

Als Teil des GEOMAR-Teams war die Doktorandin Rebecka Molitor sechs Wochen lang auf dem Forschungsschiff „Sonne“ in Richtung des nordatlantischen Müllstrudels südlich der Azoren unterwegs. Aus Proben vom Meeresgrund sollten Bakterien identifiziert werden, die sich in ihrer Lebensweise an die mit Plastik vermüllte Umgebung angepasst haben und Kunststoffe verstoffwechseln und trennen können. Die Eigenschaften der Mikrolebewesen werden danach im Labor untersucht. Es konnte bereits festgestellt werden, dass die Meeresbakterien „*Pseudomonas aestusnigri*“ in der Lage sind, kunststoffabbauende Enzyme zu produzieren. Da sich die Bakterien wahrscheinlich nicht unter Laborbedingungen vermehren lassen, gilt es im nächsten Schritt die Gensequenzen in deren DNA zu isolieren, die für den Abbau von Kunststoff verantwortlich ist.



## Einsparung und Ersatz von Wasser und Chemikalien bei der Lederproduktion durch Einsatz von verdichtetem CO<sub>2</sub>

### 🌀 Ziel der Innovation

Bei der Lederherstellung fallen im konventionellen Prozess erhebliche Mengen an belasteten Abwässern an, deren Reinigung teuer ist. Fraunhofer UMSICHT entwickelt in enger Kooperation mit der Lederindustrie Verfahren, die durch die Verwendung verdichteten Kohlendioxids eine Reduzierung des Chemikalieneinsatzes und der Abwasserbelastung bei der Herstellung von Leder ermöglichen. Mit dem bereits entwickelten CleanTan-Prozess können qualitativ hochwertige Leder bei einer signifikanten Reduzierung der Gerbstoffmenge und vollständiger Vermeidung von chrombelastetem Abwasser produziert werden. In einem aktuellen Forschungsvorhaben in Kooperation mit der Lederfabrik Thomas Heinen aus Wegberg wird bis Mitte 2022 ein weiteres Verfahren zur wasserfreien Färbung von Leder entwickelt. Die Verfahren können die Nachhaltigkeit von Leder bei reduzierten Kosten für Gerbstoffe, Farbstoffe und aufwendige Abwasseraufbereitungen steigern.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

Anstatt übermäßig Chrom (Gerbung) und Farbstoffe (Färbung) unter hohem Wassereinsatz in das Leder einzubringen, werden bei der Gerbung nur so viel Gerbstoff und Wasser verwendet, wie es in einen Hochdruck-Autoklav von mit CO<sub>2</sub> beaufschlagtem Leder aufgenommen werden kann. Bei der Färbung substituiert verdichtetes CO<sub>2</sub> Wasser als Lösemittel für Farbstoffe vollständig. Die Farbstoffe werden dabei über die CO<sub>2</sub>-Phase in das Leder transportiert. Am Prozessende nach der Druckentlastung fallen überschüssige Farbstoffe pulverförmig aus und gelangen nicht ins Abwasser.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Durch die neuartigen Verfahren kann die Nutzung von Gerbstoff um 40 % und die Ressource Wasser im Gerbprozess erheblich reduziert werden. Bei der Färbung wird Wasser gänzlich substituiert. Aus Industrieprozessen emittiertes CO<sub>2</sub> sowie überschüssige Farbstoffe können nach der Verwendung im Autoklav wiederverwendet werden.



© Fraunhofer UMSICHT

### 🚩 Reifegrad des Projekts

Der innovative Gerbprozess ist bereit für die großtechnische Umsetzung. Für den Färbprozess wird von einer weiteren Entwicklungszeit von ca. 1,5 Jahren bis zur großtechnischen Einsatzbereitschaft ausgegangen.

**Ansprechpartner** Michael Prokein/Nils Mölders (Fraunhofer UMSICHT)

**Projektpartner** Lederfabrik Josef Heinen GmbH & Co KG, Wegberg

## SimConDrill: Innovative Filtermodule für die Abscheidung von Mikroplastik aus Abwasser



### Reifegrad der Innovation

Bisher wurden zwei Testfilter gefertigt und im Labor untersucht. Bis zum Projektende 2021 erfolgt der Test des Prototyps in einer Kläranlage. Ein Folgeprojekt soll die wirtschaftliche Fertigung des Filters optimieren. Neben der Anwendung in Kläranlagen, ist eine zukünftige Anwendung des Filters für industrielle Abwässer, die besonders viel Mikroplastik enthalten, aber auch für Privathaushalte denkbar.

**Ansprechpartnerin** Andrea Lanfermann (Fraunhofer ILT), Georg Klass Jun. (Filtertechnik Georg Klass)

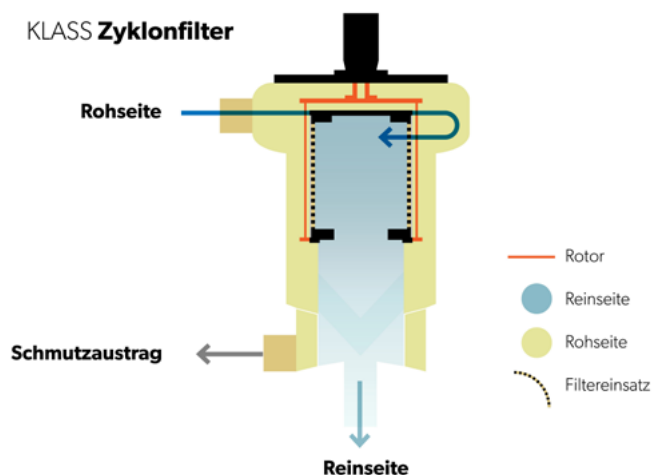
**Projektpartner** Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen; Filtertechnik Georg Klass, Türkenfeld; LaserJob GmbH, Fürstenfeldbruck; Lunovu GmbH, Herzogenrath; OptiY GmbH, Estenfeld

### Ziel der Innovation

Nur 99 % der in Abwässern enthaltenen Plastikmasse können derzeit von Kläranlagen entfernt werden. Die verbleibenden 1 % enthalten insbesondere kleiner als 63 Mikrometer feines Mikroplastik, welches von bisher verwendeten Filtersystemen nicht erfasst wird und somit ungehindert in die Wasser- und Ökosysteme gelangt.

### Funktionsweise des Verfahrens

Im Projekt SimConDrill fließen zwei Innovationen zusammen: das Ultrakurzpulslaserverfahren vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen und der Zyklonfilter mit Selbstreinigungsfunktion der Firma Georg Klass Filtertechnik aus Türkenfeld. Im Rahmen des Projektes wurde das Ultrakurzpulslaserverfahren für die Anwendung im Mikroplastikfilter optimiert. Mit Laserpulsen im Pikosekundenbereich wird eine Filterfolie aus Metall gefertigt (Porengröße: zehn Mikrometer). Diese wird zylindrisch in den Zyklonfilter integriert, sodass verschmutztes Wasser im äußeren Bereich abgeschieden wird. Der ursprünglich für die Wasserrückgewinnung bei Kanalspülwagen entwickelte Zyklonfilter zeichnet sich durch einen Rotor im Inneren aus, der zugesetzte Löcher mittels Unterdruck wieder freilegt.



© Fraunhofer ILT, Aachen

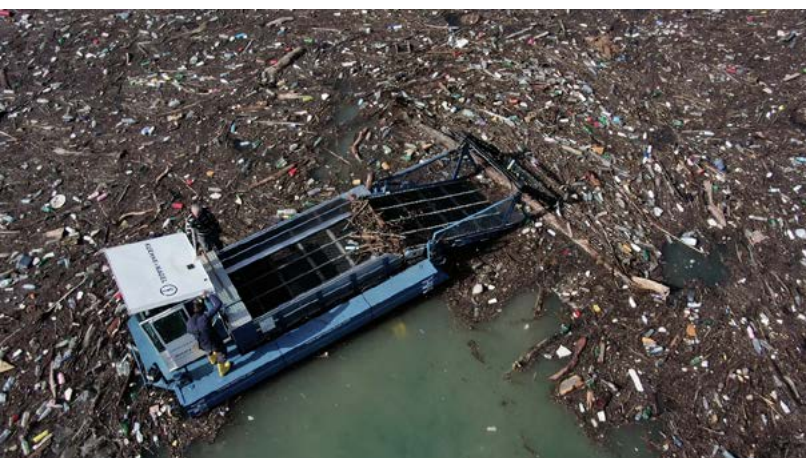
## Das Müllsammelboot CollectiX

### 🎯 Ziel der Innovation

Die Initiative von everwave, der Berky GmbH und des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) hat sich zum Ziel gesetzt, mithilfe von Müllsammelbooten und weiteren Innovationen einen Beitrag dazu zu leisten, den Kreislauf der Ressource Plastik zu schließen. Das hohe Plastikaufkommen in Ozeanen wird hierbei dadurch reduziert, dass Müllsammelboote Plastikabfälle bereits aus Flüssen, Seen und Staudämmen sammeln, bevor diese ins Meer gelangen. Das Plastik wird analysiert und anschließend wiederverwendet, um aufzuzeigen, dass Plastik eine wertvolle Ressource ist und als solche verantwortungsvoll genutzt werden sollte.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Müllsammelboote von CollectiX können pro Tag ca. 20 Tonnen (Plastik-)Müll einsammeln. Durch den Einsatz von Drohnen können Müllansammlungen lokalisiert und zielgerichtet aufgenommen werden. Die Art und Zusammensetzung des gesammelten Mülls werden mithilfe des Einsatzes künstlicher Intelligenz analysiert. Über die Datenauswertung kann Wissen über den Ursprung und die Verteilung des ungewünschten Treibguts in den Flüssen gewonnen werden. Nach einer Sortierung wird das Plastik durch kooperierende Unternehmen und Initiativen recycelt oder geupcycelt und damit zurück in den Kreislauf geführt.



© Everwave GmbH



© Everwave GmbH

### 🚩 Reifegrad der Innovation

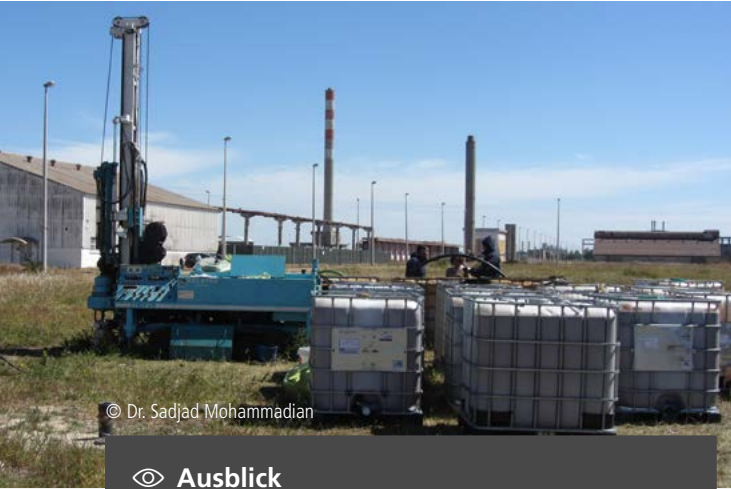
CollectiX Müllsammelboote wurden nach erfolgreichen Testversuchen erstmals im Sommer 2020 eingesetzt. Bei drei Einsätzen in der Slowakei, Bosnien und Herzegowina und Serbien wurden insgesamt 145.000 kg Müll gesammelt.

**Ansprechpartnerin** Marcella Janina Hansch, Dr. Tilman Peter Flöhr (everwave)

**Projektpartner** Berky GmbH, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

**Webseite** [www.garbage-boat.com](http://www.garbage-boat.com)

## ColFerroX: Unterirdischer Schwermetallfilter zur Eindämmung von Kontaminationen



© Dr. Sadjad Mohammadian

### 👁️ **Ausblick**

Das Verfahren wird ebenfalls zur Immobilisierung von Cyaniden und zur Förderung des mikrobiellen Abbaus von aromatischen Kohlenwasserstoffen angewendet. Eine Anwendung als Flockungsmittel für Industrieabwässer wird gerade pilotiert. Das Unternehmen forscht aktuell daran, die Nanopartikelbarrieren im Grundwasser zu regenerieren, um die Schwermetalle aus dem Grundwasserleiter entfernen und entsorgen zu können.

**Ansprechpartnerin** Frau Dr. Beate Krok (CEO, ColFerroX GmbH)

**Website** [www.colferrox.de](http://www.colferrox.de)

### 🎯 **Ziel der Innovation**

Schwermetallkontaminationen in Böden stellen eine Gefahr für Mensch und Umwelt dar. Sie entstehen zum Beispiel in Industrieabwässern, Bergbauabfällen oder Düngemitteln und können über das Grundwasser zu Trinkwasserverunreinigungen führen. Die ColFerroX GmbH, ein Start-up Unternehmen aus Mülheim an der Ruhr, hat ein innovatives Verfahren entwickelt, um dieser Herausforderung zu begegnen und die Schwermetalle unterirdisch – dort wo sie anfallen – zu immobilisieren.

### ✅ **Verfahren**

Eisenoxid-Nanopartikel werden in den Grundwasserleiter injiziert. Wie eine Flüssigkeit lassen sie sich über einen Radius von mehreren Metern verteilen. In Kontakt mit Grundwasser und Sediment fallen die Nanopartikel innerhalb weniger Tage aus und überziehen das Sediment. Anschließend binden sie die Schwermetalle, während das Grundwasser weiter fließen kann. Die Barriere hat eine Standzeit von etwa 20 Jahren. Da ihr Platzbedarf im Porenraum sehr gering ausfällt, können dann erneut Eisenoxide injiziert werden.

# Perspektiven der Nachhaltigen Bioökonomie

## Was steckt dahinter?

**Der Grundgedanke der Bioökonomie ist es, biologische Ressourcen und Verfahren effizient zu nutzen, um die Abhängigkeit der Wirtschaft von fossilen Rohstoffen zu verringern. Unter biologischen Ressourcen werden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen zusammengefasst, aber auch die Orientierung von Verfahren an natürlichen Stoffkreisläufen ist Teil einer biobasierten Wirtschaft.**

Um die Jahrtausendwende etablierte sich erstmals das Konzept der integrierten Nutzung des Wissens über biologische Ressourcen und Prozesse, damals noch unter dem Schlagwort der wissensbasierten Bioökonomie. Seitdem haben sich die Inhalte stetig ausdifferenziert. Die gängigsten Strategien orientieren sich heute an den Sustainable Development Goals, den globalen Nachhaltigkeitszielen. Die Bundesregierung setzte dieses korrespondierend in der 2020 veröffentlichten Nationalen Bioökonomiestrategie mit zwei Leitlinien um:

**1.** Mit biologischem Wissen und verantwortungsvollen Innovationen zu einer nachhaltigen, klimaneutralen Entwicklung.

**2.** Mit biogenen Rohstoffen zu einer nachhaltigen, kreislauforientierten Wirtschaft.

Diese Leitlinien mit den entsprechenden Zielen<sup>1</sup> rücken die nachhaltige Bioökonomie ins Zentrum der Ressourcenwende.

*„Der Umbau auf nachhaltiges Wirtschaften ist eine Generationenaufgabe, die die gesamte Gesellschaft betrifft.“*  
Prof. Dr. Ulrich Schurr, Forschungszentrum Jülich und Initiator von BioökonomieREVIER

<sup>1</sup> (1) Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln, (2) Potenziale der Bioökonomie innerhalb ökologischer Grenzen erkennen und erschließen, (3) Biologisches Wissen erweitern und anwenden, (4) Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausrichten, (5) Deutschland zum führenden Innovationsstandort der Bioökonomie ausbauen, (6) Gesellschaft einbinden, nationale und internationale Kooperationen intensivieren.

### bio innovation park Rheinland e.V.

Zwischen Meckenheim und Rheinbach, im Rhein-Sieg Kreis, haben neben international renommierten Unternehmen auch viele mittelständische Familienbetriebe ihren Sitz. Diese landwirtschaftlich starke Region wird neben der Nähe zur Universität Bonn, der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und der Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft mit Forschung und Lehre auch durch die Produktion von Primärrohstoffen interessant.

Gemeinsam mit den Kommunen Meckenheim und Rheinbach hat der bio innovation park Rheinland (bioIP) ein tragfähiges Netz aus Wirtschaft und Wissenschaft geknüpft. Das Netzwerk sorgt dafür, dass auch in Zukunft sowohl die natürlichen Ressourcen als auch die Wirtschaft in der Region weiterwachsen können. Die Mitglieder können im Rahmen des bioIP nachhaltige, bioökonomische Wege und grüne Technologien entwickeln und erproben. Auf diese Weise wird die Zusammenarbeit von vorhandenem praktischem Wissen und neuen Ideen gefördert, um innovative Lösungen für eine grüne Zukunft auf den Weg zu bringen.

Weitere Informationen: [www.bio-innovation.net](http://www.bio-innovation.net)

## NRW Netzwerke CLIB und BIO.NRW

In Nordrhein-Westfalen sind zwei Innovationsnetzwerke in der Bioökonomie wegweisend. Im Jahr 2007 wurde das damals vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte „**Cluster Industrielle Biotechnologie – CLIB**“ gegründet. Mittlerweile ist das Netzwerk ein internationales Open-Innovation-Cluster mit rund 100 Mitgliedern, bestehend aus Großunternehmen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), Start-ups, akademischen Instituten und Universitäten. CLIB steht seinen Mitgliedern als Berater, Innovationsscout und Informationsgeber in den Belangen der industriellen Biotechnologie zur Verfügung, um über Wertschöpfungsketten hinweg zu vernetzen und neue nachhaltige Möglichkeiten für Innovationen, Projekte und Geschäftsideen zu identifizieren.

**Weitere Informationen:** [www.clib-cluster.de](http://www.clib-cluster.de)

Im selben Zeitraum wurde **BIO.NRW** als offizielles Netzwerk für Biotechnologie des Landes NRW gegründet. Mit dem Fokusbereich **BIO.NRW.eco** widmet sich das Netzwerk den Themen Bioökonomie und nachhaltige Biotechnologie.

In NRW umfasst die Definition der Bioökonomie auch Themen aus dem Gesundheitsbereich, der in NRW neben dem Chemiesektor eine starke Tradition hat. Die Themen der Biopharmazie werden durch den Fokusbereich **BIO.NRW.red** abgedeckt. **BIO.NRW** vernetzt Unternehmen und Wissenschaft, fördert Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, unterstützt Start-ups und KMU und organisiert Veranstaltungen im Bereich Life Science.

**Weitere Informationen:** [www.bio.nrw.de](http://www.bio.nrw.de)

## Welches Potenzial bietet die nachhaltige Bioökonomie für Unternehmen?

Mit einer biobasierten Wirtschaft verbinden viele Menschen zunächst die Land- und Ernährungswirtschaft. Als Produzent von natürlichen Rohstoffen für menschliche und tierische Ernährung kommt der Landwirtschaft auch eine zentrale Rolle in der nachhaltigen Bioökonomie zu. Gleichzeitig erzeugt sie Biomasse für die Energiewirtschaft. Allerdings gehen die Produkte und Prozesse der Bioökonomie darüber hinaus. Für die in Nordrhein-Westfalen starke Chemieindustrie sind Erdöl, Erdgas und Kohle die wichtigsten Rohstoffe – mit den bekannten negativen Umweltfolgen. Um sich nachhaltig und zukunftssicher aufzustellen, arbeiten immer mehr Unternehmen an Plattformchemikalien aus nachwachsenden Quellen, die identische Eigenschaften wie die konventionellen erdölbasierten aufweisen.<sup>2</sup> Auch die industrielle Biotechnologie, die sich Mikroorganismen oder Biokatalysatoren zunutze macht, ist auf dem Vormarsch. Das zeigen auch die in diesem Innovationsradar vorgestellten Projekte und Gründungen.

Ein weiterer Anwendungsbereich ist die Textilindustrie: Der globale Textilbedarf lässt sich immer weniger durch Baumwolle decken und nach wie vor wird ein Großteil der Textilien in chemischen Prozessen hergestellt und behandelt. Innovationen von wijld (2019 von Umweltministerin Heinen-Esser mit dem Effizienz-Preis NRW ausgezeichnet) oder Oceansafe aus NRW zeigen, dass es auch anders geht. Sie ersetzen die chemischen Fasern beispielsweise mit Cellulose aus schnellwachsenden Gehölzen.

Die Chemie- und Textilindustrie sind nur zwei Beispiele für Branchen, in denen eine biobasierte Transformation begonnen hat. Klimawandel und Ressourcenknappheit sind die drängenden Herausforderungen unserer Generation. Unternehmen, deren Produktion überwiegend auf fossilen Grundstoffen aufbaut, müssen langfristige neue Strategien entwickeln, um am Markt bestehen zu bleiben. Auch das Umweltbewusstsein der Konsumentinnen und Konsumenten verändert sich, was zusätzlichen Druck auf die Industrie ausübt, sich nachhaltig aufzustellen. Die nachhaltige Bioökonomie bietet dabei Lösungsansätze für Unternehmen, die sich mit einer konsequenten Umstellung auf nachhaltige Rohstoffe und Produktions-

2 Chemie | Bioökonomie.de ([bioekonomie.de](http://bioekonomie.de))

prozesse zukunftssicher aufstellen möchten. Angesichts der steigenden Nachfrage nach nachhaltig produzierten Produkten bietet sich eine frühzeitige Umstellung an, um einen Wettbewerbsvorteil zu generieren.

### Vor welchen Herausforderungen steht die nachhaltige Bioökonomie

Die größte Herausforderung der nachhaltigen Bioökonomie besteht darin, Nutzungskonkurrenzen zu vermeiden bzw. aufzulösen. Da die nachhaltige Bioökonomie auf dem Einsatz biogener Rohstoffe basiert, ist sie auf deren Primärproduktion angewiesen. Die dadurch entstehende Nachfrage kann insbesondere angesichts der steigenden Weltbevölkerung zu Flächennutzungskonflikten mit der Nahrungsmittelproduktion führen. Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie muss die regionale Verfügbarkeit von Stoffströmen bedacht werden, wobei Kooperationen zwischen verschiedenen Industriezweigen besonders relevant sind. Beispielsweise können Nebenstoffströme aus der Landwirtschaft von einer biobasierten Chemieindustrie valorisiert werden. Es gilt, Anschlussstellen und Synergien zwischen den Industrien zu identifizieren und biogene Rohstoffe im Kreislauf zu halten.<sup>3</sup> Dazu gehört es auch, biobasierte Produkte abbaubar oder recyclingfähig zu gestalten, um die Rohstoffe gemäß einer Circular Economy über den Lebenszyklus hinaus nutzbar zu machen. Eine nachhaltige Bioökonomie setzt ausschließlich Rohstoffe ein, die nachhaltig produziert wurden.

Die Umstellung eines auf fossile Rohstoffe ausgelegten Wirtschaftssystems auf ein biobasiertes erfordert den Aufbau neuer Expertise. Eine Herausforderung besteht in der Integration technischer und biologischer Anforderungen an die Produktionsverfahren, wie beispielsweise beim Betrieb von Bioreaktoren. In diesen werden Mikroorganismen oder Zellkulturen gezüchtet, um daraus Pharmazeutika oder Bestandteile von Bioplastik zu produzieren. Der Betrieb eines solchen Bioreaktors erfordert allerdings die perfekte Kontrolle über verschiedene Parameter, wie Temperatur, Sauerstoffgehalt oder pH-Wert. Die benötigte Expertise aufzubauen, kann mitunter zeit- und kostenintensiv für Anlagenbetreiberinnen und -betreiber sein.

In der Chemieindustrie sind die meisten Anlagen dafür konzipiert, fossile Rohstoffe zu verarbeiten. Es bedarf mitunter völlig neuer Ausstattung, um biologische Materialien in den Produktionsprozess zu integrieren, wie in der Produktion und Verarbeitung von Bioplastik. Bioverfahrens- und Anlagentechnik rücken dadurch ins Zentrum der industriellen Transformation.

Während der bereits erwähnte Biokunststoff in einigen Bereichen erfolgreich verwendet wird, besteht in anderen weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf: So müssen für einen Einsatz in der Medizintechnik oder im Automobilbau Kunststoffe sehr spezifische Anforderungen hinsichtlich Wärmeformbeständigkeit oder Brandverhalten erfüllen. Hierzu müssen Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, nicht zuletzt aus Sicherheitsaspekten, zunächst auf das notwendige Qualitätsniveau gebracht werden.

Zuletzt besteht eine große Herausforderung der nachhaltigen Bioökonomie darin, eine erneut aufkeimende „Tank vs. Teller“-Problematik zu vermeiden. Für Rohstoffe, die von verschiedenen Bereichen der Bioökonomie nachgefragt werden, können insbesondere mit steigender Weltbevölkerung Nutzungskonflikte entstehen. Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie ist daher die Kooperation verschiedener Industriezweige besonders relevant. Beispielsweise können Nebenstoffströme aus der Landwirtschaft von einer biobasierten Chemieindustrie valorisiert werden. Es gilt, Anschlussstellen zwischen den Industrien zu identifizieren und biogene Rohstoffe im Kreislauf zu halten.<sup>4</sup>

### Warum bestehen gerade für NRW große Chancen, eine nachhaltige Bioökonomie erfolgreich umzusetzen?

Die nachhaltige Bioökonomie befindet sich in Nordrhein-Westfalen bereits auf dem Vormarsch: Bereits 2013 hat das Land eine Bioökonomiestrategie entwickelt. Teil der Strategie ist die Förderung des Bioeconomy Science Centers (BioSC), in dem verschiedene Forschungseinrichtungen bioökonomieorientiert interdisziplinär zusammenarbeiten (siehe dazu den Infokasten). Auch das durch den Braunkohleausstieg vom Strukturwandel betroffene Rheinische Revier hat die nachhaltige Bioökonomie als Transformationsmotor aufgegriffen. Mit der Initiative BioökonomieREVIER entsteht im Rheinischen Revier eine Modellregion für eine nachhaltige Wirtschaftstransformation mit internationaler Strahlkraft.

*„Wir wollen das Rheinische Revier zu einer weltweit sichtbaren Modellregion für nachhaltige Bioökonomie machen. Dazu wird es 2021 eine Regionalstrategie Bioökonomie geben, die Erfolg versprechende Entwicklungspfade aufzeigt und an der wir zurzeit gemeinsam mit den unterschiedlichen Beteiligten in der Region arbeiten.“*

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Forschungszentrum Jülich und Initiator von BioökonomieREVIER

<sup>3</sup> Bioökonomie in Deutschland (bmbf.de)

<sup>4</sup> Bioökonomie in Deutschland (bmbf.de)

In kaum einer anderen Region in Deutschland sind so viele für die nachhaltige Bioökonomie relevante Industriezweige ansässig wie in NRW. Dazu gehören die starke Pharma- und Chemieindustrie, der Maschinenbau sowie die Land- und Ernährungswirtschaft mit großen forstwirtschaftlichen Flächen als Produzentin biogener Rohstoffe. Das bevölkerungsstärkste Bundesland liefert in multi-zentrischen Ballungsräumen Rest- und Nebenstoffströme, die in einer zirkulären Bioökonomie genutzt werden können. Nicht zuletzt zeichnet sich NRW durch die hohe Bildungs- und Forschungskompetenz in für die nachhaltige Bioökonomie relevanten Bereichen aus.

*„Für die Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie in der Region ist die Generierung und eine disziplin- und fachübergreifende Verknüpfung von Wissen zur Entwicklung und Umsetzung neuer biobasierter Innovationen essenziell.“*

Dr. Heike Slusarczyk, Leiterin der Geschäftsstelle des Bioeconomy Science Center am Forschungszentrum Jülich

Die hohe Dichte und räumliche Nähe zwischen innovativen Unternehmen und Hochschulen bedeuten große Potenziale für die nachhaltige Bioökonomie in NRW. Ein Beispiel dafür, wie diese erfolgreich genutzt werden, ist der „bio innovation park Rheinland“.

## Bioeconomy Science Center – BioSC

Nordrhein-Westfalen hat im Bereich der Bioökonomie sowohl Forschungsexzellenz als auch ein bioökonomieorientiertes Industrieumfeld vorzuweisen. Um die hochrangige wissenschaftliche Expertise zu bündeln, gründeten die RWTH Aachen, die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHUD), die Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und das Forschungszentrum Jülich im Jahr 2010 das Bioeconomy Science Center – kurz BioSC. In einem systemischen, integrierten Ansatz verbinden die Partner Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung. Das Team arbeitet interdisziplinär an Themen wie der nachhaltigen Produktion von Pflanzen als Nahrungs- und Futtermittel sowie als erneuerbaren Rohstoffen, neuen bio-/chemokatalytischen und biotechnologischen Methoden und Prozessen zur Umsetzung von nachwachsenden Rohstoffen in Wertstoffe, wie zum Beispiel Feinchemikalien, Proteine, Enzyme, Biopolymere und Biokraftstoffe. Darüber hinaus werden integrierte, modulare Bioraffineriekonzepte entwickelt. Fragen der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit, ökologischen Verträglichkeit und gesellschaftlichen Akzeptanz einer biobasierten Wirtschaft sind weitere Forschungsbereiche des Verbundes. Das Konzept einer nachhaltigen Bioökonomie, verbunden mit einem disziplinübergreifenden Verständnis, fließen mit den gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnissen in die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs in den BioSC-Partnereinrichtungen ein.

Im Rahmen des vom Land NRW mit rund 58 Millionen Euro geförderten NRW-Strategieprojekts BioSC werden sowohl kleinere Forschungsprojekte zu explorativen Themen mit einer Laufzeit von 12 bis 24 Monaten über Seed-Funding als auch dreijährige größere multidisziplinäre Verbundprojekte wie FocusLabs oder Boost-Fund-Projekte durchgeführt. Zudem werden Studien und White Paper zu verschiedenen, für die Bioökonomie relevanten Fragestellungen erstellt. Im Rahmen wissenschaftlicher Veranstaltungen findet ein intensiver Austausch mit Academia und Wirtschaft statt. Ebenso wird der gesellschaftliche Dialog zur Bioökonomie in öffentlichen Veranstaltungen und alltagsnahen Ausstellungen befördert.

Koordiniert wird das BioSC durch ein Geschäftsführendes Direktorium (GD) in Verbindung mit einer eigenen Geschäftsstelle. Die Entwicklung des BioSC wird durch einen wissenschaftlichen Beirat unterstützt. Aktuell umfasst das BioSC ca. 1900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus mehr als 65 Mitgliedsinstituten der vier Partnereinrichtungen.

**Weitere Informationen:** [www.biosc.de](http://www.biosc.de)



## Wachstumskeim



# Nachwachsende Rohstoffe

Bei dem verstärkten Einsatz nachwachsender pflanzlicher Rohstoffe stellt sich häufig die Frage der Nutzungskonflikte: Werden die Pflanzen für die menschliche und tierische Lebensmittelproduktion eingesetzt oder für die stoffliche Nutzung? Zudem wird für die Produktion von Biomasse agrarwirtschaftliche Fläche benötigt, was im Falle großflächiger Monokulturen zu erheblichen Umweltbelastungen und Biodiversitätsverlusten führen kann. Als wahre Alternative zu fossilen Rohstoffen bieten pflanzliche Rohstoffe jedoch in vielen Anwendungsbereichen die Chance, das Klima zu schützen.

Verschiedene Akteurinnen und Akteure in NRW arbeiten an Lösungen, mit denen pflanzliche Rohstoffquellen nutzbar gemacht werden können, ohne der Umwelt und der Biodiversität zu schaden. Ein Beispiel sind kreislauffähige Produkte aus Naturfasern und Grundstoffen für die Pharma-, Agrar- und Chemieindustrie. Die vorgestellten Vorhaben zeigen, wie Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Bioökonomie aussehen können.

## greenRelease: Mit der Ankerpeptid-Technologie zu mehr Pflanzenschutz



© iStock.com/tongmeter

### + Einsatz der Technologie

Das Projekt greenRelease hat gezeigt, dass die Technologie einen Regenschutz für Äpfel und Zuckerrüben bietet, aber auch auf weitere Pflanzen ausgeweitet werden kann. Die zentrale Ankerpeptid-Technologie kann darüber hinaus auch in weiteren Branchen und Fragen der Ressourcenwende Anwendung finden. Ein Beispiel hierfür ist der Schutz von biobasierten Fasern für die Textilwirtschaft (siehe BioCoat im Wachstumskern Nachhaltige Textilien).

**Ansprechpartner** Dr. Felix Jakob (DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien) und Prof. Dr. Ulrich Schwaneberg (RWTH Aachen)

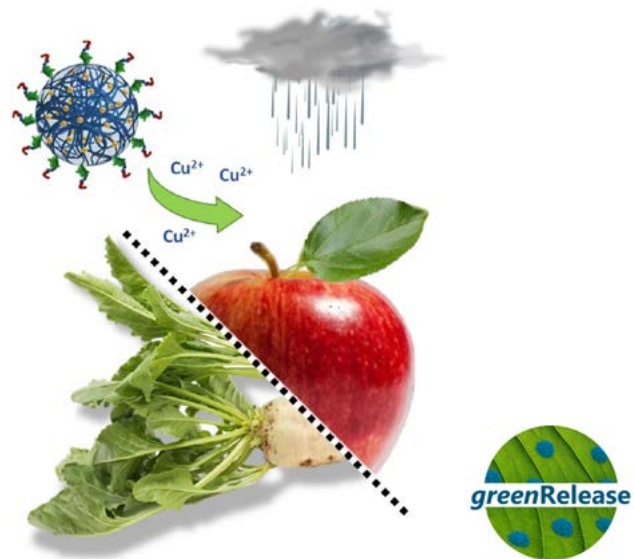
**Webseite** [www.biosc.de/greenRelease](http://www.biosc.de/greenRelease)

### 🎯 Ziel der Innovation

Der Regen ist gut für Pflanzen, aber schlecht für Pflanzenschutzmittel, da diese sich abwaschen und in den Boden und das Grundwasser sickern. Viele Pestizide haften nicht an den Pflanzen und können diese nicht ausreichend schützen. Im Projekt greenRelease stand die Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und Biodiversität durch den Einsatz einer innovativen Technologie für den Pflanzenschutz im Vordergrund. Ziel war es, den Einsatz von Fungiziden und Herbiziden deutlich zu reduzieren.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Forscherinnen und Forscher im Projekt greenRelease entwickelten 2018 erfolgreich Mikrogel-Container zur Freisetzung von Wirkstoffen und identifizierten blattbindende Ankerpeptide als Haftmittel an den Pflanzen. In den Feldversuchen 2020 konnte das interdisziplinäre Team aus Forscherinnen und Forschern aus den Bereichen Biotechnologie, Polymerchemie, Pflanzenwissenschaft, Mikrobiologie und Ökonomie zeigen, dass ihre Technologie einsatzfähig ist. Mittels dieser kann der Einsatz von Fungiziden um das Dreifache reduziert werden. Unter kontrollierten Bedingungen konnten die Forscherinnen und Forscher einen Regenschutz mit 40-fach reduzierter Pestizidmenge nachweisen.



© Dr. Caspar Langenbach &amp; Dr. Alexander Töpel

## PAPACKS: Kreislauffähige Verpackungs- und Transportlösungen – Faserstoff ersetzt Plastik

### 🎯 Ziel der Innovation

Ein Großteil der momentan verwendeten Transport- und Nutzverpackungen wird aus Plastik hergestellt. Diese konsequent stofflich zu recyceln, ist zwar technisch möglich, wird durch die Vielfalt der enthaltenen Farb- und Zusatzstoffe jedoch erschwert und daher nur punktuell umgesetzt. Das Unternehmen PAPACKS aus Köln stellt eine Alternative zu Plastikverpackungen her – die auch den hohen Anforderungen der Lebensmittel- und Pharmabranche gerecht wird und damit sowohl als Transport- als auch als kreislauffähige Primärverpackung im Konsumbereich eingesetzt werden kann.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Die Verpackungen von PAPACKS werden aus nachwachsenden Faserstoffen wie Zellstoff oder Industriehanf hergestellt. Die in Wasser gelösten Fasern werden durch einen Vakuum-, Press- und Trockenvorgang geformt. Die dafür eingesetzten Formteile werden mittels eines ebenfalls vom Unternehmen entwickelten 3D-Druck-Verfahren hergestellt und lassen sich im Vergleich zu herkömmlichen Metallformteilen relativ schnell herstellen und individuell anpassen.



© PAPACKS Sales GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

PAPACKS verwendet anstelle fossiler Rohstoffe nachwachsende Faserstoffe für die Herstellung seiner Produkte. Die Faserguss-Verpackungen sind bis zu 100 % recycelbar und/oder zu 100 % kompostierbar. Als nachwachsende und biologisch abbaubare Alternative können zentrale negative Umweltwirkungen von Plastikverpackungen vermieden werden, ohne bei der Funktionalität Abstriche zu machen.

**Ansprechpartner** Tahsin Dag (Geschäftsführer, PAPACKS)

**Webseite** [www.papacks.com](http://www.papacks.com)

## NUMAFERM: Biobasierte Herstellung von Peptiden



© vE&K Werbeagentur GmbH & Co. KG/ Numaferm GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Das von Dr. Christian Schwarz entwickelte Verfahren ist die erste verlässliche biologische Produktionsplattform für Peptide, unabhängig von deren Länge, Sequenz und Funktionalität. Seit der Unternehmensgründung 2017 wurden zahlreiche Kundenprojekte erfolgreich abgeschlossen, die Zeichen stehen auf weiterer Expansion.

**Ansprechpartner** Dr. Christian Schwarz (CEO, Numaferm GmbH)

**Webseite** [www.numaferm.com](http://www.numaferm.com)

### 🎯 Ziel des Projekts

Peptide sind Biomoleküle aus Aminosäuren, die aufgrund ihrer einzigartigen pharmazeutischen, antimikrobiellen oder adhäsiven Eigenschaften vielseitig eingesetzt werden, beispielweise in Medikamenten, funktionalen Beschichtungen, Bioziden oder medizinischer Kosmetik. Der aktuell vorherrschende Herstellungsprozess für Peptide, die chemische Synthese, ist allerdings sehr rohstoff- und kostenintensiv, was deren Einsatz limitiert. Das Start-up Numaferm aus Düsseldorf hat nun ein neues, rohstoff- und kosteneffizienteres Verfahren zur Peptid-Herstellung entwickelt – auf Basis speziell programmierter Mikroorganismen.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Der Mikroorganismus *E. coli* transformiert einfache Nährstoffe in Peptide. Dazu werden gängige *E. coli*-Stämme mit einem Sekretionssystem und einem Protein-Marker (genannt Sectag) ausgestattet. Letzterer transportiert die gewünschten Peptide aus den Produktionszellen. Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen werden im Vergleich zur chemischen Synthese um 90 % reduziert. Da es sich um ein wasserbasiertes Verfahren handelt, kann zudem weitestgehend auf umweltschädliche Chemikalien und Lösungsmittel verzichtet werden.

## Rheinische Substratmanufaktur

Mit dem Vorhaben „Rheinische Substratmanufaktur“ soll im ersten Schritt die stark gartenbauliche geprägte Region im Rheinischen Revier gestärkt werden. Dabei sollen die Akteurinnen und Akteure der gesamten Wertschöpfungskette (von der Rohstofflieferung über die Produktion und Vermarktung bis hin zu den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern) näher zusammengebracht werden. Die Idee der „Rheinischen Substratmanufaktur“ ist, dass hier besonders die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) und die Kaskadennutzung (Cascade Use) im Vordergrund stehen. Die wissenschaftlichen Resultate werden in Form nachhaltiger und regional verfügbarer Roh- und Reststoffe in die praktische Anwendung gebracht. Die „Rheinische Substratmanufaktur“ soll ein Leuchtturmprojekt des grünen nachhaltigen Gartenbaus werden und weit über die ange-dachte Region hinaus strahlen. Eine Markenbildung wird bereits angestrebt.

**Weitere Informationen:** [www.rheinische-substratmanufaktur.de](http://www.rheinische-substratmanufaktur.de)

## CornWall II: Die optimierte Maispflanze als Grundstoff für die Chemieindustrie

### 🌀 Ziel des Projekts

Mais ist ein wichtiger nachwachsender Rohstoff und wird als Futtermittel für Tiere, als Nahrungsmittel und auch für Bioenergie eingesetzt. Nicht immer findet eine ganzheitliche Verwertung der Maispflanzen statt, da der Fokus der Verwertung auf den Maiskörnern liegt. Jedoch entstehen häufig andere pflanzliche Rückstände, welche zum größten Teil aus Lignozellulose bestehen, deren Zucker für die mikrobielle Fermentation in der Chemieindustrie eingesetzt werden kann. Lignozellulose ist allerdings nur schwer abbaubar und entsprechende Prozesse sind energieintensiv. Ziel des Projekts CornWall ist es, Varianten von Maispflanzen zu züchten, deren Lignozellulosen leichter abbaubar sind, um so wertvolle Grundstoffe für die Chemieindustrie bereitstellen zu können.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Das Projekt optimiert den Einsatz von pflanzlicher Biomasse bzw. die Verwertung der Teile der Maispflanze, die nicht zur menschlichen Ernährung benutzt werden können. Die gezüchtete Maispflanze mit einer verbesserten Abbaubarkeit der Lignozellulosen ermöglicht eine Reduzierung des Energieverbrauches bei der Verarbeitung der Pflanze und erhöht daher die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit. Der höhere Ertrag der Pflanzenüberreste kann bei der Verfütterung an Nutztiere, für die Produktion von Biokraftstoff und vor allem in der Chemieindustrie eingesetzt werden.



### 🚩 Reifegrad der Innovation

Es konnten bereits zwei Patente angemeldet werden: auf eine gezüchtete Maispflanze sowie den zugrunde liegenden genetischen Mechanismus zur optimierten Reststoffgewinnung. Die Erkenntnisse können auch auf andere Gräser wie Gerste oder auch Weizen angewandt werden. Derzeitige Testareale zur Erprobung der Maispflanze befinden sich in Illinois, Mexiko und auf Hawaii. Die Entscheidung, ob die Firmen die Maispflanze in ihre Elitevarietäten aufnehmen, steht noch aus.

### Ansprechpartner

Prof. Dr. Markus Pauly (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)

## Wachstumskern



# Nachhaltige Textilien

Die Textilindustrie steht unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten besonders unter Druck. Textilien stellen zunehmend eine starke Umweltbelastung entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Herstellung über den Transport bis hin zur Endverwertung dar. Hinter dem Stichwort „Fast Fashion“ verbirgt sich eine unersättliche Modeindustrie, mit der ein enormer Ressourcenverbrauch einhergeht. Häufig werden Materialien mit einer kurzen Halbwertszeit verwendet und die Textilien zu günstigen Preisen angeboten, welche nach kurzer Tragezeit nicht selten im Hausmüll landen. Das Recyceln von Textilien wird zudem durch die große Vielfalt der verwendeten Materialien erschwert. Ein Problem für die Ökosysteme stellen insbesondere Mikrofasern dar, die sich beim Waschen aus Synthetikstoffen lösen. Sie sind die Hauptquelle für Mikroplastik, welches sich zunehmend in unseren Meeren wiederfindet. Neben Kleidungsstücken belasten vor allem funktionale Produkte der Textilwirtschaft, wie Fischernetze die Meere. Akteurinnen und Akteure aus Forschung und Praxis in NRW arbeiten an nachhaltigen Grundstoffen und Recyclingverfahren für die Textilwirtschaft.

## BioCoat: Biobasierte Coatings für biobasierte Fasern in Hochleistungstextilien

### 🎯 Ziel des Projekts

Hochleistungstextilien weisen aufgrund ihrer Materialzusammensetzung und Spezialausrüstungen besondere Eigenschaften und Funktionalitäten auf, wie beispielsweise antimikrobielle Eigenschaften und Feuchtigkeitsmanagement. Um biobasierte Materialien im Hochleistungsbereich funktionalisieren zu können und so einen positiven ökologischen Beitrag zu leisten, wird im Projekt BioCoat eine Plattformtechnologie für proteinbasierte Haftvermittler entwickelt, mithilfe derer ein biobasiertes antimikrobielles bzw. hydrophiles BioCoating zur Anwendung gebracht wird. Diese Technologie ermöglicht die Herstellung langlebiger biobasierter Hochleistungstextilien – von der Faser bis zur Beschichtung.



© adidas AG



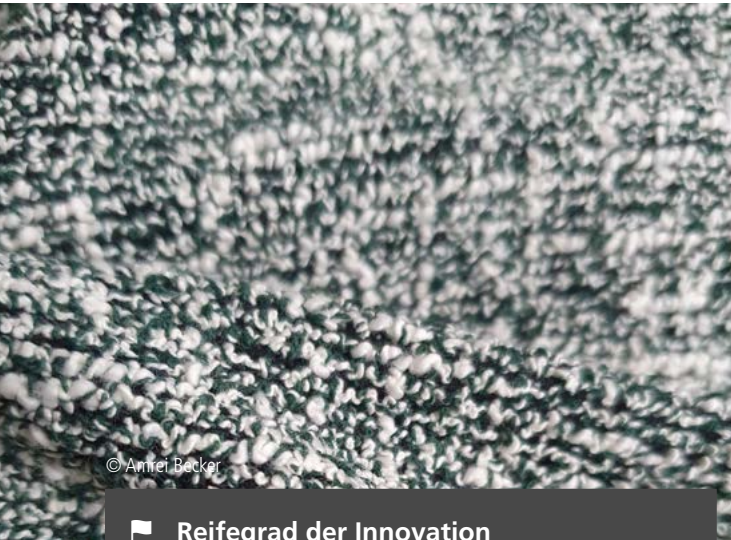
### 🚩 Reifegrad der Innovation

Die Entwicklung der Technologie auf Basis von Ankerpeptiden ist bereits weitestgehend abgeschlossen und kann auch in weiteren Feldern der Ressourcenwende, beispielsweise beim Pflanzenschutz, eingesetzt werden. Der zeitliche Ablauf des Projekts wurde bewusst so gewählt: Die Entwicklung der Plattformtechnologie, bei der Peptid-Haftvermittler eine zentrale Rolle spielen, konnte besonders weit vorangetrieben werden. In einem zweiten Schritt können diese nun als Ankereinheiten für eine breite Palette von Fasern für weitere Ausrüstungsziele sowie für andere Oberflächen zur Verfügung stehen.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Andreas Herrmann, Prof. Dr. Ulrich Schwaneberg, Dr. Felix Jakob, Dr. Elisabeth Heine (DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien)

**Projektpartner** Das BioCoat-Projekt wird vom DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V. hinsichtlich der Entwicklung der BioCoatings verantwortet. Die Industriepartner Frohn GmbH und die adidas AG evaluieren die Technologie federführend.

## BioBase: Biobasierte Polymere in der Textilindustrie



© Amrei Becker

### Reifegrad der Innovation

Der technologische Reifegrad wird im Rahmen von fünf Teilprojekten über einen Zeitraum von drei Jahren bis 2023 sukzessiv erhöht. Dabei soll ein Technology Readiness Level (TRL), welches derzeit bei vier liegt, auf sechs bis sieben gehoben werden.

**Ansprechpartner** Amrei Becker (ITA - Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen), Fabian Langensiepen (AMIBM - Aachen-Maastricht Institute for Biobased Materials)

**Projektpartner** An dem Projekt sind drei Institute sowie sechs Firmen entlang der textilen Wertschöpfungskette beteiligt: das Aachen-Maastricht Institute for Biobased Materials e.V. an der RWTH Aachen (AMIBM) und das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA) im Bereich Schmelzspinnen und die TECNARO GmbH zum Compoundieren von Biopolymeren. Die Zschimmer & Schwarz GmbH & Co KG stellt dafür (biobasierte) Avivagen zur Verfügung, das Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e.V. (TFI) die Expertise im Heimtextil-Testing, und die Firma Carl Weiske GmbH & Co. KG in der Beratung zum Scale-up und Schmelzspinnen. Die Firmen STRÄHLE+HESS GmbH, adidas AG und HUESKER Synthetic GmbH sind als Endanwender für Automobil-, Sport- und technische Textilien in dem Projekt beteiligt.

### Ziel des Projekts

Im Rahmen des Projekts BioBase werden biobasierte Polymere in den vier Bereichen Automotive, (Sport-) Bekleidung, Interieur und technische Textilien eingesetzt. Ziel ist es, bislang in der Textilindustrie etablierte erdöl-basierte Polymere durch biobasierte Polymere zu ersetzen. Um die neuen, ökologischen Polymere konkurrenzfähig zu gestalten, werden die Garne sowie die textilen Flächen applikationsorientiert und angepasst an die jeweiligen Anforderungen der vier Einsatzbereiche entwickelt.

### Beitrag zur Ressourcenwende

Mit dem Projekt BioBase wird der Grundstein für eine starke biobasierte Textilwirtschaft in Deutschland gelegt. Bereits erforschte Chemiefasern sind auf Basis nachwachsender Rohstoffe jedoch noch zu teuer, nicht für technische Applikationen ausgelegt und in der etablierten Prozesskette nur schwierig oder gar nicht valide und reproduzierbar zu verarbeiten. Die wissenschaftlichen Projektergebnisse werden als Technologietransfermaßnahme in einem webbasierten Musterkatalog der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

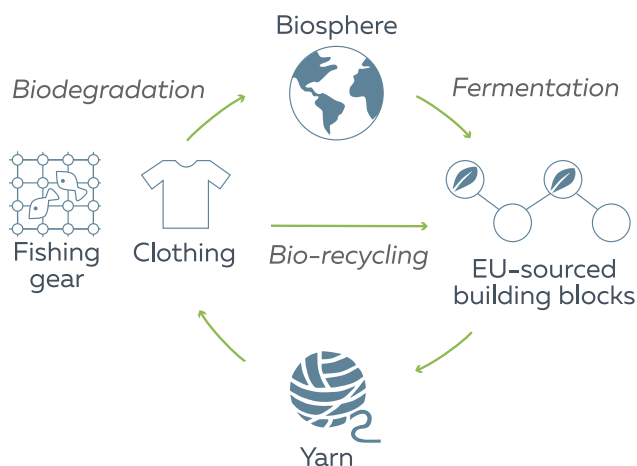


## Glaukos: Biobasierte Textilfasern und Textilbeschichtungen

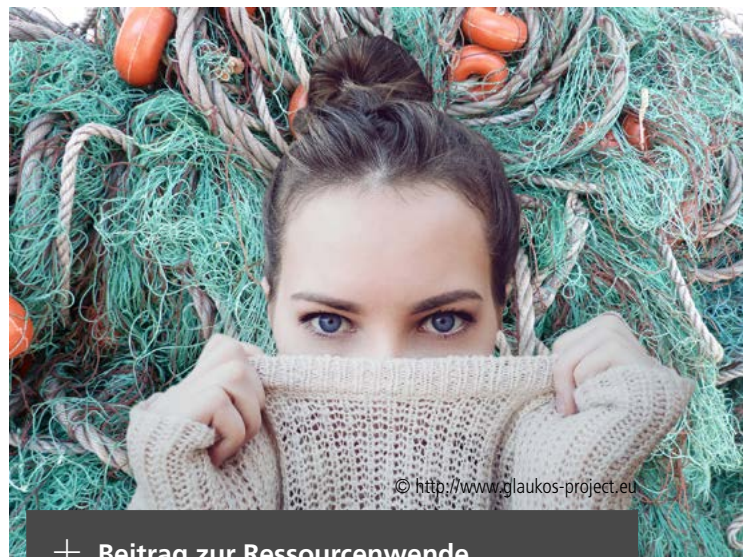
### 🌀 Ziel des Projekts

Kleidung und Fischereiausrüstungen sind die Hauptquelle von Mikroplastik. Verlassene, verlorene oder weggeworfene Fanggeräte (ALDFG) machen etwa 27 % des gesamten Meeresmülls aus, der in den europäischen Meeren gefunden wird. Beim Waschen von Kleidung werden Hunderttausende Mikropartikel freigesetzt. Ziel des Projekts ist es, den Kohlenstoff- und Kunststofffußabdruck von Kleidung und Fischereiausrüstung deutlich zu reduzieren. Das Projekt Glaukos will den kompletten Lebenszyklus dieser Textilien neugestalten. Dabei setzt das Projektteam unter anderem auf

- biologische Abbaubarkeit, um die Abbaugeschwindigkeit der (Mikro-)Kunststoffe zu erhöhen,
- die Entwicklung eines Bio-Recycling-Prozesses, um Anreize für das Sammeln der Textilien am Ende ihrer Lebensdauer zu schaffen,
- die Generierung optimaler biologischer Abbaubarkeitseigenschaften im Einklang mit Anforderungen an die technische Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit zur Gewährleistung einer möglichst langen Nutzung sowie die
- Entwicklung von umweltfreundlichen Fanggerätebeschichtungen mit erhöhtem biobasiertem Anteil.



© Louis Ferrini



© <http://www.glaukos-project.eu>

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Glaukos will ökologisch gestaltete Fischereigeräte und Kleidung entwickeln und den Produktionsprozess skalieren – von erneuerbaren Rohstoffen bis zum Textilprototyp, der mit zwei End-of-Life-Lösungen (EOL) endet: biologischem Abbau und Bio-Recycling. Dies steigert die Ressourceneffizienz und trägt maßgeblich zum Schutz einer unserer wichtigsten Ressourcen, dem Wasser, bei.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Nick Wierckx (Forschungszentrum Jülich)

**Projektpartner**

- Belgien: Bio Base Europe Pilot Plant (Coordinator), B4Plastics, Eurocord und I-Coats
- Dänemark: Novozymes A/S
- Deutschland: Forschungszentrum Jülich und Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie
- Italien: FVA newmedia research
- Niederlande: Universiteit Maastricht und van Beelen Group
- Slowakei: Nexis Fibers A.S.
- Spanien: Universidad de Vigo
- Schweiz: Quantis
- Türkei: Pakmaya

**Webseite** [www.glaukos-project.eu](http://www.glaukos-project.eu)

## IndustrialRePan: Recycling von Polyacrylnitril



© Stefan Schönauer, ITA RWTH Aachen

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Bisherige Recyclingverfahren von Mischtextilien führten zu minderwertigen Produkten. Das im Projekt entwickelte Verfahren ermöglicht im Sinne einer Kreislaufwirtschaft die Rückführung der Textilien. Die Verbrennung von Textilien kann so vermieden bzw. stark reduziert werden.

**Projektleitung/  
Kontakt** Dr.-Ing. Sascha Schriever (ITA - Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen)

**Projektpartner** Biederlack GmbH + Co., TVU Textilveredlungsunion GmbH, Faser Veredlung Tönisvorst GmbH (FVT), JBF Maschinenbau GmbH, Dralon GmbH, IVV Fraunhofer

### 🎯 Ziel des Projekts

172.000 Tonnen PAN-Stapelfasern werden jedes Jahr in Deutschland produziert, international sind es rund 1,9 Millionen Tonnen. Sie dienen als Ausgangsmaterial für Wohndecken, Pullover, Markisen oder auch Teppiche. Zahlreiche dieser Textilien landen jedes Jahr in Müllverbrennungsanlagen, da diese nicht recyclingfähig sind. Ziel des Projekts IndustrialRePan ist die Steigerung der Wiederverwendung von Textilien, durch ein Recyclingverfahren zur Trennung von Mischmaterialien bzw. zum Recycling von Polyacrylnitril (PAN). PAN ist ein aus fossilen Rohstoffen gewonnenes Polymer. Mittels der Nutzung unterschiedlicher Löslichkeit von Kunst- und Naturfasern werden im Projekt Mischmaterialien voneinander getrennt. Dabei werden ausschließlich recycelbare Lösungsmittel eingesetzt.

### 📍 Relevanz für den nordrhein-westfälischen Markt

Aufgrund der Bevölkerungsdichte verfügt Nordrhein-Westfalen über ein hohes Abfallaufkommen vor allem auch im Bereich Textil. Die Verwertung vor Ort stellt sowohl einen ökonomischen als auch ökologischen Vorteil dar. Perspektivisch möchte das Projektteam NRW zum Recycling Hub der EU ausbauen.

## Biotextfuture

Das Innovationsnetzwerk Biotextfuture verfolgt die Vision, die bisweilen überwiegend erdölbasierte Wertschöpfungskette in der Textilindustrie zu einer biobasierten zu transformieren. Durch die Finanzierung von Grundlagenforschung und Weiterentwicklung bestehender Lösungen werden nachhaltige, biobasierte Materialien und Prozesse für die Produktion von Kleidungs-, Heim- und technischen Textilien, beispielsweise für die Automobilindustrie, entwickelt. Dabei verfolgt Biotextfuture einen stark interdisziplinären Forschungsansatz und fördert den regelmäßigen Austausch zwischen den

## wijld: Nachhaltige Mode aus Holzfasern

### 🎯 Ziel des Projekts

Der zunehmende Konsum von Kleidung und die kurze Halbwertszeit von Mode, sogenannte Fast Fashion, ist sehr ressourcenintensiv. Mit der Idee einer sparsamen und ressourcenbewussten Textilwirtschaft wurde wijld gegründet. Im Zentrum stehen Holzfasern als nachhaltige Materialien, welche aus zertifizierter nachhaltiger Forstwirtschaft stammen. Dieses Material ist antibakteriell, temperatenausgleichend und hat somit keine Nachteile zu konventionell gefertigten Kleidungsstücken.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Holzfasern sind wesentlich ressourceneffizienter als herkömmliche Baumwolle. Laut des Unternehmens werden mit den WoodShirt 1.000 l Wasser, 150 ml Chemie in Form von Pestiziden und Düngemitteln und rund 600 g CO<sub>2</sub> allein durch die verkürzten Transportwege eingespart. Wijld fertigt unter fairen Arbeitsbedingungen in Portugal. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Herstellung von Holzfasern verglichen mit der Baumwollproduktion kann um ein 20-faches verringert werden. Einen weiteren Beitrag liefert wijld durch ein Aufforstungsprojekt in Mexiko. Für jede Bestellung auf wijld.com wird ein Baum gepflanzt.



© wijld GmbH

### 🚩 Reifegrad der Innovation

Nach einer zweijährigen Planungsphase wurde das Unternehmen 2017 in Wuppertal gegründet. Zunächst startete wijld mit Funktions-shirts. Mittlerweile umfasst das Produktportfolio Pullover, Longsleeves, Jogginghosen oder auch Socken. Die Nachfrage nach nachhaltigen Kleidungsstücken wurde schnell sichtbar: 2019 stattete das Start-up 4.000 Läuferinnen und Läufer beim Köln-Marathon aus.

**Ansprechpartner** Timo Beelow (wijld GmbH)

**Webseite** [www.wijld.com](http://www.wijld.com)

verschiedenen Stakeholdern. Durch Aufklärung und Bereitstellung von Informationen unterstützt das Netzwerk neben der Produktionsumstellung eine gesamtgesellschaftliche Transformation hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie.

Das Konsortium wird vom Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen und der adidas AG geleitet. Die Mitgliederorganisationen aus Forschung und Industrie sind über ganz Europa verteilt.

**Weitere Informationen:** [www.biotextfuture.de](http://www.biotextfuture.de)

## Oceansafe: Partner für eine kreislauffähige Textilindustrie



© OceanSafe GmbH

### Relevanz für den nordrhein-westfälischen Markt

Das Start-up mit Sitz in Krefeld erhielt bereits den Deutschen Nachhaltigkeitspreis für Design 2021. Mit dem Weltmarktführer im Interior-Bereich Jab Anstoetz aus Bielefeld als Partner hat OceanSafe im Januar 2021 mit der Markteinführung bei über 3.000 Fachhändlern begonnen. Jab Anstoetz vertreibt weltweit unter dem Qualitätslabel OceanSafe Certified Dekorationsstoffe und Gardinen. Mit der Otto Gruppe konnte in 2021 ein weiterer Global Player als Partner für den Bereich Heimtextilien und Accessoires gewonnen werden.

**Ansprechpartner** Matthias Fuchs (OceanSafe GmbH)

**Webseite** [www.oceansafe.co](http://www.oceansafe.co)

### Aktuelle Herausforderungen

Jährlich werden weltweit rund 100 Milliarden Textilstücke hergestellt – mit massiven Auswirkungen auf die Umwelt: die Textilindustrie ist für über 30 % des Mikroplastiks im Meer und 20 % der weltweiten Wasserverschmutzung verantwortlich und verursacht zudem jährlich 1,2 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>, was 5 % der globalen Emissionen entspricht. Trotz der hohen Umweltbelastung landet der überwiegende Anteil von Textilien auf Deponien und in Müllverbrennungsanlagen, anstatt sie einer stofflichen Verwertung zuzuführen.

### Ziel des Projekts

Um die negative Umweltwirkung der Textilbranche zu vermeiden, hilft OceanSafe seinen Kunden der Textilindustrie, Produktlinien und Lieferketten kreislauffähig zu gestalten und setzt damit die Grundgedanken einer Circular Economy um. Das Unternehmen ist selbst kein Produzent von Textilien, sondern versteht sich als textiles Technologieunternehmen. Die Kunden von OceanSafe sind textile Marken und Einzelhandelsketten aus dem Bereich Bekleidung, Heimtextilien und technischer Textilien. Der Gründer Manuel Schweizer und sein Team entwickelten dafür unter anderem Synthetikfasern, die biologisch abbaubar und den Status Cradle to Cradle Certified Gold besitzen. Mit einem Baukasten aus schadstofffreien Textilkomponenten (Fasern, Garne, Stoffe, Zubehör) befähigt OceanSafe Textilherstellern, ihre nicht-zirkulären Komponenten mit Cradle-to-Cradle-zertifizierten und biologisch abbaubaren zu ersetzen. Endprodukte können so schrittweise Richtung Kreislaufwirtschaft umgestellt werden. Die Produkte auf Basis des Baukastens erhalten das Label OceanSafe Certified. Dieses Qualitätslabel garantiert Konsumentinnen und Konsumenten, dass das Produkt zirkulär, biologisch abbaubar, Toxin-frei und Cradle to Cradle Certified Gold ist.

Ein zentraler Teil des OceanSafe-Zertifizierungsprozesses ist die Implementierung eines Rücknahmesystems, um die Kreislaufführung der Textilien zu gewährleisten. Die Reststoffe werden in industriellen Kompostierungsanlagen zu Humus und Biogas umgewandelt und so dem biologischen Kreislauf wieder zugeführt.

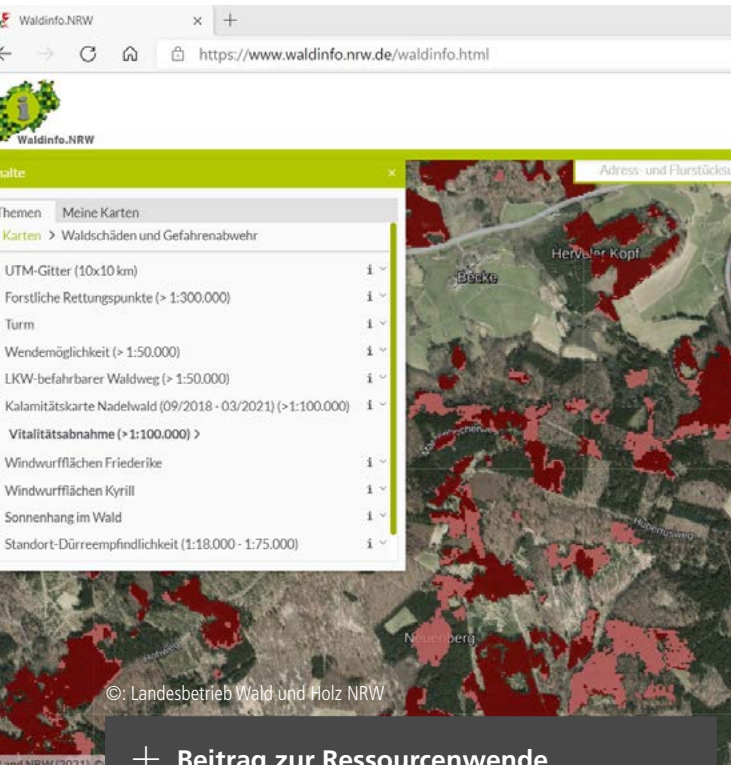
## Wachstums-kern



# Digitale Holz- und Forstwirtschaft

Neben der Landwirtschaft ist auch die Holz- und Forstwirtschaft besonders stark vom Klimawandel und den damit einhergehenden Extremwetterereignissen betroffen. Langanhaltende Hitze und Dürre mindern die Resilienz der Bäume gegenüber Krankheiten und Schädlingen wie dem Borkenkäfer und können zu Waldbränden und somit zu der Zerstörung einer der wichtigsten Ressourcen führen. Wälder bieten nicht nur einen wichtigen CO<sub>2</sub>-Speicher und tragen in großem Maße zu einem funktionierenden Ökosystem bei, sie sind auch hierzulande eine der wichtigsten Rohstoffquellen. Die Digitalisierung bietet innovative Instrumente für die Waldbewirtschaftung. Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW, als Verantwortlicher für den Großteil der nordrhein-westfälischen Wälder, geht hier mit innovativen Ideen voran und zeigt, wie digital die Holz- und Forstwirtschaft sein kann.

## Waldinfo.NRW: Informationsportal für den öffentlichen und privaten Waldbesitz



### + Beitrag zur Ressourcenwende

Mehr als ein Viertel der nordrhein-westfälischen Fläche ist bewaldet. Dieser Fläche kommt eine zentrale Bedeutung beim Klimawandel zu. Zum einen ist der Wald ein wichtiger Kohlenstoffspeicher, zum anderen haben Wälder eine wichtige klimatisch ausgleichende Funktion. Neben der Bedeutung für den Klimawandel ist der Schutz der Wälder auch aus Ressourcenperspektive von großer Relevanz. Die Zerstörung der Wälder durch Extremwetter oder durch den Borkenkäfer bedeutet den Verlust einer der wichtigsten Ressourcen hierzulande. Somit liefert Waldinfo.NRW mit den Informationen und Unterstützungsangeboten zur Stärkung der Waldbewirtschaftung und Anpassung an den Klimawandel einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenwende.

### 🎯 Ziel der Innovation

Waldinfo.NRW ist eine Online-Kartenanwendung (Web-GIS), welche als Informationsportal für den öffentlichen und privaten Waldbesitz dient. Entscheidungs- und Unterstützungswerkzeuge sollen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer bei der Waldbewirtschaftung unter steigenden Herausforderungen (unter anderem des Klimawandels, der erholungssuchenden Bevölkerung oder des Naturschutzes) unterstützen. So lässt sich auf Grundlage der Standortbedingungen an bestimmten Flächen beispielsweise ermitteln, welche Mischung von Baumarten für eine Wiederbewaldung auch unter veränderten Klimabedingungen geeignet ist.

### ✅ Funktionsweise der Innovation

In Waldinfo.NRW werden digitale Karten als Grundlage für Planungs- und Entscheidungshilfen bereitgestellt. Dazu zählen Karten zur Waldbedeckung, Waldökologie, Waldbewirtschaftung, Waldnaturschutz, Freizeitnutzung, Waldschäden und Gefahrenabwehr sowie zur Forstverwaltung. Seit 2018 werden ca. zweimal jährlich Karten zur Vitalitätsabnahme im Nadelwald unter der Hauptgruppe „Waldschäden und Gefahrenabwehr“ integriert. Dabei handelt es sich um Daten aus der Fernerkundung, die die massiven Schäden im Nadelwald aufgrund der Kalamitäten der letzten Jahre (Dürre und Borkenkäfer) in NRW aufzeigen (s. Abbildung). Darüber hinaus werden weitere (Online-)Informationen in Form aktueller Publikationen und Konzepte, etwa zum Waldbaukonzept NRW, zur Klimaanpassungsstrategie NRW oder zu den Möglichkeiten zur Förderung in der Forstwirtschaft, zur Verfügung gestellt.

**Ansprechpartnerin** Sandra Machalica (Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

**Projektpartner** Conterra GmbH

**Webseite** [www.waldinfo.nrw.de](http://www.waldinfo.nrw.de)

# Vitalitätsmonitoring: Satellitendaten befähigen zu schnellem Handeln

## Ziel der Innovation

Die Stabilität und Vitalität unserer Wälder wird durch den Klimawandel bedroht. Trockenperioden und Hitzewellen erhöhen die Waldbrandgefahr und fördern die Ausbreitung von Borkenkäfern. Beides führt zum Absterben von Waldflächen. Mit dem Vitalitätsmonitoring werden über Copernicus-Satelliten die Wälder in NRW beobachtet. Anhand der Bilddaten werden geschädigte und gesunde Nadelwaldbestände analysiert. Über einen Vegetationsindex können Zeiträume verglichen und Veränderungen in der Vitalität (unter anderem durch die Chlorophyll-Produktivität) identifiziert werden.

## Funktionsweise der Innovation

Mithilfe der Fernerkundung, basierend auf den Daten der Copernicus-Satelliten, können die nordrhein-westfälischen Wälder flächendeckend zu mehreren Zeitpunkten im Jahr erfasst werden. Somit kann der Landesbetrieb Wald und Holz NRW die Kalamitätsflächen und deren Entwicklung im Nadelwald umfassend bestimmen. Das Verfahren basierend auf der Analyse des ndvi-Vegetationsindex hat das Unternehmen EFTAS GmbH aus Münster entwickelt und optimiert. In vier Stufen, von gesund bis vollständig abgestorben, wird die Vitalität des Bewuchses abgebildet. Das Vitalitätsmonitoring wird seit 2018 dreimal jährlich durchgeführt. Der Referenzzeitraum ist 2017. Die Informationen werden der Öffentlichkeit und dem Waldbesitz über die digitale Kartenanwendung waldinfo.nrw zur Verfügung gestellt.



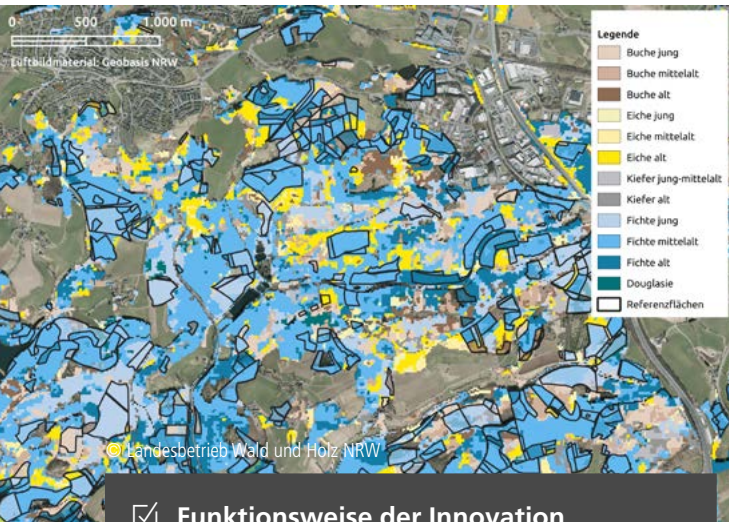
**+ Beitrag zur Ressourcenwende**

Das Vitalitätsmonitoring ermöglicht ein zeitnahe Handeln. Sollte die Vitalität sichtbar abnehmen, da sich Borkenkäfer eingenistet haben, können die Bäume gefällt und verarbeitet werden, um so eine weitere Verbreitung zu verhindern. Dies schützt den verbliebenen Baumbestand und folglich die Ressource Holz. Die Daten auf dem Portal werden kostenfrei als Open Data zur Verfügung gestellt. Somit werden aktuelle Informationen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

**Ansprechpartner** Dr. Stefan Franz (Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

**Projektpartner** Das Vitalitätsmonitoring wird von der EFTAS GmbH aus Münster im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

## Baumartenerkennung mit KI für die Aufforstung klimarobuster Wälder



### 🎯 Ziel des Projekts

Anhand der Auswertung von Satellitendaten und durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) können Baumarten(-gruppen) bestimmt werden. Das Verfahren liefert erste Hinweise auf die Baumartenzusammensetzung von Wäldern, bei denen eine detaillierte Vor-Ort-Inventur bisher fehlt. Die Ergebnisse liefern Grundlagen für eine optimierte Planung der Forst- und Holzwirtschaft bei Fragestellungen des Naturschutzes oder auch der Abschätzung vorhandener Rohstoffmengen. Eine zentrale Aufgabe der Forstwirtschaft besteht in der Wiederbewaldung geschädigter Flächen unter Berücksichtigung des Klimawandels. Ziel ist es, langlebige klimarobuste Wälder aufzubauen. Hierfür bedarf es einer Baumartenvielfalt. Die Baumartenerkennung mit KI vereinfacht das Monitoring großer Waldflächen. Damit kann der forstpolitisch gewünschte Umbau der Wälder in Richtung klimarobuster Mischwälder überprüft und dokumentiert werden.

### ☑ Funktionsweise der Innovation

Die Auswertung der Fernerkundungsdaten wird vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen gemeinsam mit der Firma EFTAS GmbH durchgeführt. Für die Analyse wird auf Daten der Erdoberfläche zurückgegriffen, welche die Sentinel-2-Satelliten des Copernicus-Programms liefern. Die Höhe der Bäume und damit das Alter wird aus den Ergebnissen des flugzeuggestützten Laserscannings abgeschätzt, was das Land NRW turnusmäßig für die Landesfläche durchführt. Diese Informationen werden in ein mit Daten von Referenzflächen trainiertes neuronales Netz eingespeist, welches Auskunft über die Baumarten gibt. Diese Erkennung hat derzeit eine Gesamtgenauigkeit von etwa 76 %. Jedoch variiert die Präzision der Vorhersage je nach Baumart. Eine Fichte kann zu 90 % bestimmt werden, wohingegen eine Douglasie bislang nur zu 50 % richtig erkannt und noch häufig mit anderen Nadelbaumarten verwechselt wird. Der Lernmechanismus entwickelt sich stetig weiter und wird präziser je mehr Referenzdaten einfließen.

**Ansprechpartner** Dr. Berthold Mertens (Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

**Projektpartner** Die Baumartenerkennung mit KI und das Vitalitätsmonitoring werden von der EFTAS GmbH aus Münster im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

### Landesbetrieb Wald & Holz NRW

Die insgesamt 15 Regionalforstämter, das Nationalparkforstamt Eifel sowie das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft sind im Landesbetrieb Wald & Holz NRW organisiert. Dieser hat die Aufgabe, die 950.000 ha Wald in NRW zu bewirtschaften. Dazu gehört es zum einen, die Waldfunktionen zu sichern und zu entwickeln. Zum anderen fungiert der Landesbetrieb als forstlicher Dienstleister für private Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer. Zusätzlich betreibt er Öffentlichkeitsarbeit und sensibilisiert für die Relevanz und Belange des Waldes.

**Weitere Informationen:**  
[www.wald-und-holz.nrw.de](http://www.wald-und-holz.nrw.de)



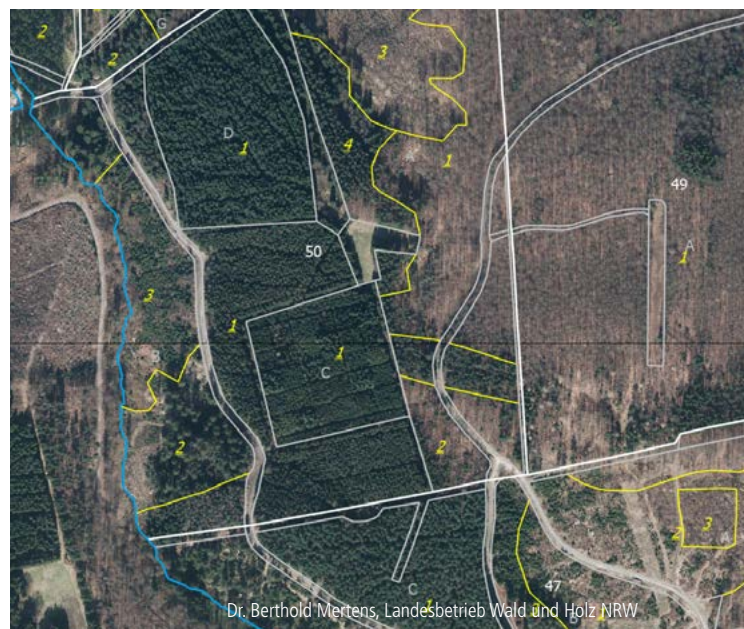
## KlimaWIS.NRW-FE: Plattform für die Waldinventur und das Waldmanagement

### 📍 Ziel des Projekts

Mit KlimaWIS.NRW-FE hat der Landesbetrieb Wald und Holz NRW zusammen mit einem Entwicklerkonsortium unter Federführung des RIF Institut für Forschung und Transfer e.V. aus Dortmund ein EDV-Werkzeug entwickelt, welches die Anwenderinnen und Anwender bei Waldinventur und -management unterstützen soll. Bislang erfolgt die Inventur der Waldflächen oftmals noch händisch, indem mit Messwerkzeugen Daten erhoben, diese auf Papier notiert und später in ein EDV-System eingetragen werden. Diese Verfahren sind aufwendig und fehleranfällig. KlimaWIS.NRW-FE hat zum Ziel die Datenaufnahme direkt im Wald zu ermöglichen und diese gleichzeitig durch die Anwendung vieler automatisierter und teilautomatisierter Prozesse zu vereinfachen und zu optimieren. Dies geschieht durch die direkte Anbindung und Auswertung der zugrundeliegenden Geobasis- und -fachdaten.

### ✅ Funktionsweise der Innovation

Die Daten zur Beschreibung der Waldflächen (unter anderem Baumarten, Holzvorräte, Pflegemaßnahmen) und die dazugehörigen Geodaten sind über eine Benutzeroberfläche der Software leicht auszuwerten und zu bearbeiten. Anwenderinnen und Anwender können auf die benötigten Karten (Luftbilder, topographische Karten, die alte Forstkarte, Bodenkarten, Karten zur Befahrbarkeit, der Wuchsbezirke, das Geländemodell, das Oberflächenmodell u.v.m.) jederzeit und vor Ort zugreifen. Automatisierungsfunktionen ermöglichen es, waldbeschreibende Daten (wie zum Beispiel Ertragsklassen der Baumarten) und Standortinformationen (beispielsweise Geländehöhen, Wasserversorgung, Nährstoffversorgung) automatisiert aus den Daten abzuleiten. Geobasis- und -fachdaten werden direkt von OGC-konformen Geodatendiensten (zum Beispiel WMS, WMTS, WFS) abgerufen. Bei fehlender Internetverbindung können die Daten zuvor via Paket für die jeweiligen Regionen automatisiert bereitgestellt werden. Teile der Inventurdaten können als GML-Datensatz ausgecheckt werden und zum Beispiel auf mobilen Outdoor-Laptops automatisiert übernommen und bearbeitet werden. Änderungen werden über eine temporale Versionierung erfasst, wodurch auch jederzeit ein Einblick in historische Daten möglich wird.



<b>Ansprechpartner</b>	Dr. Berthold Mertens (Landesbetrieb Wald und Holz NRW)
<b>Projektpartner</b>	RIF Institut für Forschung und Transfer e.V., CPA ReDev GmbH



## Wachstumskern



# Digitalisierung in der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist dem Klimawandel so stark ausgesetzt wie kein anderer Wirtschaftszweig. Die Gefahren durch Extremwetterereignisse wie Dürre, Starkregen oder auch Hagel nehmen stetig zu und erfordern innovative Anpassungslösungen. Die Digitalisierung öffnet hierfür Türen. Als entscheidende Nahrungsmittel- und Ressourcenlieferantin ist die Landwirtschaft auf bestmögliche Erträge angewiesen. Neue Möglichkeiten der Datenerhebung, beispielsweise über Drohnen, geben Aufschluss über die Pflanzengesundheit sowie Umwelt- und Anbaubedingungen. Digitale Tools ermöglichen Landwirtinnen und -wirten, ihre Felder so präzise wie möglich zu bestellen.

Insbesondere die industrielle Landwirtschaft gefährdet die biologische Vielfalt und steht häufig in Konkurrenz zu wichtigen Lebensräumen. Mithilfe digitaler Technologien kann eine bestmögliche Koexistenz von biologischer Vielfalt und ertragreicher Landwirtschaft realisiert werden. Die digitale Landwirtschaft, auch Landwirtschaft 4.0 genannt, stellt für viele Landwirtinnen und -wirte in NRW die Zukunft dar. Zahlreiche, vor allem praxisnahe Projekte befassen sich mit Fragen des biologischen Pflanzenschutzes, der bestmöglichen Nährstoffversorgung und einer heterogenen Landbewirtschaftung.

## Pheno-Inspect: Digitale Experten für die Pflanzenanalyse

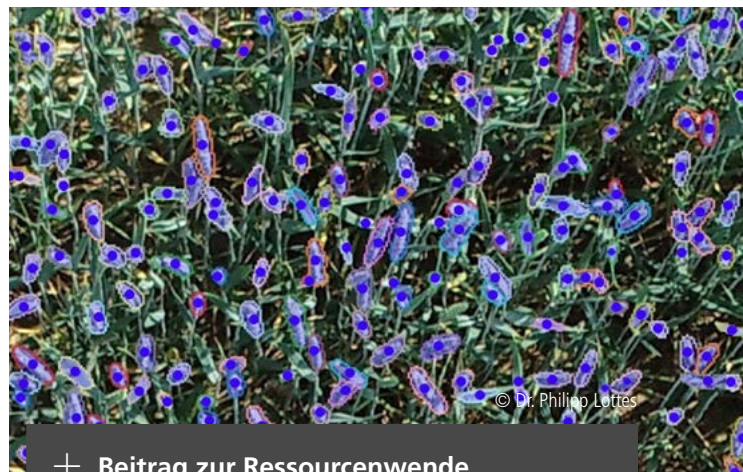
### Über das Start-up

Pheno-Inspect aus dem Ruhrgebiet entwickelt „digitale Experten“, d. h. Bildverarbeitungssoftware auf Basis von künstlicher Intelligenz, für den Agrar- und Pflanzenzuchtsektor. Bilder vom Versuch werden mittels Drohne, Smartphone oder Kamera erhoben, worauf die digitalen Experten von Pheno-Inspect die Pflanzen analysieren und die folgenden Fragen beantworten:

- Wie gut oder schlecht entwickeln sich die Pflanzen?
- Wo treten Stresssymptome auf?
- Welche Unkräuter oder Pflanzenkrankheiten sind auf dem Feld vorhanden?
- Welche Pflanzensorten bewähren sich unter bestimmten Umwelt- oder Anbaubedingungen?

### Funktionsweise der Innovation

Pheno-Inspect analysiert und interpretiert RGB, multispektrale oder auch hyperspektrale Bilddaten von Pflanzenbeständen und Züchtungsflächen. Die Auswertung erfolgt als Cloud-Service oder über eine von Pheno-Inspect entwickelte Software für den Einsatz in Echtzeitanwendungen. Auf diese Weise steigert Pheno-Inspect die Quantität und Qualität der Analysen und schont gleichzeitig den Geldbeutel der Nutzerinnen und Nutzer, sofern diese die Analysen bislang noch händisch durchführen.

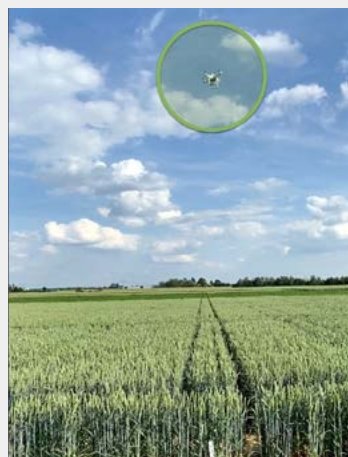


### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die automatisierte Phänotypisierung durch „digitale Experten“ erleichtert nicht nur die Analyse und Überwachung des Pflanzenbestandes, sondern trägt auch dazu bei, dass weniger Chemikalien in der Pflanzenbehandlung angewendet werden müssen. Durch die Feldanalyse können Herbizide gezielter eingesetzt werden, sodass die Auswirkungen schädlicher Umwelteinflüsse auf ein Minimum reduziert werden. Weitergehend kann direkt Einfluss auf eine bestmögliche Bestellung der Felder genommen werden, indem Pflanzenerkrankungen sowie Unkraut identifiziert werden.

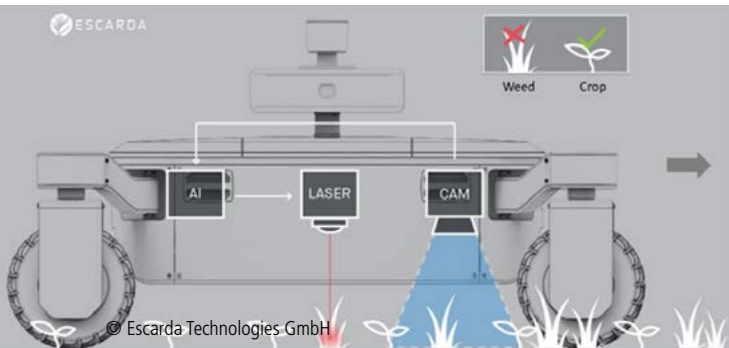
**Ansprechpartner** Dr. Philipp Lottes (Pheno-Inspect GmbH)

**Webseite** [www.phenoinspect.de](http://www.phenoinspect.de)



© Dr. Philipp Lottes

## Escarda Technologies: Mit Lasertechnologie Unkraut bekämpfen



### Über das Start-up

Escarda Technologies ist ein Startup-Unternehmen, das ein laserbasiertes Unkrautbekämpfungssystem entwickelt, welches eine alternative Lösung zum Unkrautjäten darstellt, da keine Herbizide erforderlich sind. Escarda Technologies wurde 2019 an der Universität Bonn gegründet. Das Unternehmen möchte dafür sorgen, dass der biologische Anbau von Pflanzen nicht eine Alternative, sondern die Norm ist. Auf diese Weise werden der Umweltschutz und die Gesundheit der Bevölkerung gefördert.

### Funktionsweise der Innovation

Das Unkrautbekämpfungssystem von Escarda Technologies nutzt Kamerasensoren und modernste Computer-Vision-Algorithmen, um alle Pflanzen auf dem Feld zu erkennen und zu klassifizieren. Sobald das Unkraut identifiziert ist, wird ein Laserstrahl eingesetzt, um die unerwünschten Pflanzen zu entfernen.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die moderne Landwirtschaft steht vor enormen Herausforderungen durch die Umweltbelastungen, die aus ineffizienten Praktiken wie dem extensiven Einsatz von chemischen Herbiziden in Verbindung mit dem dramatischen Klimawandel resultieren. Landwirtschaftliche Produktionssysteme erfordern Anpassungen, um die Kapazitäten der landwirtschaftlichen Flächen zu verbessern und eine wettbewerbsfähige Landwirtschaft zu schaffen. Die Produktion von qualitativ hochwertigen Nutzpflanzen, die frei von chemischen Rückständen sind, wird heute dringend benötigt, da sie gesundheitliche Vorteile für die Produzentinnen und Produzenten, Verbraucherinnen und Verbraucher und die Ökosysteme bietet. Die wachsende Nachfrage nach ökologischen Nutzpflanzen hat einen riesigen Markt geschaffen. Eine der größten Herausforderungen ist die Implementierung sauberer Technologien, die eine profitablere und effizientere Produktion von Nutzpflanzen ermöglichen. Die Unkrautbekämpfung in Bio-Betrieben wird hauptsächlich manuell durchgeführt, was zeitaufwendig, mühsam und teuer ist. Daher besteht Bedarf an umweltfreundlichen automatischen Lösungen, um die Produktionskosten zu senken, ohne die Qualität der Ernte zu beeinträchtigen.

**Ansprechpartner** Dr. Julio Pastrana (CEO, Escarda Technologies GmbH)

**Webseite** [www.escarda.eu](http://www.escarda.eu)

### Phenorob

Die landwirtschaftliche Produktion von Lebensmitteln sowie von nachwachsenden Rohstoffen für die nachhaltige Bioökonomie befindet sich im Umbruch. Eine Transformation erfordert neue Produktionssysteme, mit denen die negativen Folgen der Agrarproduktion auf die Umwelt, bspw. durch den Einsatz von Herbiziden und Dünger, reduziert werden und gleichzeitig der steigende Bedarf an Nutzpflanzen gedeckt wird. Der Ansatz des Exzellenzclusters „PhenoRob – Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion“ stellt die Pflanzenzucht mit technologiebetriebenen Methoden in den Mittelpunkt. Dazu gehört, die Pflanzen zu beobachten, zu analysieren und mittels des besseren Verständnisses gezielt zu behandeln, wobei auch Parameter wie Bodenbeschaffenheit, Biodiversität und

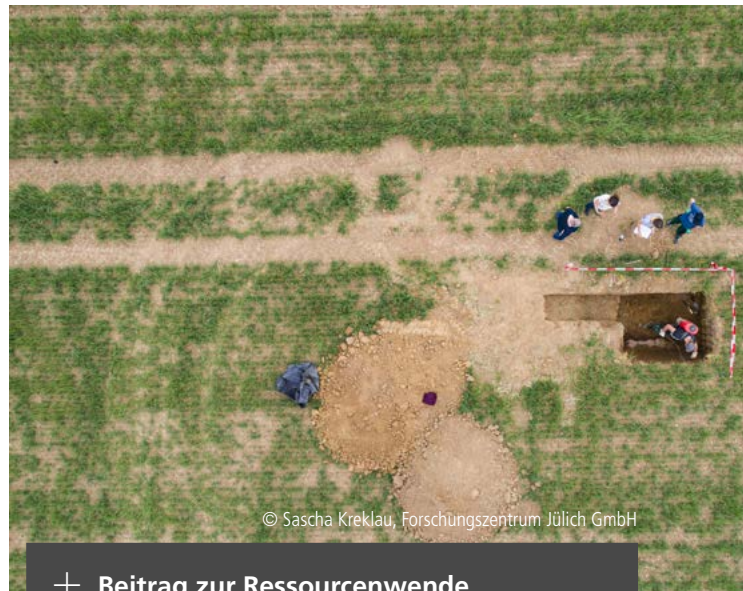
## Soil3: Nährstoffe des Unterbodens für Pflanzen verfügbar machen

### 📌 Aktuelle Herausforderung

10 bis 80 % des Wasser- und Nährstoffbedarfs von Pflanzen liefert der Unterboden. Hindernisse wie etwa eine verdichtete Bodenschicht können jedoch den Eindringwiderstand erhöhen und die Durchwurzelung der tieferen Schichten reduzieren. Durch die prognostizierte Zunahme von Dürreperioden und die anvisierte Reduzierung der Applikation von mineralischen Nährstoffen hat die Durchwurzelung des Unterbodens eine steigende Relevanz erhalten. Das Projekt Sustainable Subsoil Management (Soil3) widmet sich dem Unterbodenmanagement und hat zum Ziel, den dort vorhandenen Wasser- und Nährstoffvorrat für Pflanzen vermehrt verfügbar zu machen.

### ✅ Funktionsweise der Innovation

Das Projekt nutzt den Unterboden als Versicherungssystem für die Pflanze in trockenen Sommern. Geeignete Standorte werden anhand der deutschen Bodenzustandserhebung für landwirtschaftliche Flächen ermittelt. In Feldversuchen wird mit einem Zinken der Unterboden in Streifen im Abstand von etwa einem Meter bis zu einer Tiefe von 30 bis 60 cm gelockert und organisches Material, wie Kompost und Grünschnitt, eingebracht. Dadurch wird der physikalische Eindringwiderstand in den Unterboden verringert und eine Rückverdichtung vermieden. Um das Verfahren auch unter anderen Standortbedingungen zu testen, wurden Demonstrationsflächen in Nordrhein-Westfalen und Brandenburg angelegt.



© Sascha Krecklau, Forschungszentrum Jülich GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die Dürre in den vergangenen Jahren hat der Landwirtschaft schwer zugesetzt. Das Projekt ermöglicht, die Abhängigkeit von Extremwetterereignissen zu reduzieren und die Ertragsstabilität und Produktivität im Ackerbau zu erhöhen. Dies liefert einen wichtigen Beitrag zu Versorgungssicherheit. Weitergehend wird durch die Nutzung der Ressourcen im Unterboden die Ertragssteigerung umweltverträglich gefördert.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Wulf Amelung (Universität Bonn, Forschungszentrum Jülich GmbH), Dr. Sabine Seidel (Universität Bonn)

**Projektpartner** Universität Bonn, Technische Universität München, Forschungszentrum Jülich GmbH, Freie Universität Berlin, Johan Heinrich von Thünen-Institut, Ecologic Institut, Humboldt-Universität zu Berlin, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung

**Webseite** [www.soil3.de](http://www.soil3.de)

klimatische Umweltfaktoren berücksichtigt werden. PhenoRob leistet damit einen substantziellen Beitrag zu einem produktiveren, ressourceneffizienteren und nachhaltigeren Pflanzenbausystem.

Im Exzellenzcluster forscht die Universität Bonn gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich in sechs Kernprojekten zur 4D-Pflanzenrekonstruktion, Untersuchung relevanter Inputfaktoren für das Pflanzenwachstum, der Analyse des Wurzelbereichs im Boden, der autonomen Feldbearbeitung, neuer Ackerflächenanordnung und Fruchtfolgenforschung sowie zu soziokulturellen Aspekten einer landwirtschaftlichen Transformation (Technologakzeptanz und Impact-Bewertung).

**Weitere Informationen:** [www.phenorob.de](http://www.phenorob.de)

## patchCROP: Landwirtschaftsexperiment für mehr Vielfalt in der Landwirtschaft



© Hendrik Schneider/Sonoko Bellingrath-Kimura

### Reifegrad des Verfahrens

Das an der Universität Bonn und am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. entwickelte Verfahren wurde 2020 in Brandenburg bei der Komturei Lietzen GmbH, einem modernen landwirtschaftlichen Marktfruchtbetrieb, angelegt. Insgesamt hat das Projekt eine Laufzeit von zehn Jahren.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Frank Ewert (Universität Bonn)

**Projektpartner** Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V., Julius Kühn-Institut, Komturei Lietzen GmbH, Phenorob, DAKIS Digitales Wissens- und Informationssystem für die Landwirtschaft

**Webseite** [www.landschaftslabor-patchcrop.de](http://www.landschaftslabor-patchcrop.de)

### Ziel des Projekts

Das Projekt patchCROP ist ein Landwirtschaftsexperiment, um die Vielfalt in der Agrarlandschaft zu erhöhen. patchCROP ist ein reales Landschaftslabor mit klein angelegten Feldern von 0,5 ha. Die heterogene Bewirtschaftung zeichnet sich durch drei Aspekte aus: kleinteilige Flächen, eine erweiterte Fruchtfolge und Blühstreifen, welche die Pflanzenvielfalt steigern. Mit diesem multifunktionalen und nachhaltigen Anbausystem werden unter anderem folgende Ziele verfolgt:

- Förderung der Biodiversität
- Reduzierung des chemisch-synthetischen PSM-Einsatzes
- Langfristig verringerte Ausbringung von mineralischen Düngern
- Anpassung an Klimawandel / Ertragsstabilität bei Wetterextremen
- Beitrag zum Klimaschutz

Das Projekt bindet neue Technologien wie die künstliche Intelligenz und Robotik mit ein. Auf den Patches (kleine homogene, landwirtschaftliche Flächen) werden in Zukunft Agrarroboter zum Einsatz kommen. Diese können Daten hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit oder auch der Biodiversität auf dem Feld sammeln und so zu diversifizierten Anbausystemen beitragen.

## Europäische Innovationspartnerschaft für mehr Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (EIP-AGRI)

Der erste EIP-AGRI Aufruf im Rahmen des NRW-Programms „Ländlicher Raum 2014-2020 (ELER)“ erfolgte im März 2016. Inzwischen haben sich in zwei Calls 21 operationelle Gruppen in Nordrhein-Westfalen gegründet, um innovative EIP-AGRI-Projekte für die Landwirtschaft umzusetzen. Auch in der neuen Förderperiode ab 2023 werden neue EIP-AGRI-Aufrufe in Nordrhein-Westfalen erfolgen.

Die Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP) stellen eine neue Herangehensweise an Forschung und Innovation in der EU dar. Sie sind ein Förderinstrument, um gesellschaftliche Herausforderungen aktiv zu gestalten und die Innovationstätigkeit in Europa zu beschleunigen. Im Mittelpunkt von EIP-AGRI steht die Zusammenarbeit zwischen den Praktikerinnen und Praktikern aus Landwirtschaft, Gartenbau und Forst mit der Wissenschaft und weiteren Fachbereichen. Durch den Brückenschlag zwischen Praxis und Forschung sollen auch künftige Herausforderungen in der Land- und Forstwirtschaft bei

## PhenoRob Zentralexperiment: Feldexperiment für Robotik und Phänotypisierung

### 🌀 Ziel der Forschung

Im Phenorob Zentralexperiment forschen die Universität Bonn und das Forschungszentrum Jülich gemeinsam im Exzellenzcluster Phenorob im Bereich Robotik und Phänotypisierung für nachhaltige Nutzpflanzenproduktion. Bei dem Feldexperiment auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn überwachen und analysieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Pflanzen, um so ein besseres Verständnis über das Pflanzenwachstum zu bekommen und dieses zielgerichtet zu optimieren. Dabei geht es vor allem darum, die verschiedenen Ansätze einer zukünftigen ressourcenoptimierten Landwirtschaft zusammenzubringen und interdisziplinär unter realen Bedingungen Verbesserungspotenziale für die Landwirtschaft zu entwickeln und zu etablieren.

### 🔗 Aktivitäten

Bei dem Langzeit-Feldexperiment werden mittels Feldrobotern, Drohnen und moderner Sensorik Daten erhoben, die neuartige und vieldimensionale Informationen über Pflanzenstrukturen und -funktionen liefern. Beispiele hierfür sind 4D-Pflanzenmodelle, die Erfassung von Wurzelstrukturen oder auch fernerkundliche Kartierungen von Böden und Bestandseigenschaften. Die zahlreichen Aktivitäten im Projekt können in sechs Bereiche aufgeteilt werden:

- In-Field 4D Crop Reconstruction
- Relevance Detection of Crop Features
- The Soil-Root Zone
- Autonomous In-Field Intervention
- New Field Arrangements
- Technology Adoption and Impact

Neben der Forschung dient das Zentralexperiment auch als Testareal für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und ist in das Lehr- und Ausbildungsportfolio der Universität Bonn und des Forschungszentrums Jülich integriert.

größtmöglicher Schonung der Ressourcen gemeistert werden.

Eine Innovation im Sinne der EIP ist eine neue Idee, die erfolgreich in die Praxis umgesetzt wird. Diese Innovation kann technisch, organisatorisch, methodisch oder sozial sein und daher ein neues Produkt, eine Arbeitsweise, Dienstleistung, Produktionsweise oder Organisation betreffen.

**Weitere Informationen:** [www.eip-agri.nrw.de](http://www.eip-agri.nrw.de)



**Ansprechpartner** Uwe Rascher (Forschungszentrum Jülich)



© Oliver Knopf

## ETAROB: Feldroboter zur ökologischen Unkrautregulierung in Gemüsekulturen



© Josef Franko, AI.Land GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

ETAROB kann zur Effizienzsteigerung in der Landwirtschaft beitragen. Durch den fahrerlosen Betrieb können Feldarbeiten wetterunabhängig und theoretisch 24 Stunden am Tag durchgeführt werden. Bei minimaler Bodenverdichtung kann der Roboter zu einer gezielten Unkrautregulierung beitragen und stellt damit eine Alternative zur flächendeckenden Ausbringung umweltschädlicher Pestizide dar.

**Ansprechpartner** Josef Franko (Co-Founder, AI.Land GmbH)

**Projektpartner** MASKOR-Institut, FH Aachen

### 🎯 Ziel des Projekts

Da Feldarbeiten, wie das Jäten von Unkraut, aufwendig und körperlich anstrengend sind, setzen zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe zur Bekämpfung von Unkraut Traktoren und/oder Pestizide ein. Während Traktoren den Boden verdichten, schaden Pestizide auch Beikraut und Insekten (Nützlingen) und können sich damit negativ auf die Biodiversität und damit die Resilienz von Agrarökosystemen auswirken. Das MASKOR-Institut der FH Aachen hat mit ETAROB einen Feldroboter entwickelt, der Feldarbeiten wie die Unkrautregulierung autonom und ohne Pestizide durchführen kann. Mit der Gründung des Start-up-Unternehmens AI.Land GmbH findet der Innovationstransfer aus der Hochschule in die landwirtschaftliche Praxis statt und es wurde eine Anlaufstelle für potenzielle Neukundinnen und -kunden und Forschungspartner geschaffen.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

ETAROB wird mit der Feldrobotersoftware ETAS gesteuert. Die Software bietet eine Schnittstelle zu digitalen Ackerschlagkarteien und Feldmanagementsystemen, die bereits von vielen Landwirtinnen und -wirten genutzt werden, um Maßnahmen auf dem Feld zu planen und zu dokumentieren. Ein Plugin für Karten ermöglicht die Verwaltung von Ackerflächen und Steuerung von Arbeitsaufträgen. Basierend auf der Zusammenführung bildgebender industrieller Sensorik, wie Thermografie, Radar und Stereo-Vision, erfolgt die Pflanzenerkennung in Echtzeit. Sie wird mit Methoden des maschinellen Lernens optimiert. Mit verschiedenen Werkzeugen ausgestattet, kann der Roboter Arbeitsprozesse, wie Unkrautbekämpfung, Düngen oder Ernten, durchführen.



## crop.zone GmbH: Strom für die Unkrautbekämpfung

### 🌀 Ziel des Projekts

Chemische Herbizide zum Pflanzenschutz und der Unkrautbekämpfung stehen seit langer Zeit in der Kritik. Der Weg hin zu einer modernen Landwirtschaft soll durch umweltfreundliches Denken und einen Wechsel von chemischen Lösungen zur Unkrautbekämpfung zu einer Anwendungstechnik bereitet werden. Mit einem innovativen Verfahren, dem Einsatz von hybriden Herbiziden, möchte crop.zone zum einen den Ressourceneinsatz von Wasser, Land und Energie reduzieren und zum anderen den Bedarf an Nahrungsmitteln, Brennstoffen und Fasern decken.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

crop.zone nutzt Strom zur Unkrautbekämpfung. Die von crop.zone entwickelte Maschine verfügt über eine Feldspritze, mit der eine eigens entwickelte Flüssigkeit auf dem Acker verteilt wird. Diese ist umweltfreundlich und dient der Erhöhung der Leitfähigkeit. Mit dem Verfahren werden der chemische und physikalische Pflanzenschutz kombiniert. Pflanzen werden schonend vorbehandelt und das Unkraut anschließend mit einer elektrophysischen Maschine bekämpft.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Die crop.zone-Technologie schützt den Boden und fördert die dortige CO<sub>2</sub>-Speicherung. Zudem verringert es den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und entspricht den Richtlinien für ökologische Landwirtschaft. Weitergehend zeigt die Technologie, dass Ökologie und Ökonomie auch Hand in Hand gehen können. crop.zone ist wettbewerbsfähig, da der Einsatz der Innovation zeitlich effizient ist (dreimal weniger Zeit als Pflügen) und weniger kostspielig als herkömmliche chemischen Lösungen.



### 🚩 Reifegrad der Innovation

crop.zone ist ein Start-up aus Aachen, welches derzeit in Deutschland agiert und perspektivisch in weiteren europäischen Ländern aktiv werden möchte. Gemeinsam mit dem australischen Pflanzenschutz- und Saatguttechnologieunternehmen Nufarm brachte das Start-up im Januar 2021 die hybridelektrische Pflanzenschutzlösung NUCROP auf den Markt. Über ein Early-Adopters-Programm können Landwirte aus Deutschland, den Niederlande, Belgien, Frankreich und oder auch der Schweiz die Lösung NUCROP testen.

**Ansprechpartner** Dirk Vandenhirtz (CEO, crop.zone GmbH)

**Website** <https://crop.zone/de/>

## Wachstumskern



# Innovative Ernährungswirtschaft

Die Weltbevölkerung wächst rasant und soll Prognosen zufolge bereits im Jahr 2030 die Acht-Milliarden-Grenze weit überstiegen haben. Sowohl der Wohlstand als auch der Zugang zu Nahrungsmitteln ist dabei sehr ungleich verteilt. Während große Teile des globalen Südens unter extremer Hungersnot leiden, wächst in der westlichen Welt und in Teilen Lateinamerikas das Problem der Übergewichtigkeit bis hin zur Fettleibigkeit. Dies geht mit nicht unerheblichen Auswirkungen auf die Gesundheitssysteme einher. Gleichzeitig gilt die Lebensmittelproduktion selbst als Mitverursacherin großer ökologischer Probleme: Sie trägt maßgeblich zum Klimawandel, zur Belastung von Gewässern und zum Rückgang der Artenvielfalt bei. Es zeigt sich deutlich, dass es zu den bestehenden Produktionsweisen Alternativen braucht, bei denen die Umwelt geschont und gleichzeitig gesunde Lebensmittel produziert werden. Forschungsvorhaben und Innovationen aus NRW zeigen, wie einzelne Elemente dieser neuen Produktionsweisen aussehen könnten.

## Neues biotechnologisches Recyclingverfahren für Phosphat

### Herausforderung

Phosphat ist vielen Menschen nur aus der Pflanzendüngung bekannt. Fossile Phosphatreserven befinden sich überwiegend in Marokko und der Westsahara und werden dort in großem Umfang abgebaut und zu Düngemittel weiterverarbeitet. Expertinnen und Experten schätzen, dass die natürlichen Phosphatvorkommen in den nächsten 100 bis 300 Jahren aufgebraucht sein werden. Dies ist problematisch, da Phosphat ein unersetzbarer Mineralstoff in der Ernährung aller Lebewesen ist und – im Gegensatz zur knappen Ressource Erdöl – nicht ersetzt werden kann.

### Verfahren

Der mit dem Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen in der Kategorie Nachwuchs ausgezeichnete Forscher Dr. Jonas Christ entwickelte an der RWTH Aachen ein Verfahren, um Polyphosphat aus Phosphat-Abfallströmen, wie industriellem Waschwasser, zu gewinnen. Zur Herstellung wird herkömmliche Bäckerhefe ausgehungert und anschließend mit der Phosphat-Abfalllösung vermischt. Die Hefe nimmt das Phosphat selektiv auf und polymerisiert es zu Polyphosphat. Letztlich wurden zwei neue Produkte aus der gefütterten Hefe hergestellt: ein polyphosphatreicher Hefeextrakt und pures Bio-Polyphosphat. Das Verfahren erlaubt es erstmals, biotechnologisch Phosphat aus ungenutzten Phosphat-Abfallströmen zu wertvollem Polyphosphat zu recyceln. In dem aktuell laufenden BMBF-geförderten Folgeprojekt Mey4bioPP an der RWTH Aachen wird das Verfahren zur Marktreife hin weiterentwickelt.



© iStock / MKucova



© Jonas Christ

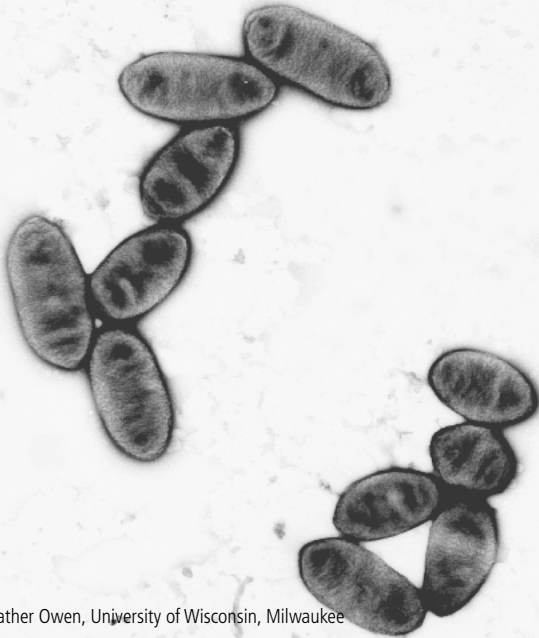
### Anwendung

Polyphosphat wird für die Produktion von Lebensmitteln, beispielsweise von Fleischwurst und Schmelzkäse, verwendet. Das Bio-Polyphosphat kann das in diesen Bereichen bisher verwendete chemisch hergestellte Phosphat ersetzen und trägt damit zum Erhalt einer endlichen Ressource bei.

Das vielversprechende Verfahren hat Dr. Jonas Christ in zwei Patenten gesichert. Die von ihm entwickelte Polyphosphat-Analytik wird zudem nun von einer niederländischen Firma unter dem Markennamen „Phosfinitly“ kommerzialisiert.

**Ansprechpartner** Dr. Jonas J. Christ, Prof. Dr. Lars M. Blank  
(RWTH Aachen)

## IMPRES: Industrial microbes for prebiotics and sweeteners



© Heather Owen, University of Wisconsin, Milwaukee

### Stand und Ausblick

Der Forschungsverbund hat das Verfahren der 5-KF-Produktion weitreichend optimiert, sodass 550 g pro Liter hergestellt werden können. Die entsprechenden Prozesse wurden beim europäischen Patentamt patentiert. In der aktuellen zweiten Phase wird ein geeignetes industrielles Produktionsverfahren im größeren Maßstab entwickelt. Zudem wird die Gesundheitsverträglichkeit des natürlichen Zuckersatzstoffes umfangreich getestet. Der Partner Pfeifer & Langen arbeitet dabei hauptsächlich an den nachgelagerten Reinigungsprozessen für 5-KF in Produktionsanlagen.

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Uwe Deppenmeier (Universität Bonn)

**Projektpartner** Prof. Dr. Michael Bott (Forschungszentrum Jülich GmbH), Prof. Dr. Jochen Büchs (RWTH Aachen), Dr. Thomas Häbeler (Pfeifer und Langen GmbH)

### Herausforderung

Es ist hinreichend bekannt, dass der übermäßige Konsum von Zucker (Saccharose, Glukose, Fruktose) zu erheblichen ernährungsbedingten Erkrankungen wie Diabetes Typ 2, Herz-Kreislauf-Beschwerden oder Karies führen kann. Das gestiegene Gesundheitsbewusstsein der breiten Öffentlichkeit führt bereits zu einer Veränderung der Ernährungsmuster und einer steigenden Nachfrage nach kalorienarmen Zuckeralternativen. Synthetisch hergestellte Zuckerstoffe sind allerdings mit Vorsicht zu genießen: Ein übermäßiger Konsum kann zur Veränderung der überlebenswichtigen Darmbakterien führen. Außerdem wirken manche Süßstoffe appetitsteigernd, wodurch der erhoffte Effekt einer reduzierten Kalorienzufuhr umgekehrt wird.

### Ziel des Projekts

Der IMPRES-Verbund, Teil des BMBF Programms „Maßgeschneiderte biobasierte Inhaltsstoffe für eine wettbewerbsfähige Bioökonomie“, forscht an der Herstellung von Präbiotika und kalorienarmen Süßstoffen aus Saccharose (Haushaltszucker) und Stärke. Ein Ziel ist es, den natürlichen Süßstoff 5-Keto-D-Fruktose (5-KF) mikrobiologisch mithilfe von Enzymen zu produzieren. 5-KF wird mithilfe des industriell vielseitig verwendeten Bakteriums *Gluconobacter oxydans* aus Fruchtzucker oder Haushaltszucker hergestellt. Dabei handelt es sich um einen natürlichen Zucker, der in niedriger Konzentration bereits in verschiedenen Lebensmitteln enthalten ist, etwa in Weißwein oder Honig.

Anders als herkömmliche Süßstoffe weist 5-KF nach Expertenmeinung keinen bitteren Nachgeschmack auf. Zusätzlich kann 5-KF vom menschlichen Organismus wahrscheinlich nicht metabolisiert werden, was einen Vorteil gegenüber raffiniertem Zucker mit seiner gesundheitsgefährdenden Wirkung darstellt.



© Marcel Hövels, Universität Bonn

## SAVANNA Ingredients: Neue Zucker – natürlich aus Zuckerrüben

### 🎯 Ziel der Innovation

Trotz vieler Kalorien wird Haushaltszucker in großen Mengen in der Lebensmittelindustrie als süßender Zusatzstoff verwendet. Die Entwicklung von Alternativen zu herkömmlichem Zucker (Saccharose), auch funktionelle Kohlenhydrate genannt, beschäftigt auch das Start-up SAVANNA Ingredients GmbH aus Elsdorf. Es entwickelt neue Zucker, welche möglichst die gleichen geschmacklichen und physikalischen Eigenschaften von Saccharose aufweisen, dabei aber kaum vom menschlichen Organismus verstoffwechselt werden können.

### 📦 Produkte

Aus dem Zucker der Zuckerrüben gewinnt SAVANNA Allulose und Cellobiose. Die Herstellung erfolgt durch Umwandlung von herkömmlichem Rübenzucker mithilfe von Enzymen. Beide Stoffe kommen in dieser Form in der Natur vor, nur deutlich seltener als andere Kohlenhydrate. Allulose hat eine Süßkraft von 60 bis 70 % im Vergleich zu Saccharose, bei einer erheblichen Kalorienreduktion (0,2 kcal/g im Vergleich zu 4 kcal/g). Cellobiose weist eine relative Süßkraft von 20 % im Vergleich zu Saccharose auf, bei 2 kcal/g.



© Philippe Ramakers



© Philippe Ramakers

### 🚩 Reifegrad der Innovation

Allulose und Cellobiose befinden sich aktuell im Zulassungsprozess als „Novel Food“. SAVANNA Ingredients hat zahlreiche potenzielle Anwendungsfelder für die Zuckervarianten bereits getestet, wie beispielsweise die Verwendung von Allulose in Back- und Süßwaren, Getränken, Soßen und Ketchup und die Verwendung von Cellobiose in Fleisch- und Wurstwaren, als Zuckerdekor oder zur Verkapselung sensibler Substanzen. Auf vielen Anwendungsgebieten kooperiert die Savanna mit namenhaften Unternehmen der Lebensmittelindustrie. Das technische Herstellungsverfahren für beide Produkte ist so weit entwickelt, dass es vom Labormaßstab bereits in den Pilotmaßstab transferiert werden konnte. Für das Produkt Allulose wurde in diesem Jahr sogar die erste Produktionsanlage im Demonstrationsmaßstab in Betrieb genommen.

**Ansprechpartner** Dr. Timo Johannes Koch (SAVANNA Ingredients GmbH)

**Website** [www.savanna-ingredients.com](http://www.savanna-ingredients.com)

Die Forschungsarbeit der SAVANNA wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen der Nationalen Reduktionsstrategie für Fett, Salz und Zucker gefördert.

## Rheinische Ackerbohne e.V.: Regionale Vermarktung eines heimischen Produkts



© Rheinische Ackerbohne e.V.

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Wie alle Eiweißpflanzen (Leguminosen) reichert die Ackerbohne durch Knöllchenbakterien verfügbar gemachten Stickstoff im Boden an, was sich positiv auf die Bodenqualität auswirkt. Die lange Blütezeit macht die Ackerbohne für Wildbienen, Hummeln und Schmetterlinge attraktiv und fördert damit die Biodiversität. Nicht zuletzt entsteht ein ökologischer Vorteil durch die regionale Vermarktung der Ackerbohne, da die Transportwege kurz sind, was dazu beiträgt, Stoffkreisläufe regional zu schließen.

**Ansprechpartnerin** Maria Kremer (Geschäftsführerin, Rheinische Ackerbohne e.V.)

**Webseite** [www.rheinische-ackerbohne.de](http://www.rheinische-ackerbohne.de)

**Partner und Unterstützer** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Landwirtschaftskammer NRW, DemoNetErBo, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Forschungszentrum Jülich GmbH, Vereinigte Hagelversicherung VVaG, „Heinsberger Land – das schmeckt man!“ – Wirtschaftsförderungsgesellschaft für den Kreis Heinsberg mbH, Raiffeisenbank Erkelenz eG, UFOP Union zur Förderung v. Oel- u. Proteinpflanzen e.V., NRW is(s)t gut! Geschäftsstelle Ernährung-NRW e.V., Die Bergische Krankenkasse, Verbraucherzentrale NRW, Verband Lebensmittel ohne Gentechnik e.V., Grever & Geerkens GbR Steuerberater, Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, Geflügelwirtschaftsverband Nordrhein-Westfalen e.V., LFG Agrarversicherungsmakler GmbH & Co. KG

### 🎯 Ziel des Vereins

Der Großteil des zumeist zur Tierfütterung nach Deutschland importierten Sojas kommt aus Übersee. 82 % davon ist genmanipuliert, obwohl 75 % der Deutschen angeben, keine gentechnisch veränderten Nahrungsmittel essen zu wollen. An dieser Stelle stellt sich eine Alternative vor: die Rheinische Ackerbohne. Sie ist ein heimischer und gentechnikfreier Eiweißlieferant. Um ihren Anbau und ihre regionale Vermarktung wiederzubeleben, haben sich engagierte Landwirte im Rheinland als gemeinnütziger Verein zusammengeschlossen. Der gemeinnützige Verein Rheinische Ackerbohne e.V. besteht seit 2017 und wird von verschiedenen Verbänden und Institutionen unterstützt.

### 📦 Produkte

Zu Beginn des Projekts wurde die Rheinische Ackerbohne von Landwirten in der Tierfütterung eingesetzt. Um die Ackerbohne auch Menschen schmackhaft zu machen, entwickelte Maria Kremer, Geschäftsführerin von Rheinische Ackerbohne e.V., gemeinsam mit einem regionalen Bäcker ein gesundes und schmackhaftes Brot aus Dinkel und der Rheinischer Ackerbohne. Als gluten- und allergenfreie, regionale Zutat erfreut sich die Ackerbohne bei vielen innovativen Bäckereien im Rheinland wachsender Beliebtheit.



© Rheinische Ackerbohne e.V.

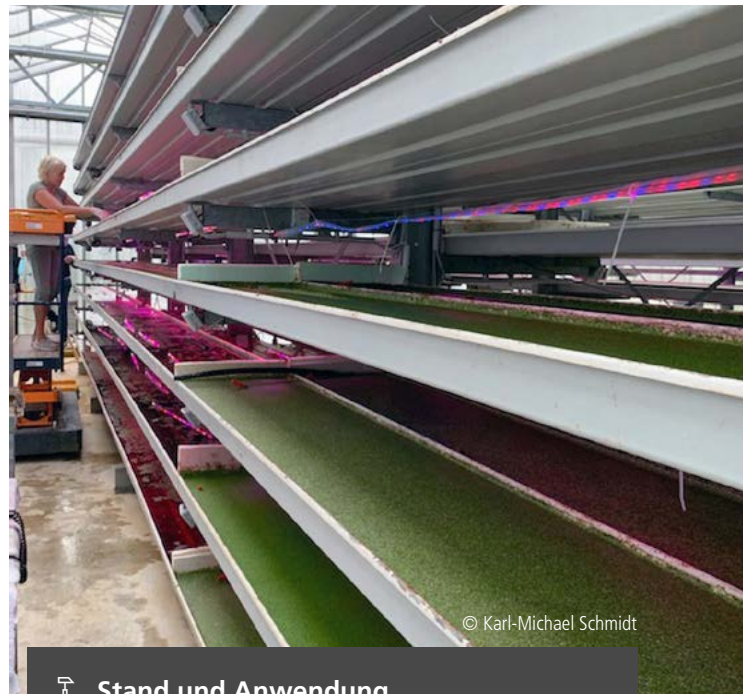
## Nutzung niederkalorischer Abwärme zur Produktion von Wasserlinsen in Etagen

### 🗄 Hintergrund

Das Unternehmen OxyGenesis aus Kalkar bei Kleve beschäftigte sich erstmals mit der Wasserlinse (*Lemnacea* sp.), als es 2010 in Kooperation mit der Gelsenwasser AG einen Wasserlinsenbioreaktor baute. Allerdings stellte sich schnell heraus, dass die Wasserlinse für den Einsatz als Energiepflanze mit einem Anteil von bis zu 40 % Rohprotein (je nach Gattung und Sorte) zu wertvoll ist. Das potenzielle Superfood verfügt über ein ausgewogenes und vor allem vollständiges Aminosäuren-Spektrum, ist günstig in der Herstellung und würde sich sogar als Alternative zu Soja in der Futtermittelproduktion anbieten. Darüber hinaus ist die Biomasse bereits jetzt als Novel Food im Gespräch und bei einigen Firmen bereits in der Antragsphase. Davon abgesehen stehen Wasserlinsen in Asien bereits seit Langem auf dem Speiseplan.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Karl-Michael Schmidt von OxyGenesis befasste sich unter anderem auf dem Spierhof in Kalkar mit der Weiterentwicklung eines Verfahrens, mit dem die Wasserlinse in Etagen in Gewächshäusern angebaut werden kann. Zum Wachsen benötigen die Pflanzen weniger Licht als andere Landpflanzen und können unter Zufuhr von niederkalorischer Abwärme, beispielsweise in einer Biogasanlage oder einem Melkstand, 365 Tage im Jahr produziert werden. Mit der Nutzung von anfallender Abwärme und der schnellen Vermehrung der Pflanze wird eine zusätzliche Treibhausgas-Senke geschaffen. Als nachhaltige Quellen für die Ernährung können schadstofffreie Abwässer aus der Lebensmittelproduktion, Molke oder sogar die Flüssigphase von Gülle- und Gärresten dienen, wenn diese vorbehandelt und hygienisiert werden. Das macht die Wasserlinsenproduktion vielseitig anschlussfähig an verschiedene Produktionszweige. Der Indoor-Anbau hat außerdem den Vorteil, dass die Biomasse hochrein und ohne Schwermetallanreicherung angebaut werden kann.

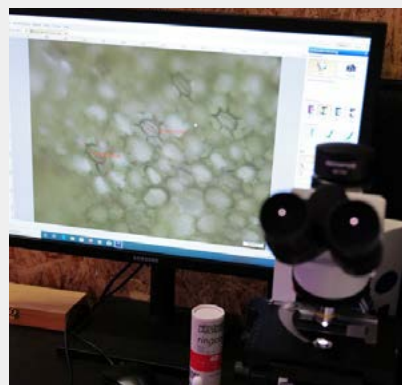


© Karl-Michael Schmidt

### 📍 Stand und Anwendung

Das im Rahmen einer Dissertation in Bonn optimierte Verfahren ist bereits in Berlin in der Anwendung: Für die Produktion der Wasserlinsen wird Abwasser aus der Barschzucht genutzt, wobei die Wasserlinse selbst angesichts des richtigen Omega-6- zu Omega-3-Verhältnisses als sinnvolle Alternative zur Verwendung von Soja eingesetzt werden kann. Uniper kündigte Interesse an der vertikalen Farm an und arbeitet bereits an der Skalierung auf einen Hektar Grundfläche in vier Ausbaustufen.

**Ansprechpartner** Karl-Michael Schmidt (OxyGenesis)



© Karl-Michael Schmidt



© Stefanie Bröring

# Innovationstransfer

Ein Interview mit Frau Prof. Dr. Stefanie Bröring,  
Leiterin des Lehrstuhls Technologie-, Innovationsmanage-  
ment und Entrepreneurship an der Universität Bonn

9. Juni 2021

## Wie nehmen Sie die Innovationslandschaft im Kontext der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen wahr?

In NRW ist eine zunehmende Dynamik zu beobachten: Die Anzahl der umweltwirtschaftlichen Businessplanwettbewerbe und Start-ups ist in den letzten Jahren stark angewachsen. An den Technischen Hochschulen, die in anwendungsbezogener Forschung und damit Ausgründungen traditionell stärker sind, aber auch in Universitäten, wie auch hier in Bonn, hat der Transfer als dritte Säule neben Forschung und Lehre stark an Bedeutung gewonnen.

Das Interesse an nachhaltigkeitsorientierten Innovationen nimmt auch in der Industrie zu. Große Firmen in NRW, unter anderem aus der Chemieindustrie, beziehen das Thema Umweltinnovationen immer stärker in ihre strategischen Überlegungen mit ein. Neben der Verfügbarkeit sogenannter Clean Technologies stellen politische Rahmenbedingungen, wie beispielsweise der Green Deal oder die ESG-Kriterien<sup>1</sup>, Treiber für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien der Unternehmen dar. Trotz dieser Entwicklungen bleibt es spannend zu sehen, ob es tatsächlich ein „Green Premium“, also einen Preis für Umweltinnovationen gibt. So haben alle Aktivitäten letztlich den Anspruch, irgendwann auch ohne (staatliche) Förderungen auf dem Markt wettbewerbsfähig zu sein.

## Welche Hürden bestehen in der nordrhein-westfälischen Innovationslandschaft?

Bei der Analyse von Innovationsökosystemen finden sich immer wieder Lücken, fragmentierte Strukturen und fehlende Wertschöpfungsketten. Rohstoffe, die potenziell einer Kaskadennutzung zugeführt werden können, sind nicht immer mit den Downstream-Technologien vernetzt, die zu ihrer Valorisierung gebraucht werden, wie zum Beispiel Nebenströme aus der Lebensmittelproduktion als Feedstock für Bioraffinerien, um hochwertige Pharma-Vorprodukte zu generieren. Einzelne Akteure kommen nur schwer aus ihren eigenen Wissenskorridenten heraus, wodurch Pfadabhängigkeiten entstehen und sich vertiefen. Hier müssen eine bessere Vernetzung und ein Aufbrechen fixer Strukturen stattfinden. Ein Ansatz wäre es, analog zu den Digitalhubs, Bioraffinerie- oder Valorisation-Hubs aufzubauen und die Nebenstoffstromnutzung als branchenübergreifendes Thema aufzustellen, ähnlich der Digitalisierung.

Für Start-ups und Gründerinnen und Gründer aus der Wissenschaft besteht immer noch das klassische „Valley of Death“. Ein grundsätzliches Problem ist, dass die Nebenstoffstromnutzung im Gegensatz zur Digitalwirtschaft höhere Investitionen erfordert. Diese erschweren den Übergang in eine Scale-up-Phase. Hier wäre es klug, eine Infrastruktur zu schaffen, die Gründern das Lernen und Herstellen von „Minimal viable products“ erleichtert. Aus dem Bereich der Share Economy gibt es Ansätze von Biofoundries. Das sind

<sup>1</sup> ESG steht für Environmental, Social und Governance-Indikatoren, den gängigen Bezeichnungen für ökologisch, sozial und unternehmerische Kriterien in der Nachhaltigkeitsberichterstattung



Bioraffinerien, deren integrierte Infrastruktur von Forschenden genutzt werden kann, um die schnelle Entwicklung, Konstruktion und Prüfung veränderter Organismen für biotechnologische Anwendungen und Forschung zu ermöglichen. Dies erlaubt dann, Nebenströme mit dem optimalen Verfahren möglichst komplett zu verwerten und hochwertig (beispielsweise Pharmavorprodukte) zu vermarkten.

In anderen europäischen Ländern, wie in den Niederlanden, kann man beobachten, wie eine gute Akteursvernetzung gelingt. Im direkten Umfeld der Universität Wageningen siedeln sich beispielsweise Unternehmen an. Die Firmen finden dort Zugang zur Wissenschaft, zum Beispiel zu Doktorandinnen und Doktoranden. Diese Art der Akteursvernetzung im Sinne eines „Open-Innovation-Ansatzes“ kann in NRW noch gestärkt werden.

### **Wie können Professoren und Professorinnen motiviert werden, unternehmerisch aktiv zu werden?**

Die größte Hürde für Gründungen aus Reihen der Wissenschaft ist, dass der Impact von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen anhand des H-Indexes<sup>2</sup> gemessen wird. Das darüberhinausgehende Engagement für den Wissenstransfer, zum Beispiel in wissenschaftlichen Beiräten, im Mentoring, Coaching oder anderweitigem Begleiten von Gründern und Gründerinnen, findet kein Gewicht, wenn man als Wissenschaftler oder Wissenschaftlerin evaluiert wird. Das ist aus meiner Sicht ein sehr großes Problem.

Hierfür gibt es auch andere positive Beispiele, wie etwa die Utrecht University, die den Impact-Faktor zur Beurteilung abgeschafft hat. Interessant ist auch die UK Research Excellence Initiative. Dort werden breitere Parameter herangezogen, um den wissenschaftlichen Impact in der Gesellschaft zu messen. Das sollten wir uns mal ansehen, um aus der eindimensionalen Bewertung der Wissenschaft herauszukommen.

### **Wie können Studierende früh für unternehmerisches Denken sensibilisiert werden?**

Am Ende des Semesters frage ich die Studierenden oft, was passieren muss, damit sie die im Seminar entwickelten Geschäftsmodell-Ideen umsetzen. Bei vielen besteht das Mindset, den ersten Job bei einer Beratung oder großen Firma zu bekommen, um sich erst zu beweisen und danach zu gründen, das muss aber so nicht sein. Gründen kann gut in einer früheren Lebensphase passieren, in der das Sicherheitsdenken, das mit Verpflichtungen wie Immobilienfinanzierung oder Familie kommt, weniger ausgeprägt ist.

Der Weg zu gründen, kann durch verschiedene Lehrformate stimuliert werden: sich als Gründer zu erleben, einen Pitch zu halten oder einen Businessplan zu erstellen. In unseren Gründungsmodulen sind bereits viele Geschäftsmodelle entstanden, die für Firmen interessant sind. – Das müsste jetzt systematisch zusammengebracht werden: Die Studierenden, die gründen würden, wenn sie ein bisschen Sicherheit bekämen und auf der anderen Seite Firmen, die im Bereich der Umweltinnovationen aktiv werden wollen, aber im Tagesgeschäft gefangen sind. Dass Studierende eine Perspektive bekommen, ließe sich zum Beispiel dadurch realisieren, dass Firmen eine Liste an Problemen und Explorationsoptionen zur Verfügung stellen, die tatsächliche Herausforderungen darstellen. An den Fachhochschulen gibt es einen solchen Austausch schon viel mehr als an den Universitäten. Ebenso müssen wir mit positiven Beispielen daran arbeiten, dass sich das Mindset ändert, so dass Gründen und Scheitern keine Schande sind – auch nicht im Lebenslauf.

2 Der H-Index ist eine Kenngröße aus der Wissenschaft, mit der die Anzahl von Zitationen wissenschaftlicher Publikationen einzelner Forschender gemessen wird.

### **Wie können auch „außeruniversitäre“ Berufsfelder (Handwerk, Landwirtschaft, etc.) im Innovationsprozess mitgenommen werden?**

Hierbei könnte eine Plattform helfen, die Ideengeber und Gründer am besten sektorübergreifend vernetzt. Teilweise gibt es solche Plattformen auch schon, beispielsweise F3 eine online-Plattform für an Innovations- und Gründungs-interessierten Landwirten.

Zudem sind Projekte möglich, wie wir sie an meinem Lehrstuhl bereits umsetzen. Im Rahmen eines Seminars bieten wir ein Innovation Management Assessment für Unternehmen an. Das kostet die Unternehmen nichts und für die Studierenden ist es eine Prüfungsleistung. Mit dem Tool, das sie im Seminar kennengelernt haben, überprüfen die Studierenden theoriegeleitet die Innovationsfähigkeit der Unternehmen und leiten Handlungsempfehlungen für ein professionalisiertes Vorgehen ab.

Da Landwirte und KMU keine freie Kapazität haben, um neue Pfade zu explorieren oder sich dafür Beratungsleistung zu kaufen, bieten niederschwellige Angebote, mit Studierenden zu kooperieren, eine Chance für beide Seiten. Aus eigenem Antrieb oder als Teil angewandter Forschungsprojekte machen wir das in Angeboten wie „Business Model Workshops“ heute auch schon.

### **Was sind aus Ihrer Sicht Best-Practice Beispiele der nordrhein-westfälischen Innovationslandschaft für grüne Gründungen?**

Die Uni Bonn hat bereits einige Start-ups hervorgebracht und mit „Enacom“ ein neues Transferzentrum aufgebaut, die RWTH Aachen ist zu nennen, aber auch die gesamte Landschaft der ESCs – die Excellence Start-up Center, wie zum Beispiel das „REACH“ in Münster oder die „Worldfactory“ in Bochum bieten großes Potenzial. Die Ruhr-Uni Bochum hat themenspezifische Accelerator-Programme, zum Beispiel für die Bereiche Chemie oder Materialwissenschaften. Das halte ich für eine kluge Struktur, weil initiale Ideen themenspezifisch hineingegeben werden können. So eine Struktur haben wir in Bonn zum Beispiel noch nicht, aber sie bietet die Möglichkeit, ein ganzes Ökosystem an Unternehmen drumherum aufzubauen. Diese können sich aktiv beteiligen und würden ggf. bei Finanzierungsrunden in der Scale-up Phase mit einsteigen.

### **Nachhaltige Bioökonomie und Circular Economy sind der zentrale Schlüssel einer Ressourcenwende. Was muss passieren damit uns diese Wende gelingt?**

Die einzelnen notwendigen Puzzlesteine für die Rohstoffwende sind heute noch nicht gut miteinander verzahnt. Eine Kaskadennutzung funktioniert nur dann, wenn Akteure ihre etablierten Wertschöpfungsketten aufbrechen und neue Verknüpfungen aufbauen. Ein Beispiel aus einem meiner Projekte: ein Lebensmittelproduzent im Bereich Rapsöl stellt sich die Frage, welche weiteren Wertschöpfungsmöglichkeiten für den Rapsextraktionsschrot existieren, der heute als Tierfutter verwendet wird. Mit dieser Frage steht eine Lebensmittelfirma vor der Herausforderung, viel Wissen und Zeit in ein Feld zu investieren zu müssen, in dem sie bisher keine Kompetenzen hat. Auf der anderen Seite stehen Biotechnologen, denen der Zugang zu den Rohstoffströmen fehlt, und Firmen, die zwar den Marktzugang haben, aber deren Geschäftsmodell auf fossilen Phosphatquellen aufbaut. An diesem Beispiel ist gut zu erkennen, dass diese Akteure erst mal miteinander vernetzt werden müssen. Das ist aus meiner Sicht die allergrößte Herausforderung. Meistens ist keine Zeit dafür, neue Geschäftsmodelle zu explorieren und Partner mit komplementären Kompetenzen zu finden. Eine Finanzierung für das Explorieren neuer Geschäftsmodelle oder der Zugang zu Start-ups sowie die Infrastrukturen, wie die bereits erwähnten Biofoundries, würde da helfen. Wenn wir dann auch noch neben Anschubfinanzierung und initialer Förderung eine Preis- und Zahlungsbereitschaft für nachhaltige Innovationen am Markt haben, kommen wir in die Phase, wo Umweltinnovationen wettbewerbsfähig sind – denn am Ende entscheidet sich daran, ob Innovationen eine Diffusion am Markt finden und damit die Ressourcenwende ermöglichen.

*Liebe Frau Prof. Bröring, wir bedanken uns ganz herzlich für das Gespräch.*

# Die nordrhein-westfälische Ressourcenwende im internationalen Kontext

**Die Innovationskraft der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft wird auch im internationalen Kontext, auf Auslandsmärkten sowie zum Wissens- und Technologietransfer stark nachgefragt. Während die erfolgreiche Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft bereits enorme Exporte und Importe aufweist und auch über Deutschland hinaus weit bekannt ist, gilt es zu zeigen, dass viele weitere Innovationen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft zur Ressourcenwende beitragen und von internationalem Interesse sind.**

Viele Länder und Regionen begannen bereits vor einigen Jahren damit, die Entwicklungen einer Circular Economy zu stärken. Vielerorts wurde dabei eine von den Regierungen gesteuerte Top-down-Strategie angewandt, inklusive koordinierter Strategiepapiere und der Einrichtung zentraler Agenturen. In NRW hingegen wurde die Umsetzung einer CE bisher eher durch verschiedene Bottom-up-Initiativen geprägt, die wiederum durch Aktivitäten des Umwelt- und Wirtschaftsministeriums unterstützt wurden. NRW steht anderen Ländern im Thema CE dennoch nicht nach – im Gegenteil: der Innovationsradar zeigt, dass NRW sehr viel für eine Ressourcenwende zu bieten hat. Diese Stärken gilt es im internationalen Kontext zu präsentieren, um Innovationen aus NRW auch auf Auslandsmärkten noch besser zu positionieren.

Die weltweiten Diskurse und Entwicklungen, zum Beispiel in Verbindung mit dem Beitrag zum Klimaschutz, stellen für NRW dabei eine große Chance dar, die Transformation erfolgreich zu meistern. In anderen Ländern und Regionen wird bereits seit längerem zu neuen Formen der Zusammenarbeit und der Integration aller Akteurinnen und Akteure im Wertschöpfungskreislauf geforscht. Diese ist für die Umsetzung einer zirkulären Wirtschaft unumgänglich. Erfahrungen und Erkenntnisse anderer Länder und Regionen dieser Art können für NRW von großem Wert sein – zu Austausch und Kooperation anregen oder als Inspiration dienen. Innovationen aus dem Ausland können die Ressourcenwende in NRW vorantreiben und neue Ansatzpunkte für nordrhein-westfälische Lösungen bieten.

## Circular Economy Hotspot 2022 in Bottrop

Finanziert durch das nordrhein-westfälische Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie wird im September 2022 in Bottrop der „Circular Economy Hotspot“ ausgerichtet – NRW wird somit Teil der Community von europäischen CE-Vorreitern, wie Holland Circular Hotspot, Zero Waste Scotland, Circular Flanders, Nordic Circular Hotspot und Circular Catalonia. Der Hotspot bietet der Region NRW und innovativen Unternehmen, die planen, ihre Produktion, ihr Produkt oder ihre Dienstleistung zirkulär umzustellen bzw. dies bereits getan haben, eine internationale Bühne mit vielen Gästen.

Bis dahin bündelt das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW (KNUW) die Kräfte aus NRW und präsentiert gemeinsam mit weiteren europäischen Partnerregionen gute Praxisbeispiele einer Circular Economy. Seit April 2021 reist das KNUW dafür gemeinsam mit der Effizienz-Agentur NRW, dem Prosperkolleg sowie der ZENIT GmbH und weiteren europäischen Partnern digital in verschiedene Regionen und Länder. Die monatlichen Events mit Beispielen aus den Branchen, die vom Circular Economy Action Plan der EU betroffen sein werden, ermöglichen auch einigen der in diesem Radar genannten Innovationen von Unternehmen, zum Beispiel von everwave und Oceansafe, sich einem internationalen Publikum zu präsentieren. Die virtuelle Europareise vernetzt progressive Unternehmen und interessierte Akteurinnen und Akteure und inspiriert durch gute CE-Beispiele. Ganz bewusst stehen dabei kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) im Fokus. Es sind Unternehmen dabei, die ihr Geschäftsmodell bereits auf ein zirkuläres umgestellt haben und solche, die von vornherein zirkulär, ökologisch und meist auch sozial nachhaltig agieren. Sie zeigen, dass es

auch für KMU möglich ist, die Transformation einzuleiten. Das Prosperkolleg und die Effizienz-Agentur NRW unterstützen Unternehmen gerne bei ihren Anstrengungen.

Lassen auch Sie sich von den guten Beispielen inspirieren und reisen Sie mit bis nach Bottrop 2022!

**Registrierung zu den Veranstaltungen „Circular Economy SMEs across Europe“:**

<https://circular-economy-smes-across-europe.b2match.io/>

**Deutsch-niederländische Plattform für Innovationen der nachhaltigen Bioökonomie**

Eine besondere Möglichkeit, sich im europäischen Kontext auszutauschen, besteht für innovative Unternehmen aus dem Bereich der nachhaltigen Bioökonomie: Mit der deutsch-niederländischen Innovationsplattform „AgroInno“ für NRW, Niedersachsen und die östlichen Niederlande bietet das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW eine Plattform für Akteurinnen und Akteure aus den Bereichen Bioökonomie, Landwirtschaft, Klima und Nachhaltigkeit. Der im Innovationsradar vorgestellte autonome landwirtschaftliche Roboter ETAROB der FH Aachen wurde bereits bei der Eröffnung von „AgroInno“ Ende Juni 2021 vorgestellt.

Für beide internationalen Aktivitäten freut sich das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW über Interessebekundungen!





# IMPRESSUM

## **Verantwortlicher**

VDI Technologiezentrum GmbH  
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
info@knuw.nrw

Telefon: +49 211 6214 365  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Sascha Hermann  
Amtsgericht Düsseldorf HRB 49295, USt.-ID: DE 813846179

## **Im Auftrag des**

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und  
Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV)

## **Unter Mitwirkung von**

Prognos AG  
INZIN e.V

## **Die Printausgabe wird gedruckt von**

frames GmbH  
Gewerbehofstr. 16, 45145 Essen

Düsseldorf, September 2021

