



HOCHSCHULE WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF

# FORSCHUNGS- BERICHT 2018





**Prof. Dr. Markus Reinke**  
**Vizepräsident für Forschung und**  
**Wissenstransfer**

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Themen und Leistungen unserer Hochschule werden von der Gesellschaft immer intensiver wahrgenommen und sie erhalten derzeit auch von Seiten der Politik viel Aufmerksamkeit. Die Diskussion um Klimaschutz Klimawandelanpassung, der Prozess hin zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft, die Einsicht zum Erhalt von Biodiversität und Artenvielfalt sowie generell die Bedeutung der angewandten Lebenswissenschaften waren in den Jahren 2018 und 2019 stark in den Medien vertreten. Gesellschaft und Politik realisieren in zunehmendem Maß, dass die Zukunftsfähigkeit unseres Landes auch durch eine nachhaltige Entwicklung der Lebenswissenschaften sichergestellt werden muss.

Eine Hochschule für angewandte Wissenschaften hat ihren Fokus traditionell auf der praxisorientierten Lehre, doch Forschung und Wissenstransfer haben sich mittlerweile zu weiteren tragenden Säulen der HSWT entwickelt. Das wirft die Frage auf, ob sich diese gestiegene gesellschaftliche Wahrnehmung auch im Erfolg von Forschung und Wissenstransfer der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf widerspiegelt? Diese Frage möchte ich als Vizepräsident für diesen Bereich mit einem klaren JA beantworten.

Die Einnahmen durch Drittmittelforschung sind deutlich gestiegen. Die Anzahl der Wissenstransferveranstaltungen sowie der Teilnehmerinnen und Teilnehmer hat zugenommen. Immer mehr Professorinnen und Professoren engagieren sich in der Forschung sowie in der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die zahlreichen wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, darunter auch zahlreiche Absolventinnen und Absolventen unserer Hochschule, bringen viel Engagement, Initiative und Begeisterung in die Forschung mit ein.

Das Zentrum für Forschung und Wissenstransfer (ZFW) hat entscheidend daran mitgewirkt, die Rahmenbedingungen für die Forschung sukzessive zu verbessern. Durch den intensiven Kontakt mit den forschenden Professorinnen und Professoren u. a. bei Anbahnung, Antragstellung und Verwaltung von Forschungsprojekten weiß das ZFW um die Bedarfe der Forschenden. Durch die ebenfalls intensive Zusammenarbeit mit den Verwaltungssachgebieten Haushalt und Personal kennt das ZFW-Team auch die Bedürfnisse und Befindlichkeiten derjenigen, für die der Ausbau von Forschung und Wissenstransfer neue Herausforderungen und Kapazitätsanforderungen bedeuten. Diese Mittlerrolle des ZFW-Teams hat deutlich zu effizienteren Abläufen in der Abwicklung der gesamten Forschung beigetragen. Verschiedene Informationsveranstaltungen der Forschungsinstitute und der Professorinnen und Professoren, in denen Zielgruppen aus Fachöffentlichkeit, Bevölkerung und nicht zuletzt der HSWT selbst angesprochen wurden, haben ebenfalls die Wahrnehmung der Forschung positiv beeinflusst.

Als Vizepräsident für Forschung und Wissenstransfer habe ich mir für eine mögliche weitere Amtsperiode zum Ziel gesetzt, diese Erfolge auszubauen und weitere Herausforderungen anzugehen. So gilt es, die immer noch knappen Ressourcen in der Forschungsinfrastruktur zu erweitern sowie den personellen Mittelbau kontinuierlich zu stärken. Ich trete dafür ein, dass neben der Lehre auch die großartige Leistung von allen an Forschung und Wissenstransfer Mitwirkenden innerhalb der „HSWT-Familie“ eine stärkere Wahrnehmung und Anerkennung erfährt.

Ich wünsche mir und hoffe, dass Sie beim Lesen dieses Forschungsberichts die Leidenschaft und Begeisterung spüren, den jede Forscherin und jeder Forscher benötigt, damit wissenschaftlicher Fortschritt entstehen kann. Ich hoffe, dass Sie zu der Überzeugung kommen, dass die Gesellschaft Forschungserkenntnisse dieser Art braucht, damit wir alle unsere Zukunft erfolgreich, nachhaltig und lebenswert gestalten können.

Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "M. Reinke". The signature is fluid and cursive.

Prof. Dr. Markus Reinke



## INHALTSVERZEICHNIS

Stand von Forschung und Wissenstransfer .....	6
Workshop zur Forschungsstrategie mit dem wissenschaftlichen Beirat des Zentrums für Forschung und Wissenstransfer .....	8
Forschung, Wissenstransfer und Internationalisierung in Zahlen .....	9
HSWT-Forschung im Fokus von Öffentlichkeit und Gesellschaft .....	10
Positive Entwicklungen im Wissenstransfer .....	12
Forschungsschwerpunkte .....	14
<b>PROJEKTE IM FORSCHUNGSSCHWERPUNKT LANDNUTZUNG, ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT</b> .....	16
Entwicklung nachhaltiger Strategien zur Unkrautregulierung im Obstbau .....	16
Rückstandsarme Obstproduktion – Modellanlagen zur Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes .....	18
Frudistor – Software-gestütztes Bestimmungssystem zur Reduzierung von Lagerschäden im Obstbau .....	19
Nutzung der Nah-Infrarotspektroskopie zur Qualitätssicherung bei der Produktion von Zierpflanzenstecklingen .....	20
Versuche zur Kompostierung und Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zur Optimierung der Nährstoffeffizienz des organisch gebundenen Stickstoffs .....	21
Optimierte Oberflächen zur Verbesserung der Effizienz innovativer Injektionsgeräte für Dünger (EffID) – Teilprojekt 6 .....	22
Architektur eines unabhängigen Expertennetzes für die Pflanzenbauberatung im Zeitalter der Digitalisierung (FarmExpert 4.0) .....	24
Entwicklung eines integrierten Farm-Management-Systems für die kombinierte Milch- und Energieproduktion in landwirtschaftlichen Betrieben und Vernetzung in ein regionales Energienetz (Cow Energy) .....	25
Grünleguminosen als Eiweiß- und Raufuttermittel in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung (GRÜNLEGUM) .....	26
Digital basiertes Stickstoffmanagement in landwirtschaftlichen Betrieben – Emissionsminderung durch optimierte Stickstoffkreisläufe und sensorgestützte teilflächenspezifische Düngung (Mais Sensor) .....	28
Entwicklung neuer Hopfenpräparate für die Phytopharmazie (ExBiNAH) .....	30
Enable Cluster: Gesunde Ernährung in allen Lebensphasen .....	32
Innovatives CO <sub>2</sub> -gesteuertes Hydrolyseverfahren für pflanzliche Arzneistoffe .....	34
Analyse der Märkte für ausgewählte Öko-Produkte in Bayern – Entwicklung und Potenzial von Öko-Milch sowie weiteren ökologischen Erzeugnissen .....	36
Fortschritte in der Identifizierung organischer Spurenstoffe – Nachhaltigkeit und Ansiedlung der FOR-IDENT Plattform .....	37
<b>PROJEKTE IM FORSCHUNGSSCHWERPUNKT NACHWACHSENDE ROHSTOFFE, ERNEUERBARE ENERGIEN UND ENERGIEEFFIZIENZ</b> .....	38
Entwicklung eines Herstellungsverfahrens einer natürlichen Zuckerrohrwachsemulsion auf Wasserbasis ohne umweltbeeinflussende Lösungsmittel und auf rein ökologischer Basis als Formulierungsgrundlage für leistungsfähige Reinigungsmittel .....	38
„Biobased Product Environment“ in Bayern .....	39
Entwicklung eines Kleinstpumpspeichersystems mit Pumpe-als-Turbine (PATmiPS) .....	39
Energieeinsparung im Gartenbau durch intelligente Klimaführung im Gewächshaus .....	40
Produktqualität und Ressourceneffizienz bei der Pflanzenproduktion in Indoor-Farming-Systemen .....	41



<b>PROJEKTE IM FORSCHUNGSSCHWERPUNKT UMWELTVORSORGE, KLIMAWANDEL UND BIODIVERSITÄT</b> .....	42
Ökosystemleistungen in der Landschaftsplanung (ÖkoSysLa) .....	42
Grenzüberschreitendes Konzept für Naturschutz und Naturerlebnis im Gebiet des Böhmisches Waldes und der Oberpfalz .....	44
Entwicklung eines nachhaltigen Reinigungsverfahrens für reflektierende Kunststoffoberflächen mit integrierter Kreislaufführung der Reinigungslösung .....	46
Entwicklung eines Biopolymerreinigers zur Entfernung von Kalk und einer Methode zur Evaluation der Reinigungsleistung von Kalkentfernern .....	48
Nährstoffrückgewinnung aus flüssigen Gärrückständen – Teilprojekt: Pflanzenverfügbare Nährstoffpotenziale .....	50
Alpenhumus als klimasensitiver C-Speicher und entscheidender Standortfaktor im Bergwald ..	52
Adaptive und sensorgestützte Bewässerung extensiver Gründächer zur Optimierung des urbanen Wassermanagements im Hinblick auf Niederschlagsrückhalt und Verdunstungskühlung ....	54
Baysics Teilprojekt 6: Höhengrenzen von Baumarten selbst erkunden .....	56
Vegetation der bayerischen Normallandschaft zwischen Klimaerwärmung und Landnutzungsdruck .....	57
Die Biotopausstattung der Brunnenkopfmalm im Ammergebirge zu Beginn der Wiederbeweidung .....	57
Schnittmuster – Mahdmosaik und Vielfalt in einer grünlanddominierten Landschaft .....	58
Biodiversität in Bayern: Inventar der Artenvielfalt anhand der taxonomischen Referenzliste des Bayerischen Landesamtes für Umwelt .....	59
Entwicklung eines sensorbasierten intelligenten Gewächshaus-Managementsystems (Prosibor)	60
Our Common Future: Diagnose von Schaderregern als Basis für einen nachhaltigen Pflanzenschutz .....	61
<b>PROJEKTE AUS WEITEREN FORSCHUNGSFELDERN</b> .....	62
Entfernung von Arsen aus Trinkwasser durch ein neues Verfahren auf Basis von Eisenhydroxid-Mikropartikeln (Mikroad) .....	62
TOPAS – Praxisorientierte Ausbildung für Studierende in Landwirtschaftlichen Disziplinen .....	64
Solare Trocknung im Rahmen eines Weiterbildungsprojektes für Afrika .....	66
<b>PROMOTIONEN</b> .....	68
Fachforum Verbundpromotionen .....	68
Promotionsstatistik .....	68
Integrated system analysis for understanding complexity in small business management – Concept development and applications in horticultural retail companies .....	69
Individual investors and socially responsible investments – Attitudes and preferences in the context of wind energy investments .....	70
Verkaufsbereitschaft für biogene Ressourcen – Marktpotenzial von Stroh in Abhängigkeit des landwirtschaftlichen Entscheidungsverhaltens .....	71
Farbentwicklung von Destillaten mit Holzkontakt .....	73
Aufbereitung von Biertrebern für eine optimierte energetische und stoffliche Nutzung .....	73

## STAND VON FORSCHUNG UND WISSENSTRANSFER

### ERFOLGE

Die Forschung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der damit verbundene Wissenstransfer erlebte in den letzten Jahren einen ständigen Aufwärtstrend. Allein die Drittmittel aus der Forschung erreichten 2018 den bisher höchsten Wert von rund 4,78 Mio. Euro. Dazu kommen Drittmitteleinnahmen durch Internationalisierungsaktivitäten und klassischen Wissenstransfer in Höhe von insgesamt 1,48 Mio. Euro. Besonders erfreulich und im Sinne der Internationalisierungsstrategie ist die Steigerung bei internationalen Forschungs- und Kooperationsprojekten, auch wenn die Bundes- und Landesförderung weiterhin die höchste Relevanz aufweist. Dabei wachsen die Dimensionen und Budgets der Forschungsprojekte im Durchschnitt an, während gleichzeitig die Anzahl der Projekte etwas zurückgeht. Mehr Zahlen zur Entwicklung von Forschung und Wissenstransfer finden Sie auf Seite 9.

### STRATEGIEENTWICKLUNGEN

Forschungs- und Wissenstransferstrategien an der HSWT waren bislang v. a. in den Köpfen und diversen Papieren der Forschenden und Forschungsdienstleister präsent und wurden vielfach in Gremien diskutiert und weiterentwickelt. Diese vielfältigen strategischen Zielüberlegungen waren jedoch bisher noch nicht in einer koordinierten Strategie aufeinander abgestimmt und schriftlich niedergelegt. Deshalb wurde 2018 eine Forschungsstrategie zur Optimierung und Effektivierung der Forschungsarbeit erstellt und schriftlich fixiert. Eine Wissenstransferstrategie kam ergänzend hinzu. Beide Strategien entstanden unter intensiver Mitwirkung der Kommission Forschung der HSWT sowie des externen wissenschaftlichen Forschungsbeirats und beinhalten die Leitlinien für die nächsten Jahre.

Die Effektivierungsstrategie durchleuchtet den bisherigen Ressourceneinsatz, die Organisation der Forschungseinrichtungen und die Nutzung der Forschungsinfrastrukturen. Die Strategie ist so ausgerichtet, dass auch bei stagnierenden Personalressourcen und Budgets ein weiterer Aufwuchs der Drittmiteleinnahmen erzielt werden kann. Dies soll durch eine Vielzahl kreativer Maßnahmen erreicht werden wie z. B. durch Umverteilungen von Personalstellen, die Umstellung von Abteilungen und Referaten am ZFW sowie durch eine intelligente Intensivierung der Forschungsunterstützung bei Akquise, Drittmittelabrechnung und Verwaltung der Projekte.

Die Wissenstransferstrategie baut auf einer eingehenden Analyse der bisherigen Zielgruppen, Teilnehmer und Formate auf. Der Fokus liegt auf dem Ausbau von Wissenstransferaktivitäten und -veranstaltungen für die Fachzielgruppen aus Wirtschaft, Verbänden und Lobbygruppen. Im Bereich der sogenannten „Third Mission“ von Hochschulen, also des Wissenstransfers in Bevölkerung und Öffentlichkeit, erfolgt seit 2018 eine intensivere Abstimmung der Angebote für Schulen vor allem in den Bereichen Umwelt- und Naturbildung, was sich in deutlich höheren Teilnehmerzahlen bei gleichbleibender Anzahl von Veranstaltungen zeigte.



Präsident Dr. Eric Veulliet begrüßt Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem Bereich Wald und Forstwirtschaft zu einer Wissenstransferveranstaltung

### ZUNEHMENDE EINBINDUNG IN FORSCHUNGSNETZWERKE

Angehörige der HSWT sind intensiv in Forschungsnetzwerken aktiv und auch als Gutachter für Forschungsauftraggeber auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene tätig. Dadurch wird die Perspektive der angewandten Forschung verstärkt in Entscheidungsprozesse eingebracht und erhält bei potenziellen Forschungsgeldgebern mehr Augenmerk. Das Renommee der Professorinnen und Professoren der HSWT in diesen Gutachtergremien ist sehr hoch, dies belegen die positiven Rückmeldungen aus diesen Forschungs- und Gutachtergremien.

### AKTIVIERUNG VON FORSCHENDEN

Der Anteil der forschungsaktiven Personen an der HSWT wächst. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass die Forschungsleistungen und -ergebnisse aufgrund der Aktivitäten des Zentrums für Forschung und Wissenstransfer (ZFW) stärker wahrgenommen werden. Außerdem werden zunehmend jüngere Professorinnen und Professoren mit hohem Forschungspotenzial berufen. Das Forschungsunterstützungsteam am ZFW unterstützt diesen Trend aktiv mit Workshops zur Forschungsanbahnung (Forschungsthemen, Kalkulation, Antragsverfahren u. a.). Neben den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZFW werden diese auch von externen Beraterinnen und Beratern durchgeführt. Die Nachfrage von forschungsinteressierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an jedem Campus und Standort der HSWT ist groß. Sowohl diese Workshops als auch die intensive Begleitung von Forschungsanträgen durch das ZFW haben dadurch zu einem deutlichen Anstieg der Forschungsanträge geführt.

### QUALIFIZIERUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN NACHWUCHSES

Die Gewinnung von eigenen wissenschaftlichen Nachwuchskräften fällt Hochschulen für angewandte Wissenschaften schwerer als Universitäten. Das liegt vor allem daran, dass sie weniger Masterstudierende haben und kein eigenes Promotionsrecht besitzen und auch sonst nur wenig Möglichkeiten haben, Promotionen zu unterstützen. Einen wichtigen Erfolg in der Unterstützung von Promotionen konnte die HSWT in der zweiten Jahreshälfte 2018 mit der erfolgreichen Einwerbung des Promotionsverbundkollegs „Life Sciences und grüne Technologien“ erreichen. Neben der Universität Bayreuth und der Technischen Hochschule Deggen-dorf ist die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf eine der Trägerhochschulen. Die HSWT ist außerdem Sitzhochschule dieses ab

dem 01.01.2019 unter dem Dach und der Finanzierung des Bayerischen Wissenschaftsforums (BayWiss) etablierten Verbundpromotionskollegs. Mit dem dafür zur Verfügung gestellten Budget konnte Anfang 2019 eine Mitarbeiterin mit wissenschaftlichem Hintergrund mit einer 50 %-Stelle am ZFW eingestellt werden, die zukünftig die Promovenden des Verbundpromotionskollegs betreut und diese z. B. mit Bücher- und Reisestipendien, Tagungsteilnahmen, Schulungen sowie Veranstaltungen zum Erfahrungsaustausch unterstützt. Die HSWT erwartet mit diesem Verbundpromotionskolleg eine bessere Förderung der eigenen Promovenden und eine Professionalisierung der Promotionsbetreuungen.



**Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses – ein wichtiges Ziel der HSWT**

## HERAUSFORDERUNGEN UND SCHRITTE

Auch wenn die Entwicklungen in Forschung und Wissenstransfer insgesamt positiv zu bewerten sind, so gibt es nach wie vor Herausforderungen, die bewältigt werden müssen. Die Erfolge der letzten Jahre in der Forschung müssen weitergeführt, der Wissenstransfer intensiviert und die Forschungskommunikation optimiert werden. Die wachsenden und größer dimensionierten Forschungsaufträge müssen mit hohem Qualitätsanspruch bewältigt werden, die gestiegenen Arbeitslasten in Forschungsmanagement und Verwaltung geleistet werden.

Das Berufungsverfahren zur Besetzung der Forschungsprofessur „Systemanalyse in Landwirtschaft, Gartenbau und Erneuerbaren Energien“ erfolgt durch die Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme in Kooperation mit dem Institut für Gartenbau. Ziel ist es, eine(n) hochkarätige(n) Forscherin bzw. Forscher zu gewinnen, die/der das Institut für Gartenbau mehr für landwirtschaftliche Themen öffnen und somit thematisch weiterentwickeln soll. Erste Probelehrveranstaltungen hatten dazu bereits im Mai 2019 stattgefunden, das Berufungsverfahren läuft aktuell noch.

Das Management der Drittmittelprojekte (Unterstützung bei Akquisition und Durchführung, daraus resultierender Wissenstransfer) ist angesichts der höheren Drittmittelinwerbungen aufwändiger geworden. Dagegen sind die Personalressourcen im Forschungsprojektmanagement unverändert geblieben. Um eine qualitativ nachhaltige Unterstützung von Forschung und Wissenstransfer gewährleisten zu können und gleichzeitig das erworbene Knowhow verstetigen zu können, ist ein moderater Aufbau der Personalressourcen erforderlich, vor allem auch Stellenverstärkungen. Alle diese Aufgaben werden von Mitarbeitern umzusetzen sein, deren Wertschätzung, Motivation und auch Freude an der Arbeit immer wieder gesehen, gefördert und gepflegt werden müssen, beispielsweise durch externe Teambildungstage, Fortbildungsmaßnahmen, transparente Informationsvermittlung, offene Sprechstunden und vieles andere mehr.

Die Forschungsinfrastruktur (Gebäude, Geräteausstattung, Fahrzeugbestand) ist in vielen Fällen in einem altersbedingt schlechten Zustand, Gewächshäuser mit einem Alter von 50 Jahren und Traktoren aus den 60er/70er-Jahren seien hier nur beispielhaft genannt. Der Abbau dieses Investitionsstaus mit dringend benötigten Modernisierungen wird hohe Investitionssummen und mehrjährige Umsetzungszeiträume beanspruchen, die die HSWT nicht aus ihrem eigenen Budget finanzieren kann. Dies wird zwingende Zusatzinvestitionen des Freistaates Bayern erfordern. Die HSWT steht hier in intensiven Verhandlungen mit dem Bayerischen Wissenschaftsministerium und mit anderen Vertretern aus Politik und Verbänden, um letztlich die Rahmenbedingungen für die Forschung zu verbessern.

Einen positiven Schritt in diese Richtung initiierte Roland Albert, Präsident des Bayerischen Gärtnereiverbands und Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats des Zentrums für Forschung und Wissenstransfer der HSWT. Auf seine Anregung besuchten Ministerialdirektor Dr. Peter Müller und Ministerialdirigent Christian Schoppik vom Bayerischen Wissenschaftsministerium das Zentrum für Forschung und Wissenstransfer (ZFW), um sich vor Ort über Forschungsaktivitäten und Forschungsinfrastruktur des Instituts für Ökologie und Landschaft (IÖL) und speziell des Instituts für Gartenbau (IGB) zu informieren.



**(v. li.): Ministerialdirektor Dr. Peter Müller und Ministerialdirigent Christian Schoppik vom Bayerischen Wissenschaftsministerium; Roland Albert, Präsident des Bayerischen Gärtnereiverbandes; HSWT-Präsident Dr. Eric Veulliet und Prof. Dr. Markus Reinke, Vizepräsident Forschung und Wissenstransfer an der HSWT**

Die beiden hochrangigen Besucher waren sehr beeindruckt von der Qualität der Forschung am IGB, deren Bedeutung für die Praxis, aber auch von der Begeisterung der Wissenschaftler, die ihre Arbeit präsentierten. BGV-Präsident Albert verlieh seinem Wunsch Ausdruck, dass das Ministerium finanzielle Mittel bereitstelle, um die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf als Anlaufstelle für die Ausbildung des gartenbaulichen wissenschaftlichen Nachwuchses zu stärken. In diesem Zusammenhang kam auch die anstehende Modernisierung der Gewächshäuser zur Sprache. Es gelte, diese nachzurüsten und mit dem geplanten Neubau auf den Stand einer zukunftsorientierten Technik zu bringen, so Albert.



## WORKSHOP ZUR FORSCHUNGSSTRATEGIE MIT DEM WISSENSCHAFTLICHEN BEIRAT DES ZENTRUMS FÜR FORSCHUNG UND WISSENSTRANSFER

Ende November 2018 war der wissenschaftliche Beirat des ZFW zusammen mit Vizepräsident Prof. Dr. Markus Reinke und dem Team Forschung des ZFW zu einem zweitägigen Workshop eingeladen. Ziel der Veranstaltung war, die Expertise der externen Forschungsbeiräte in die Forschungsstrategie der HSWT einzubringen. Der Workshop orientierte sich an zwei Leitfragen:

- » Forschungsthemen und (Mega-) Trends – Sind wir auf dem richtigen Weg?
- » Welche Rahmenbedingungen sind für die Erreichung der bereits in der Kommission Forschung erarbeiteten Forschungsstrategie unabdingbar?



**Teilnehmende des Workshops:** (von li.): Prof. Dr. Markus Reinke, Vizepräsident Forschung und Wissenstransfer, HSWT | Kathrin Ammermann, Bundesamt für Naturschutz | Ulrich Schäfer, Geschäftsführer Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Bayern | Jakob Opperer, Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft | Roland Albert, Präsident Bayerischer Gartenbauverband u. Vorsitzender des Beirats; Dr. Holger N. Wurl, Deutsche Bundesstiftung Umwelt; Dr. rer. nat. Thomas Ammerl, Bayerische Forschungsallianz GmbH; Dr. Ulrich Busch, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit; RDir Hans Fink, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung; Dr. Michael Krappmann, Geschäftsführer ZFW, HSWT

### WORKSHOP-TAG 1

Die Beiräte konnten sich über die Forschungsschwerpunkte der HSWT und laufende Projekte während eines sogenannten „Gallery Walks“ informieren und austauschen.

In drei Gruppen erarbeiteten sie Einschätzungen zu folgenden Fragestellungen:

- » Welche (Mega-)Trends sehen Sie in den nächsten 5-10 Jahren?
- » Welche (Mega-)Trends kann die HSWT mit ihrem aktuellen Themenspektrum und den vorhandenen Forschungseinrichtungen bearbeiten?
- » Welche Bedarfe müssen an der HSWT noch gedeckt werden, um hinsichtlich dieser (Mega-)Trends gut aufgestellt zu sein?



**Das historische Salettl bildete den perfekten Rahmen für den Ideen-Workshop.**

Der Grundtenor der Ergebnisse an diesem Tag war, dass die HSWT mit der vorhandenen Expertise im Bereich der Lebenswissenschaften drängende zukünftige Fragestellungen hervorragend bearbeiten kann. Eine wichtige Voraussetzung hierzu sei jedoch, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit noch intensiver ausgebaut werde. Auch der Transfer der Ergebnisse sowie die Zusammenarbeit und Kommunikation mit externen Forschungs- und Wirtschaftsvertretern sowie weiteren Stakeholdern (Verbände, Vereine, Gesellschaft) könne noch deutlich verstärkt werden.

### WORKSHOP TAG 2

Im Fokus von Tag 2 stand die Begutachtung der von der Kommission Forschung erarbeiteten Ziele für die Forschungsstrategie – quasi der Blick von außen als Lupe und Korrektiv. Ergänzend wurden die notwendigen Rahmenbedingungen zur Realisierung dieser Ziele diskutiert. Die Teilnehmende des Workshops formulierten in der Essenz folgende Statements als Voraussetzung der Zielerreichung:

- » Interdisziplinarität benötigt mehr Ressourcen als die Summe der Einzeldisziplinen!
- » Personen müssen durch Information, Interaktion und Kommunikation mitgenommen werden!
- » Vielfalt muss als Stärke vermittelt werden!
- » Kontakte zu Unternehmen und Verbänden als Ideengeber müssen intensiviert werden!
- » Möglichkeiten für internationale Kontaktaufnahmen müssen ausgebaut werden!
- » Die Voraussetzungen für ein effektives Forschungsmanagement müssen bis auf die Ebene der HSWT-Verwaltung geschaffen werden!
- » Das Selbstverständnis aller am Forschungserfolg Beteiligten muss gestärkt werden – bis hin zur Ebene der Verwaltung, die ebenso ihren Anteil am Erfolg hat!

### FAZIT DES WORKSHOPS

Die Impulse und Anregungen durch die externe Expertise der wissenschaftlichen Beiräte waren äußerst vielfältig und konstruktiv. Dieses innovative Potenzial des Beirats soll in Zukunft neben der bereits vorhandenen Lobbyarbeit noch stärker genutzt werden. Die Art der Veranstaltung erwies sich als äußerst kommunikations- und beziehungsfördernd. Die Freude an der Forschungsunterstützungsarbeit kam deutlich zum Ausdruck.

# FORSCHUNG, WISSENSTRANSFER UND INTERNATIONALISIERUNG IN ZAHLEN

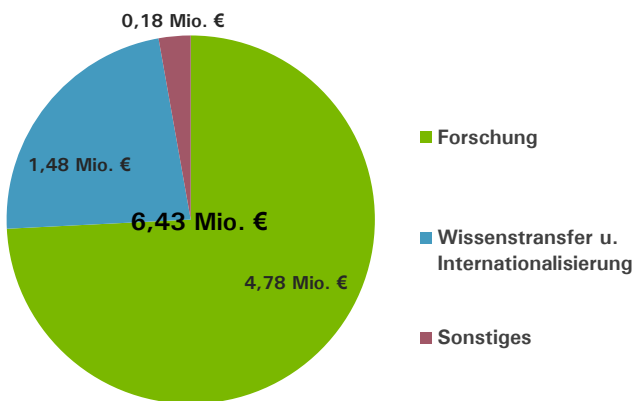


Abb. 1: Gesamte Einwerbung von Drittmitteln (HSWT 2018)

Die HSWT erwirtschaftete 2018 6,43 Mio. Euro Drittmittel. Die Forschungsleistung wurde dabei um rund eine Million Euro gegenüber 2017 gesteigert. Darin enthalten sind sowohl die öffentliche Forschung als auch die Auftragsforschung (Abbildung 1).

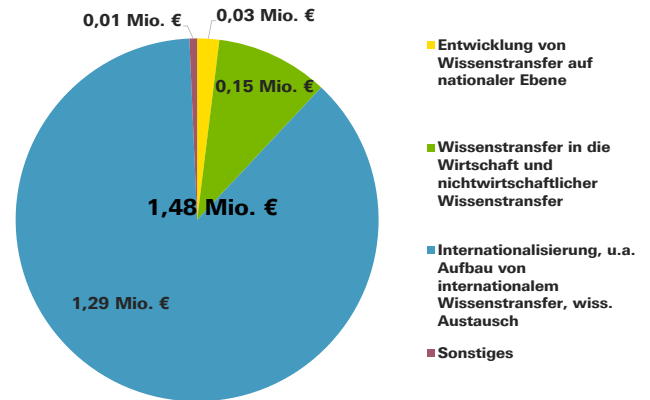


Abb. 4: Drittmittel Wissenstransfer und Internationalisierung (HSWT 2018)

Rund 1,5 Mio. € erwirtschaftete die HSWT 2018 aus einem wachsenden Wissenstransfer sowie aus Aktivitäten zur Internationalisierung wie dem Aufbau von internationalem Wissenstransfer und wissenschaftlichem Austausch (Abbildung 4).

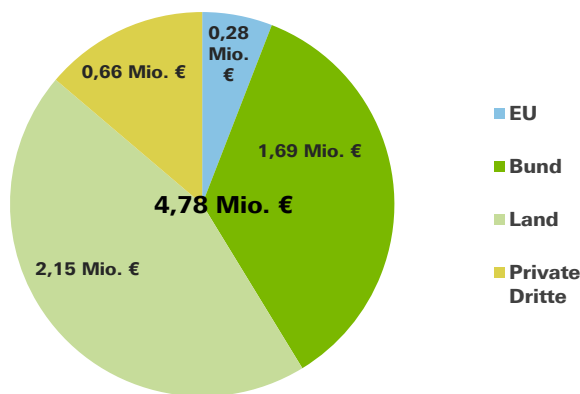


Abb. 2: Drittmittel aus Forschung der HSWT 2018 nach Herkunft

Die meisten Drittmittel in der Forschung stammen aus Bundes- und Länderförderprogrammen (Abbildung 2).

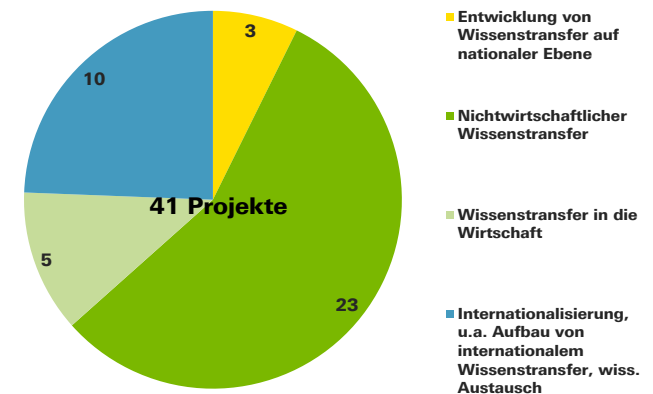


Abb. 5: Anzahl der Projekte im Bereich Wissenstransfer und Internationalisierung an der HSWT 2018

In vielen Veranstaltungen wurde Knowhow an Teilnehmer aus Wirtschaft und Gesellschaft weitergegeben sowie ein wertvoller Erfahrungsaustausch realisiert (Abbildung 5).

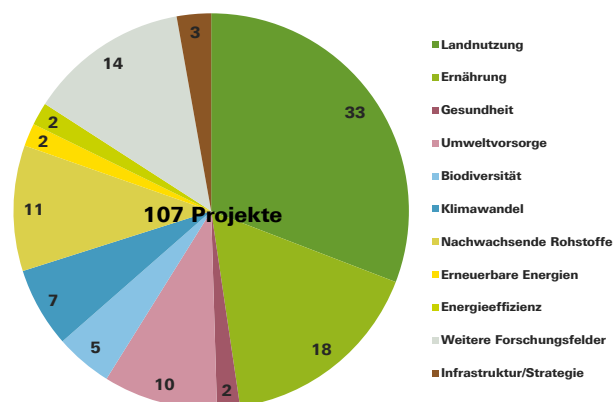


Abb. 3: Anzahl Forschungsprojekte HSWT 2018 nach Forschungsschwerpunkten

Abbildung 3 zeigt, wie viele Projekte in welchen Forschungsschwerpunkten 2018 an der HSWT begonnen wurden, am Laufen waren oder abgeschlossen wurden.

## HSWT-FORSCHUNG IM FOKUS VON ÖFFENTLICHKEIT UND GESELLSCHAFT

### STARTSCHUSS FÜR EIN GRENZÜBERSCHREITENDES PROJEKT FÜR NATURSCHUTZ UND NATURERLEBNIS IN BAYERN UND TSschechien



Projektaufakt im Centrum Bavaria Bohemia (CeBB) im oberpfälzischen Schönsee

Im Bereich des Landschaftsschutzgebiets Böhmischer Wald sowie der Naturparke Nördlicher Oberpfälzer Wald, Oberpfälzer Wald und Oberer Bayerischer Wald soll ein gemeinsames grenzüberschreitendes Konzept entwickelt werden, das als Instrument zur Regelung der touristischen Aktivitäten dienen und gleichzeitig einen maximalen Naturschutz gewährleisten soll. Beim Projektaufakt am 8.2.2019 wurden Vertreterinnen und Vertreter von Gemeinden und Landkreisen der bayerischen Gebietsregionen sowie Verbände und Vereine aus Naturschutz, Tourismus und Landwirtschaft über das Projekt informiert.

### DREILÄNDERTREFFEN DER EU-REFERENTEN UND REFERENTINNEN FORSCHUNG IN FREISING



Das Dreiländertreffen fand im Kardinal-Döpfner-Haus auf dem Domberg in Freising statt.

Der Arbeitskreis der EU-ReferentInnen an Bayerischen Universitäten (BayAK) und die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) hatten zum diesjährigen Dreiländertreffen erstmalig nach Freising eingeladen. Sechzig Teilnehmende aus Bayern, Baden-Württemberg, der Schweiz und Österreich diskutierten aktuelle Themen zur Forschungs- und Innovationsförderung der Europäischen Union. An den Arbeitskreistreffen nehmen als ständige Gäste auch VertreterInnen des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst, der bayerischen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und des Helmholtz-Zentrums München teil.

HSWT-Präsident Dr. Eric Veulliet und die Sprecherin des Arbeitskreises, Simone Rieger von der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt betonten bei der Begrüßung die Wichtigkeit einer erfolgreichen EU-Forschungsstrategie an Universitäten und Hochschulen sowie den Mehrwert einer guten Vernetzung.

### ERNÄHRUNGSMINISTERIN MICHAELA KANIBER PRÄSENTIERT INNOVATIVEN FOOD-SCANNER



Ernährungsministerin Michaela Kaniber mit dem Prototyp des Food-Scanners, rechts neben ihr im Bild: Dr. Peter Muranyi und Dr. Robert Hable; Bild: Hauke Seyfarth

Am Mittwoch, dem 16. Mai 2018, wurden im Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in München innovative Verfahren zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten vorgestellt. Ernährungsministerin Michaela Kaniber eröffnete den Fachkongress und testete live vor Ort den Prototyp eines Food-Scanners. Der Scanner bestimmt mithilfe von Infrarot-Licht unter anderem den Reifegrad von Obst und Gemüse, liefert aber auch Informationen, ob Lebensmittel, wie etwa Hackfleisch, noch verzehrbare sind. Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf ist im Rahmen eines vom Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn) koordinierten Verbundprojekts mit dem Schwerpunkt „Zerstörungsfreie Reife- bzw. Qualitätsbewertung von Tomaten sowie Haltbarkeitsabschätzung auf Basis der NIR-Spektroskopie“ an dieser Entwicklung beteiligt.

### ERSTES NETZWERKTREFFEN DES BAYERISCHEN NETZWERKES FÜR KLIMAFORSCHUNG IN MÜNCHEN



Anfang Mai 2018 gab die damalige Staatsministerin Prof. Dr. Marion Kiechle den Startschuss für den Beginn des Bayerischen Netzwerks für Klimaforschung (bayklif), das als Teil des Klimaschutzprogramms Bayern 2050 gegründet wurde. Die Forschungsschwerpunkte des neu gegründeten Netzwerks sind die Verbesserung der Erkenntnisse von ökologischen und gesellschaftlichen Folgen des Klimawandels und die darauf aufbauende Entwicklung und Anwendung von Modellen zu dessen Minderung. Weiterhin sollen regionale und überregionale Strategien der Politik für Klimaschutz und -anpassung erarbeitet werden. Im Rahmen von bayklif werden interdisziplinäre Verbundprojekte und



Juniorforschergruppen als Forschungsformate gefördert. Die Förderdauer beträgt jeweils 5 Jahre. Das Fördervolumen im Rahmen der fünfjährigen Laufzeit beträgt insgesamt rund 18 Mio. Euro. Bei zwei von fünf Verbundprojekten ist die HSWT über das Institut für Ökologie und Landschaft mit im Boot.

**ENTRINDENDE HARVESTERFÄLLKÖPFE HELFEN DEN BORKENKÄFER BEKÄMPFEN – WISSENSCHAFTLER DER HSWT IM INTERVIEW IN BR-SENDUNG „UNSER LAND“**



Debarking Head Prototyp (H480C Aggregat John Deere)

In der Sendung „Unser Land“ des Bayerischen Fernsehens vom 01.06.2018 demonstrierte HSWT-Wissenschaftler Joachim Bernd Heppelmann die positive Wirkung von entrindenden Harvesterfällköpfen bei der Bekämpfung des Borkenkäfers. In den Forschungsprojekten „Debarking Heads“ unter Leitung von Prof. Dr. Stefan Wittkopf wird ein forsttechnisches Verfahren entwickelt, um Rinde bei der Holzernte im Bestand belassen und dadurch den Nährstoffaustrag deutlich senken zu können. Das Gesamtprojekt leistet einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung moderner und ökosystemverträglicher Holzerntemaßnahmen.

**UMWELTMINISTER DR. MARCEL HUBER STELLT AUF DEM VERSUCHSGELÄNDE „MOORUSE“ DER HSWT DEN „MASTERPLAN MOORE IN BAYERN“ VOR**



Vorstellung des Forschungsprojekts „MOORuse“, v.l.: Christina Hartung, Belinda Strahl, Carla Bockermann, Dr. Tim Eickenscheidt, Umweltminister Dr. Marcel Huber, Präsident Dr. Eric Veulliet und Prof. Dr. Matthias Drösler

Der (ehemalige) Umweltminister Dr. Marcel Huber hat auf den Versuchsflächen für das Forschungsprojekt „MOORuse“ der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf den „Masterplan Moore in Bayern“ vorgestellt. Das Bayerische Kabinett hat diesen Plan kürzlich verabschiedet, um den Lebensraum Moor noch besser zu schützen. Moore speichern große Mengen CO<sub>2</sub>, verzögern

bei Hochwasser den Abfluss und sind Horte der Artenvielfalt. Im Zentrum des Masterplans stehen nach Angaben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz nachhaltige Maßnahmen, die Eigentümer und Nutzer von Moorflächen auf freiwilliger Basis umsetzen. Huber: „Wir wollen im Masterplan durch praxisnahe Forschung und Monitoring das notwendige Wissen generieren, bündeln und bayernweit öffentlich verfügbar machen. Das Projekt MOORuse ist ein Paradebeispiel, wie Alternativnutzungen gelingen könnten.“

**EXPERTEN IN DER OBSTLAGERUNG AUS VERSCHIEDENEN EUROPÄISCHEN LÄNDERN AN DER HSWT**



Teilnehmer des EUFRUIT-Treffens bei einer Führung durch den Sichtungsgarten Weihenstephan, vorne in der Mitte der Organisator Prof. Dr. Dominikus Kitemann

Über 30 Experten aus dem Bereich Obstlagerung trafen sich im Mai 2018 am Institut für Gartenbau der HSWT. Die ersten beiden Tage fanden im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Netzwerkes EUFRUIT (EUROPEAN FRUIT NETWORK) statt. Ziel dieses Netzwerkes ist es, den Austausch von Forschenden aus dem Bereich Lagerung und Nacherntephysiologie zu fördern sowie gemeinsame Forschungsprojekte zu aktivieren.

**HSWT GASTGEBER DES „FHNET“-NETZWERKTREFFENS MIT 23 HOCHSCHULEN AUS GANZ DEUTSCHLAND**



Foto-Shooting der TeilnehmerInnen des „FHnet“-Netzwerktreffens im Hofgarten der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Die in der Maßnahme „EU-Strategie-FH“ vom BMBF geförderten Hochschulen diskutierten bereits funktionierende sowie wünschenswerte Strategien und Maßnahmen, wie z. B. Hochschulen für angewandte Wissenschaften im „Forschungs-Europa“ sichtbar werden können und die Anzahl der eingeworbenen EU-Projekte erhöht werden kann. Die Veranstaltung fand im historischen ‚Salettl‘ der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf statt.



## POSITIVE ENTWICKLUNGEN IM WISSENSTRANSFER

Die Hochschule stellt ihr Wissen und ihre Kompetenzen seit vielen Jahren der Fachwelt und der Öffentlichkeit in Form von unterschiedlichsten Wissenstransferangeboten zur Verfügung. Es werden alle gängigen Veranstaltungsformate wie Seminare, Kongresse, Tagungen und Kurse bedient. Diese richten sich an die unterschiedlichsten fachlichen Zielgruppen aus klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU), Beratung, Verbänden, Behörden sowie an Multiplikatoren und Interessierte aus dem Bereich Freizeitsgartenbau.

Einige traditionsreiche Veranstaltungen haben sich dauerhaft etabliert und finden regelmäßig statt. Das sind zum Beispiel der „Pferdetag“ am Campus Triesdorf oder die inzwischen überregional beachteten Wissenstransferformate „Fachseminar Pflanzenschutzberatung“, „Weihenstephaner Forsttag“ oder „Landschaftsbautagung“, um nur eine kleine Auswahl zu nennen.

Neben den regelmäßig angebotenen Wissenstransferformaten gab es 2018 eine Reihe besonderer Veranstaltungen, die entweder erstmalig oder nur einmalig an der HSWT stattfanden und über diese im Folgenden berichtet wird.

### FORUM LÄNDLICHE REGIONALENTWICKLUNG – FACHLICHER AUSTAUSCH ÜBER PERSPEKTIVEN UND CHANCEN LÄNDLICHER REGIONEN



**Starke Beteiligung beim Forum Ländliche Regionalentwicklung in Triesdorf**

Mehr als 200 Fachbesucher und Studierende diskutierten im April 2018 beim „Forum Ländliche Regionalentwicklung“ am Campus Triesdorf über Themen der sozialen Dorfentwicklung, Chancen der Digitalisierung, den Aufbau regionaler und ökologischer Wertschöpfungsketten sowie Möglichkeiten zur Verminderung des Flächenverbrauchs. Die Vorstellung zahlreicher Modellvorhaben aus Bayern und darüber hinaus trugen sehr zur Veranschaulichung der Themen bei.

Ländliche Räume müssen sich zahlreichen Herausforderungen stellen, um im Wettbewerb bestehen zu können. Dazu zählen u. a. die nachhaltige Energieerzeugung, der Flächenverbrauch, der demografische Wandel, soziale Infrastrukturen, aber auch die Digitalisierung, Nahversorgung und regionale Wertschöpfung. Vertreter aus Wissenschaft, Landwirtschafts- und Heimatministerium sowie der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) sind sich einig: die Rahmenbedingungen für das Leben und Arbeiten im ländlichen Raum werden sich ändern.

### DIGITAL LANDSCAPE ARCHITECTURE – HSWT WAR GASTGEBER DER RENOMMIERTEN INTERNATIONALEN TAGUNG ZU IT IN DER LANDSCHAFTSARCHITEKTUR



**Impressionen vom Geodesign Workshop**

130 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus 22 Ländern trafen sich im Frühjahr 2018 zu einer Fachkonferenz in Weihenstephan, um sich vier Tage über Forschung und Anwendung von IT in der Landschaftsarchitektur auszutauschen. Die jährlich stattfindende Konferenz „Digital Landscape Architecture“ (DLA) wurde in diesem Jahr bewusst in Weihenstephan abgehalten, um gleichzeitig das 30-jährige Bestehen der Professur für Landschaftsinformatik an der HSWT zu würdigen. Die HSWT war damals die erste Hochschule im deutschsprachigen Raum, die ein solch zukunftsweisendes Fachgebiet etabliert hatte.

### OBERBAYERISCHER UMWELTBILDUNGSTAG: HSWT BIETET WORKSHOPS FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER DER GRUND- UND MITTELSCHULEN



**Gruppenbild mit den Organisatoren und Helfern, vorne v.l.n.r.: Jan Block (Regierungsarbeitskreis Umweltbildung), Prof. Dr. Christoph Moning, Dekanin Prof. Dr. Carola Kuss und Sabine Schwalb (Regierung von Oberbayern)**

Die HSWT und der Regierungsarbeitskreis Umweltbildung veranstalteten den Oberbayerischen Umweltbildungstag für Lehrerinnen und Lehrer der Grund- und Mittelschulen. 25 Workshops wurden in drei verschiedenen Zeitschienen angeboten und von den etwa 130 Teilnehmenden aktiv genutzt. Neben Professorinnen und Professoren aus der Fakultät Gartenbau und Lebensmitteltechnologie beteiligte sich auch das Institut für Ökologie und Landschaft (IÖL) an der Vorbereitung und Durchführung des Fortbildungsangebots. Vorgestellt wurden alternative Nutzungsfor-

men für Moore, Alternativen zur Verwendung von Hochmoortorf in Substraten, ein Anbausystem für Schulgärten, das mit geringem Aufwand und kleinem Budget durchführbar ist und vieles andere mehr.

**INTERNATIONALE HOCHSCHUL-JAHRESTAGUNG UNICERT FÜR FREMDSPRACHENLEHRENDE AM SPRACHENZENTRUM DER HSWT**

Die UNIcert Jahrestagung ist ein überregionales, jährlich stattfindendes Treffen für mehr als 50 Hochschulen in Deutschland, der Slowakei, Österreich und Frankreich. Diese Länder bieten ebenfalls UNIcert-Kurse und -Zertifikate an. Fremdsprachenlehrende mit den Muttersprachen Spanisch, Englisch, Französisch, Italienisch, Russisch, Hebräisch, Türkisch, Deutsch, Polnisch, Chinesisch und Arabisch tauschten sich 2018 beim Gastgeber HSWT über „Praxis- und Fachorientierung unter Berücksichtigung des GER-Companionvolume“ aus. Natalia Romano-Brandt, Leiterin des Sprachenzentrums der HSWT und Dr. Johann Fischer, Vorsitzender der wissenschaftlichen Kommission von UNIcert®, eröffneten die Jahrestagung und informierten über aktuelle Schwerpunktsetzungen von UNIcert®. Die zweitägige Tagung war mit über 100 Teilnehmenden hervorragend besucht.

**NACHHALTIGE UMSETZUNG DER ENERGIEWENDE**



Referenten und Organisatoren der Veranstaltung (v. li.): Dr. Herbert Barthel, Martin Geilhufe, Prof. Dr. Markus Reinke, Kathrin Ammermann, Richard Mergner, Michael Diestel, Jörg Nitsch, Dr. Kai Frobelt, Dr. Werner Neumann, Prof. Dr. Christoph Moning, Prof. Dr. Michael Roth (nicht auf dem Foto: Prof. Dr. Matthias Drösler)

Die Notwendigkeit einer Energiewende ist unumstritten. Wenn es aber darum geht, diese Umsetzung „nachhaltig“ zu vollziehen, treten Interessenskonflikte zutage. Dieses Spannungsfeld von Naturschutz, Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Landschaftsbild aufzuzeigen und gleichzeitig Lösungsansätze zu bieten, war Ziel einer Tagung im Dezember 2018 an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Rund 120 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Praxis, Energiewirtschaft, Behörden und Verbänden sowie der Wissenschaft waren im größten Hörsaal auf dem Weihenstephaner Berg vertreten. Die Veranstaltung wurde in enger Kooperation mit dem BUND Naturschutz in Bayern e. V. durchgeführt. Im ersten Themenblock wurde die Ausgestaltung der Energiewende hinsichtlich des Energiemixes, dem Flächenbedarf und anderer Faktoren beleuchtet. Ein zweiter Themenblock eruierte das Spannungsfeld zwischen erneuerbaren Energien und Natur und Landschaft. Im abschließenden Block standen dann mögliche Lösungswege für eine nachhaltige naturverträgliche Energiewende im Vordergrund. Die einhellige Meinung am Ende des Tages war, dass eine Fortsetzung dieser Art von Veranstaltung mit faktenbasiertem Diskurs und gemeinsamem Austausch wünschenswert wäre.

**FÖRDERUNG FÜR NACHWUCHSKRÄFTE AUS AFRIKA: HSWT BIETET WEITERBILDUNGSKURSE ÜBER LANDWIRTSCHAFTLICHE WERTSCHÖPFUNGSKETTEN AN**



Die theoretischen Grundlagen werden durch praktische Kurse und Exkursionen vertieft

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) fördert im Rahmen des Globalvorhabens „Grüne Innovationszentren in der Agrar- und Ernährungswirtschaft“ Projekte mit dem Ziel, die Einkommen kleinbäuerlicher Betriebe, die Beschäftigung und die regionale Versorgung mit Nahrungsmitteln in den ländlichen Zielregionen Afrikas durch Innovationen in der Agrar- und Ernährungswirtschaft zu steigern. Ein Baustein ist dabei die Qualifizierung von Fach- und künftigen Führungskräften, um die Lebens- und Arbeitsbedingungen durch den Aufbau von Wertschöpfungsketten für Agrarprodukte und Lebensmittel zu verbessern. Von 2018 bis 2020 wird dazu jährlich in Kooperation mit der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) eine Gruppe ausgewählter Masterabsolventinnen und -absolventen aus afrikanischen Ländern am Campus Triesdorf der HSWT weiterqualifiziert. Das Programm wurde von der Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung entwickelt und wird am Campus Triesdorf umgesetzt. Unterstützend beteiligen sich auch die Fakultäten Umweltingenieurwesen sowie Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme. Der erste Kurs mit 25 ausgewählten Teilnehmerinnen und Teilnehmern fand von April bis Juli 2018 statt. Die Agrarfachkräfte, darunter 10 Frauen, stammten aus Äthiopien, Benin, Ghana, Kamerun, Kenia, Malawi, Mali, Nigeria, Togo und Tunesien. Sie durchliefen elf theoretische Lehrmodule, etwa zu Produktionsökonomie, nachhaltiger Produktionstechnik in Pflanzenbau und Tierhaltung sowie erneuerbaren Energiequellen. Praxiskurse und Exkursionen sorgten für einen engen Anwendungsbezug. Darüber hinaus arbeiteten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer individuelle Projektstudien aus, die sich mit der Lösung konkreter Fragestellungen im Agrar- und Ernährungssektor ihrer Heimatländer befassen.





## FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE

Die Ausweitung der Forschungsaktivitäten an der grünen Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) erforderte 2018 eine Anpassung und Erweiterung der bisherigen drei Forschungsschwerpunkte (FSP) auf insgesamt neun. Die Außendarstellung wie z. B. in der Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz wird wie bisher in drei Blöcken beibehalten:

- » Landnutzung, Ernährung und Gesundheit
- » Umweltvorsorge, Biodiversität und Klimawandel
- » Nachwachsende Rohstoffe, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

### LANDNUTZUNG

Zentraler Gegenstand der Forschung ist die Optimierung der Wertschöpfungsketten von der Urproduktion über die Verarbeitung und Distribution bis hin zum Verbraucher. Die Nachhaltigkeit des Landnutzungskreislaufs basiert auf verantwortungsvollem werteorientiertem Handeln.

Kernthemen „Landnutzung“

- » Nachhaltige Tier- und Pflanzenproduktion unter Einbeziehung des ökologischen Landbaus und der Agrarökologie
- » Wohl der Nutztiere
- » Ressourcen- und umweltschonender Einsatz von Rohstoffen
- » Etablierung von Wasser- und Nährstoffkreisläufen sowie funktionsfähigen Agrarökosystemen
- » Optimierung der gartenbaulichen Produktion
- » Marketing- und Konsumentenforschung zur Überprüfung der Nachhaltigkeit beim Verbraucher



### ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT

Der zentrale Gegenstand dieser Forschung liegt im Bereich Lebensmittel. Untersucht wird die Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette von der Urproduktion über die Verarbeitung und Distribution bis hin zum Verbraucher bzw. Konsumenten. Fragestellungen in der Ernährungsbildung oder der personalisierten Ernährung können beantwortet werden. Themen aus Bereichen wie gesunde Lebensführung oder bedarfsgerechte Ernährung einer alternden Bevölkerung werden aufgegriffen.

Kernthemen „Ernährung und Gesundheit“

- » Lebensmittelbiotechnologie
- » Brau- und Getränketechnologie
- » 3D Food Printing
- » Personalisierte Ernährung
- » Food Ingredients
- » Alternative Proteinquellen und Anwendungen durch innovative Technologien
- » Marketing und Konsumentenforschung

### UMWELTVORSORGE

Auswirkungen von Landnutzungen auf den Natur- und Landschaftshaushalt und deren Klimarelevanz stehen im Fokus. Ein Augenmerk wird dabei auf die Intensität der Landnutzung und die Anbau- bzw. Nutzungsmethoden geworfen.

Kernthemen „Umweltvorsorge“

- » Planung einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung
- » Umweltauswirkungen technischer Anlagen
- » Produktionsformen für erneuerbare Energien
- » Erhaltung und Förderung der Biodiversität in der Kulturlandschaft
- » Erfassung von Stoffkreisläufen
- » Bewertung von Wertstoffen aus Abfällen
- » Nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen
- » Steigerung der Biodiversität im urbanen Umfeld
- » Abmilderung der Folgen des Klimawandels



### BIODIVERSITÄT

Im Mittelpunkt steht die Erarbeitung von Verfahren für Monitoring, Bewertung und Wiederherstellung der Vielfalt an Arten, Lebensräumen und genetischen Ressourcen. Dabei spielen nicht nur wildlebende Pflanzen und Tiere eine Rolle, sondern auch die (Sorten-)Vielfalt der Kulturpflanzen und Nutztierassen. Die Effektivität von Naturschutzstrategien und -instrumenten wird gesteigert und in Zusammenarbeit mit Landnutzern weiter entwickelt.

Kernthemen „Biodiversität“

- » Gewinnung von evidenzbasierten Daten zu Artenvorkommen und Artenschwund
- » Erprobung von effizienten Erfassungsmethoden
- » Erforschung der Auswirkungen von Klima- und Landnutzungswandel auf die Biodiversität
- » Empirische und experimentelle Weiterentwicklung von Naturschutzinstrumenten
- » Analyse und Lösung von Zielkonflikten zwischen nachhaltiger Bewirtschaftung und Naturschutz
- » Wissenschaftliche Begleitung der Wiedereinbürgerung von Tierarten



## KLIMAWANDEL

Der Klimawandel hat gravierende Auswirkungen auf Arten, Ökosysteme, Landnutzung und menschliche Gesundheit. Die Forschung in diesem Bereich befasst sich mit der Detektion seiner ökosystemaren Ursachen (Treibhausgasemissionen) und Folgen. Darauf aufbauend wird die Resilienz von Ökosystemen und Landschaften eingeschätzt. Es werden Strategien zur Emissionsminderung und Anpassung an Klimarisiken in naturnahen Ökosystemen (Moore, Wälder) entwickelt. Von hoher Relevanz sind dabei Fragen zur Begrenzung der globalen Erwärmung und der Treibhausgasemissionen.

Kernthemen „Klimawandel“

- » Monitoring und Visualisierung des Klimawandels
- » Erforschung der Klimaschutzpotenziale durch Ökosystemmanagement insbesondere in Mooren und Wäldern
- » Anpassung der Landnutzungssysteme an den Klimawandel (Management, Standortoptimierung, Artenzusammensetzung etc.)
- » Grüne Infrastrukturen in Städten

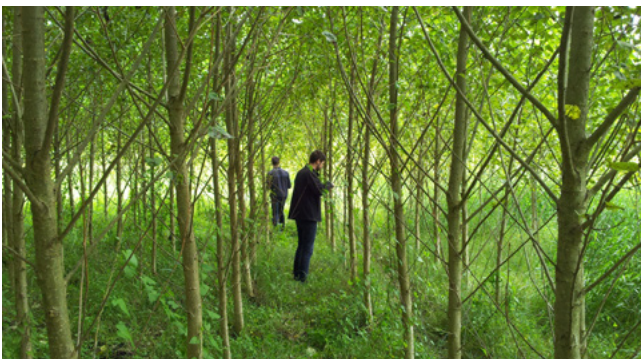


## NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

Im weitesten Sinne wird auf Wiesen, Äckern und Wäldern Biomasse produziert. Damit kommt den Agrar- und Forstwirtschaften eine tragende Rolle zu. Die Dimension der Forschung wird auch in Richtung biogene Rest- und Rohstoffe, Biomassennutzung und Anlagentechnik ausgeweitet.

Kernthemen „Nachwachsende Rohstoffe“

- » Studien zur regionalen Verfügbarkeit von Biomassen
- » Anbau und Nutzung mehrjähriger (Energie-)Pflanzen
- » Inventuren in Agroforst- und Energiewaldsystemen
- » Arbeitsstudien zu innovativen Ernteverfahren
- » Energetische Optimierung von Biogas- und Kläranlagen
- » Innovative technische Verfahren und Technologien
- » Ökologischer Fußabdruck der Reststoffverwertung
- » Marketing- und Akzeptanzstudien



## ERNEUERBARE ENERGIEN

Umwelt- und klimaschonende Versorgung mit Energie ist ein Schlüsselfaktor für Wohlstand und Existenzsicherung der Menschheit. Ökonomisches Wachstum und ökologische Verträglichkeit werden in den Forschungsthemen verknüpft betrachtet, auch unter Berücksichtigung sozialer Belange. Aktuelle Themen der Energiewende werden adressiert.

Kernthemen „Erneuerbare Energien“

- » Energetische und stoffliche Verwertung biogener Roh- und Reststoffe
- » Stoffstrommanagement
- » Ökobilanzierung
- » Energetische Optimierung
- » Umweltressourcenmanagement
- » Biogas / Biomasse

## ENERGIEEFFIZIENZ

Die Energiewende schärft unser Bewusstsein. Es gilt fossile Energieträger zu ersetzen, Energieeffizienz zu steigern und Prozesse zu optimieren. Die Forschung behandelt vorrangig die energetische Optimierung der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produktion. Ein weiteres Themenfeld ist die Wärmedämmung.

Kernthemen „Energieeffizienz“

- » Verminderung des Energiebedarfs beim Anbau von gärtnerischen Produkten
- » LED Lichtsteuerung
- » Urban Farming im Pflanzenproduktions-Container
- » Wärmetechnische Optimierung
- » Dämmmaterialien aus biogenen Reststoffen



## WEITERE FORSCHUNGSFELDER

Nicht jedes Projekt an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf lässt sich eindeutig einem der drei Forschungsschwerpunkte zuordnen, so zum Beispiel alle Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die Weiterbildungskonzeptionen betreffen, oder Projekte mit mehr Grundlagenorientierung. All diese Projekte werden unter „Weitere Forschungsfelder“ zusammengefasst.

## FORSCHUNGSINFORMATIONSSYSTEM ONLINE

Alle Projekte werden in unserem Forschungsinformationssystem Weih.FIS verwaltet. Die freigegebenen Projekte finden Sie mit entsprechenden Filterfunktionen auf unserem Forschungsserver:

<https://forschung.hswt.de>

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen eine Auswahl unserer Forschungsprojekte vor. Die Auswahl orientiert sich an das Berichtsjahr 2018. Vor allem in diesem Jahr abgeschlossene, aber neu gestartete Projekte werden beschrieben. Außerdem berichten wir über bereits laufende Projekte mit neuen Erkenntnissen.



# ENTWICKLUNG NACHHALTIGER STRATEGIEN ZUR UNKRAUTREGULIERUNG IM OBSTBAU

Die Regulierung des Unkrautbewuchses stellt im Apfelanbau eine der wichtigsten Kulturmaßnahmen dar. Eine unerwünschte Begleitflora steht in Konkurrenz zur Kulturpflanze und beeinflusst den Ertrag und die Qualität negativ. Neben dem Einsatz von Herbiziden gibt es unterschiedliche mechanische Verfahren zur Unkrautregulierung, die derzeit vor allem im ökologischen, aber zunehmend auch im integrierten Apfelanbau eine Rolle spielen. Ziel des Interreg-V-Projektes, das an der Versuchsstation für Obstbau in Schlachters durchgeführt wird, ist die ganzheitliche Prüfung und Bewertung verschiedener chemischer sowie mechanischer Verfahren. In Tabelle 1 sind die einzelnen Varianten und deren Maßnahmen aufgelistet, die 2018 bei den beiden Apfelanlagen mit den Sorten 'Jonagold' (Pflanzjahr 2017) und 'Fuji' (Pflanzjahr 2013) durchgeführt wurden. Abbildung 1 zeigt die verwendeten Maschinen.

**Tab. 1: Durchgeführte Behandlungen bei den Sorten 'Jonagold' und 'Fuji' im Jahr 2018**

Variante	Verfahren	Behandlung
1	Mechanisch (Scheibenegge + Krümmler)	→ Krümmler + Scheibenegge im Wechsel (nach Bedarf) → zur Ernte hin nur Krümmler → Abschlussbehandlung mit Krümmler
2	Mechanisch (Krümmler + Fadengerät)	→ Krümmler (Frühjahr bis ca. Juni) → zur Ernte hin Fadengerät → Abschlussbehandlung mit Krümmler
3	Herbizid (ohne Glyphosat)	→ Beloukha (Pebargessure) + Vorox F (Flumioxacin) als Tankmischung im Frühjahr → 2x Beloukha während der Saison → zur Ernte hin wird gewisser Bewuchs toleriert → bei Bedarf punktuell mit U46 (MCPA)
4	Herbizid (mit Glyphosat)	→ 2x Roundup (Glyphosat) (Frühjahr + Juni) → falls notwendig: Stomp (Pendimethalin) / Spectrum (Dimethenamid) → 3x Beloukha (Pebargessure) bei Bedarf → U46 bei Bedarf
5	Herbizid + Fadengerät	→ 1 x Glyphosat (Frühjahr) → Fadengerät bis Herbst → Abschlussbehandlung mit Glyphosat
6	Krümmler + Herbizid	→ Krümmler (Frühjahr) → 1 x Tankmischung Stomp/Spectrum → Abschlussbehandlung mit Hackgerät
7	Sandwichverfahren (Herbizid + Mechanisch)	→ Baumstreißenbehandlung neben den Bäumen mit Rollhacke (hohes Arbeitstempo) → zwischen den Bäumen bei Bedarf mit Herbizid
8	Kontrolle	→ nur Hacken im Herbst

Neben der kontinuierlichen Messung des Bodenklimas (Wassergehalt und Wasserspannung) in der Junganlage mit der Sorte 'Jonagold', wurden verschiedene Bonituren, Analysen und Messungen in beiden Versuchsanlagen durchgeführt. Dazu gehörten die monatliche Bonitur der Unkräuter im Baumstreifen, die Entnahme von Bodenproben für die Nmin und Cmic Untersuchungen sowie die Messung des Frucht- und Stammwachstums bei der Sorte 'Fuji'. Zudem wurden die geernteten Früchte beider Anlagen aus Schlachters beim Projektpartner KOB hinsichtlich Fruchtgröße und Deckfarbe (Anteil Rotfärbung) sortiert sowie die Mineralstoffgehalte der Früchte bestimmt.



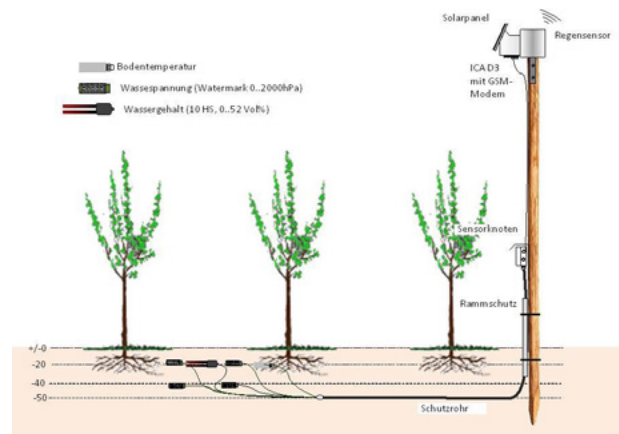
**Abb. 1: Im Projekt verwendete Maschinen**

## ERGEBNISSE

### Messungen der Bodenfeuchtigkeit bei der Junganlage 'Jonagold' (Pflanzjahr 2017)

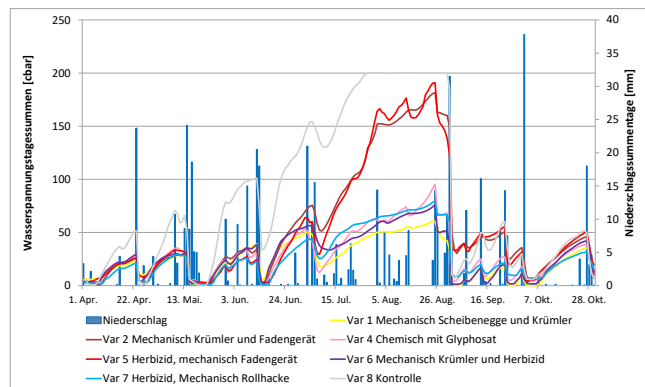
Für die Messung der Bodenfeuchtigkeit in den einzelnen Varianten wurden Messsysteme zur Erfassung der Niederschlagsmenge (Regensensoren), der Wasserspannung (Watermark-Sensoren), des volumetrischen Wassergehalts (10HS-Sensoren) und der Bo-

dentemperatur installiert. Die Messdaten werden in einer Auflösung von einer Stunde über das GSM-Netz in einer Datenbank abgelegt und können über eine internetbasierte Software visualisiert und ausgewertet werden.



**Abb. 2: Anordnung der Sensoren im Pflanzstreifen**

Abbildung 3 stellt den tatsächlichen Wassergehalt im Boden in der Jonagold-Anlage von April bis Oktober 2018 dar. Im April 2018 wurden die höchsten Wassergehalte gemessen. Diese lagen bei rund 37 – 42 Vol.% (Messbereich der 10HS-Sensoren = 0 – 57 Vol.%). In den Sommermonaten sanken die Wassergehalte stetig ab und erreichten Ende August die niedrigsten Werte. In der unbehandelten Kontrollvariante waren dies 22 Vol.%. Da in dieser Variante keine Behandlung stattgefunden hat, konnten sich die Unkräuter im Baumstreifen stark ausbreiten. Neben der Kontrolle waren auch die Varianten zwei und fünf, die im Sommer mit dem Fadengerät behandelt worden waren, trockener als die übrigen Varianten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Unkräuter mit dem Fadengerät zwar abgeschlagen, jedoch nicht entwurzelt wurden. Somit erfolgte auch eine Wasseraufnahme durch die verbleibenden, abgeschlagenen Unkräuter.



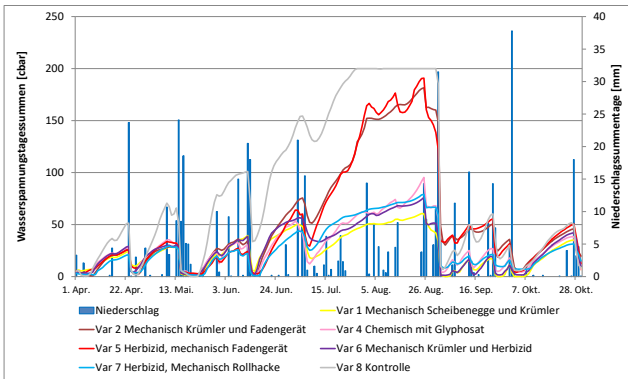
**Abb. 3: Verlauf der Wassergehalte [%] der einzelnen Varianten im Zeitraum April – Oktober 2018.**



Die höchste Bodenfeuchtigkeit behielten in den trockenen Sommermonaten die Varianten, bei denen mit bodenbearbeitenden Maschinen, wie dem Krümmler, die Bodenkapillare unterbrochen wurde. Mit dieser Maßnahme ließ sich die Transpiration des Wassers aus dem Boden verringern.

**Messung der Saugspannung in 20 und 35 cm Tiefe**

Die Saugspannung ist ein Maß für die Intensität, mit der das Wasser im Boden festgehalten wird. Sie muss überwunden werden, damit eine Pflanze dieses Wasser aufnehmen kann. Je höher die Saugspannung ist, desto trockener ist der Boden. Sobald es zu einem Niederschlag kommt, sinken die Werte auf ein Minimum ab und steigen mit der Abtrocknung des Bodens wieder an (siehe Abbildung 4).



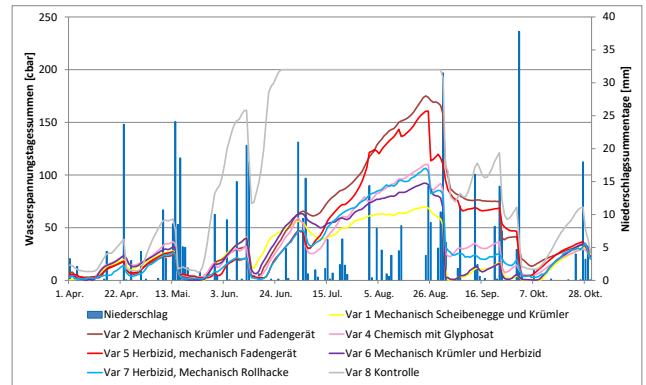
**Abb. 4: Verlauf der Saugspannung [cbar] in 20 cm Tiefe der einzelnen Varianten im Zeitraum April – Oktober 2018.**

Die Wassersaugspannung in der Kontrolle in 20 cm Tiefe war im August so hoch, dass das Maximum vom Messbereich der Watermark Sensoren (200 cbar) erreicht wurde. Neben der Kontrollvariante waren die Varianten fünf und zwei (Fadengerät) ebenfalls sehr trocken. Die bodenbearbeitenden Varianten (Var 1 und 7) und die Varianten, die unter anderem mit Herbiziden im Sommer behandelt wurden, wiesen die niedrigste Wassersaugspannung auf.

Bei der Messung der Saugspannung in 35 cm Tiefe ist ebenfalls deutlich zu erkennen, dass die Kontrolle bereits Ende Juni das Maximum im Messbereich erreichte (siehe Abbildung 5). Zu dieser Zeit stand den Wurzeln in der Kontrollvariante fast kein Wasser mehr zur Verfügung. Die anderen Varianten verhielten sich ähnlich wie die Messsensoren in 20 cm Tiefe. Die Varianten, die mit dem Fadengerät behandelt wurden, waren trockener als die, welche mit einem Herbizid oder einem bodenbearbeitenden Gerät bearbeitet wurden.

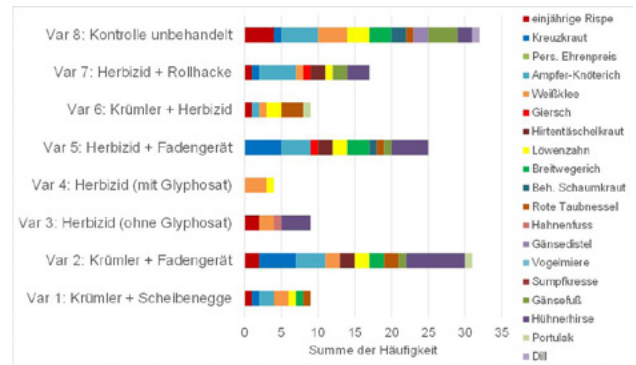
Eine monatliche Unkrautbonitur in den beiden Apfelanlagen wurde durchgeführt, um mögliche Zusammenhänge zwischen den auflaufenden Unkräutern und den Ergebnissen zum Bodenklima aufzudecken. Neben der Bestimmung der einzelnen Arten und deren Häufigkeit wurde auch der Bedeckungsgrad in Prozent und die durchschnittliche bzw. maximale Wuchshöhe bestimmt.

Im Juli 2018 wies die Kontrolle den höchsten Bedeckungsgrad auf. Die Varianten zwei und fünf, die über den Sommer mit dem Fadengerät behandelt wurden, folgten. Am wenigsten Bewuchs zeigten die Varianten, die mit Herbiziden bzw. bodenbearbeitenden Geräten bearbeitet wurden.



**Abb. 5: Verlauf der Saugspannung [cbar] in 35 cm Tiefe der einzelnen Varianten im Zeitraum April – Oktober 2018.**

Die Artenvielfalt war groß, jedoch das Vorkommen der einzelnen Unkräuter eher sporadisch. Problemunkräuter waren neben Girsch und einjähriger Rispe noch Löwenzahn, Breitwegerich, Kreuzkraut, Weißklee, Ampfer-Knöterich und Klettenlabkraut (Abbildung 6).



**Abb. 6: Bonitur der Artenvielfalt bei der Sorte 'Jonagold' (Juli 2018)**

**RAHMENDATEN PROJEKT**

Projektleitung:	Prof. Dr. Dominikus Kitemann
Projektbearbeitung:	Johannes Werth
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektmitwirkung:	Ute Wilhelm   Dr. Michael Beck   Prof. Dr. Elke Meinken   Prof. Dr. Birgit Zange   Prof. Dr. Sebastian Peisl
Projektdauer:	01.04.2017 – 31.03.2020
Projektpartner:	Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil   Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee Ravensburg   Landwirtschaftskammer Vorarlberg   Marktgemeinschaft Bodenseeobst e. G.   Württembergische Obstgenossenschaft Raiffeisen e. G.
Projektförderung:	Interreg V – Programm Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein

## RÜCKSTANDSARME OBSTPRODUKTION – MODELLANLAGEN ZUR WEITERENTWICKLUNG DES INTEGRIERTEN PFLANZENSCHUTZES

Sowohl Handel als auch Konsumenten fordern rückstandsarme und qualitativ hochwertige Lebensmittel. Gleichzeitig führen sich stetig ändernde Rahmenbedingungen dazu, dass die Landwirtschaft effiziente Strategien entwickeln muss, um ökologisch und ökonomisch nachhaltig produzieren zu können. In einem Projekt wird deshalb an der Versuchsstation für Obstbau in Schlachters untersucht, inwieweit sich Pflanzenschutzmittel respektive Fungizide einsparen lassen und welchen Nutzen eine Folienüberdachung dabei hat. Die Folie befindet sich etwa zwei Meter breit über dem Baumstreifen und ist auf ein Hagelnetz aufgenäht. Als Kontrolle wird unter dem Hagelnetz der betriebsübliche Standard durchgeführt. Unter der Folienabdeckung wird, sobald sie geschlossen ist, auf Fungizide verzichtet. Vor Schließen der Folie werden auch hier alle erforderlichen Pflanzenschutzanwendungen durchgeführt.

In einer Topaz-Anlage (Bio, Pflanzjahr 2016) wird das Auftreten der Regenfleckenkrankheit beobachtet, in einer Gala-Anlage (IP, herbizidfrei, Pflanzjahr 2017) das Auftreten von Schorf. Weitere Parameter, die 2018 erfasst wurden, sind: Bodenfeuchte, Niederschlagsverteilung in der Baumkrone und am Boden, Blattnässedauer; Unkrautbewuchs; Stammdurchmesser, Blühstärke, Fruchtbehang, Fruchtwachstum; Klopfproben, Schädlingsbonituren; Rückstands- und Mineralstoffanalysen, Streif-Index, Ertrag und Fruchtqualität. Im Folgenden werden die Ergebnisse für wenige Parameter herausgegriffen.

**Wassergehalt im Boden:** Für die Messung des Wassergehaltes wurden im Baumstreifen auf beiden Seiten der Baumreihe (Nordwestseite, Südostseite) jeweils fünf Messungen pro Variante und Reihe vorgenommen. Der Wassergehalt im Boden ist unter der geschlossenen Folie geringer als unter einem praxisüblichen Hagelnetz. Dabei ist unter Folie ein deutlicher Unterschied zwischen den Folienseiten zu sehen (siehe Abb. 1). Aufgrund des relativ trockenen Sommers im Jahr 2018 wurden sehr niedrige Wassergehalte gemessen. Der niedrigste Gehalt wurde Ende Oktober erreicht mit etwa 12 Vol.-% auf der südöstlichen Seite der Folie. Anzeichen eines Wasserdefizits der Bäume zeigte sich bei deren Früchten hin zu kleineren Fruchtkalibern (nicht dargestellt).

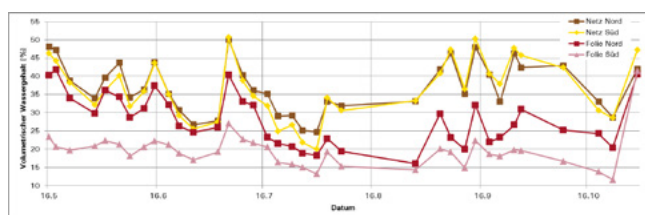


Abb. 1 Volumetrischer Wassergehalt [%] bei 'Topaz' in 12 cm Tiefe

Der niedrige Wassergehalt unter Folie wirkte sich stark auf den Unkrautbewuchs im Baumstreifen aus, sodass signifikante Unterschiede zwischen Folie und Hagelnetz errechnet werden konnten. 2019 soll diese Erkenntnis genutzt werden, um unter Folie eventuell Durchfahrten für die Unkrautregulierung reduzieren zu können.

Die Messung der Blattnässedauer hat gezeigt, dass unter Hagelnetz erwartungsgemäß beim Einsetzen der Niederschläge Blattnässe zu verzeichnen war, während unter Folie verzögert Blattnässe erfasst wurde. Dabei spielt die Breite der Folie (zwei Meter über dem Baumstreifen) sicherlich eine große Rolle, da trotzdem Niederschlag in den äußeren Bereich der Baumkrone gelangen kann, etwa als Dunst.

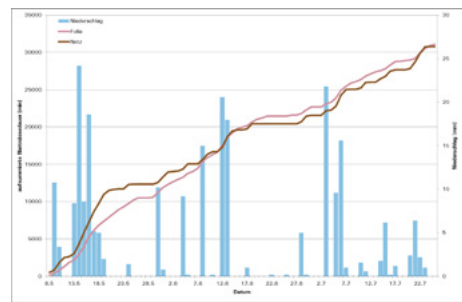


Abb. 2: Aufsummierte Blattnässedauer unter Hagelnetz und Folie sowie Niederschlag in 'Gala', Ausschnitt

Unter Hagelnetz können die Blätter bei trockener Witterung wieder rasch abtrocknen, was unter Folie verzögert geschieht, da die Sensoren unter Folie weiterhin Blattnässe erfassen (siehe Abb. 2). Auch in längeren Perioden ohne weiteren starken Niederschlag zeichnen die Sensoren unter Folie Blattnässe auf. Die Zunahme der Blattnässedauer findet überwiegend in den Morgenstunden statt. Dies lässt vermuten, dass unter Hagelnetz kein oder wenig Morgentau entsteht, während Morgentau unter Folie sogar einige Stunden lang auf den Blättern vorhanden ist und so Pilzinfektionen begünstigt. Dies führte 2018 dazu, dass (entgegen der Erwartung, unter der Folienüberdachung sei es deutlich trockener) für den gesamten Zeitraum von Ende April bis zum Ernteabschluss Mitte September die Sensoren unter Hagelnetz lediglich 16 Stunden länger nass waren als die Sensoren unter Folie.

Trotz des geringen Unterschieds bezüglich der gesamten Blattnässedauer haben die Folienüberdachung sowie die Fungizidspritzungen vor Schließen der Folie ausgereicht, um einen nennenswerten Schorfbefall der Gala-Anlage zu verhindern. In der Kontrolle unter Hagelnetz wurden 17 Pflanzenschutzbehandlungen durchgeführt, davon zwei ohne Fungizide, neun Kombinationen von Fungiziden und Insektiziden und sechs reine Fungizidspritzungen; unter geschlossener Folie konnten also sechs Durchfahrten, bzw. 15 Fungizidanwendungen eingespart werden. 2019 soll die gleiche Strategie gefahren werden.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung: Dr. Christian Scheer (Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee Ravensburg)

Teilprojektleitung: Prof. Dr. Dominikus Kitemann

Projektbearbeitung: Franziska Reinhard

Projektzuordnung: Institut für Gartenbau

Projektdauer: 01.12.2015 – 31.12.2020

Projektpartner: AGRIDEA | Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil | Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee Ravensburg | Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg – Kanton Thurgau Arenenberg | Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg | Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen – Volkswirtschaftsdepartement | Landwirtschaftskammer Vorarlberg – Obst & Garten

Projekträger: Interreg V Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein

Projektförderung: Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

## FRUDISTOR – SOFTWARE-GESTÜTZTES BESTIMMUNGSSYSTEM ZUR REDUZIERUNG VON LAGERSCHÄDEN IM OBSTBAU

Trotz modernster Verfahren treten während der Lagerung von Äpfeln physiologische oder parasitäre Lagerschäden auf, die zu großen Ausfällen und wirtschaftlichen Einbußen führen können. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Da ein Großteil der auftretenden Schäden durch sachgerechtes Handling der Früchte vermeidbar ist, stellt das Wissen aller beteiligten Akteure eine entscheidende Voraussetzung zur langfristigen Reduzierung der Schäden dar. Im November 2018 wurde die App „Frudistor“ auf der internationalen Apfelmesse Interpoma in Bozen offiziell vorgestellt und freigeschaltet. Die App ist das Ergebnis dieses dreijährigen Interreg-Projektes und ermöglicht es, Lagerschäden zu identifizieren und diesen entsprechend vorzubeugen. Frudistor beinhaltet Informationen zu über 40 Lagerschäden am Apfel, das Hauptaugenmerk liegt auf den physiologischen Schäden.



Abb. 1: Ca bedingte Fleischbräune; Abb. 2 QR-Code Frudistor

Mithilfe von Filterfunktionen (Schadenstyp, Schadensort, zeitliches Auftreten) kann der Nutzer die Suche eingrenzen. Anhand einer detaillierten Beschreibung der Symptome sowie hochwertigem Fotomaterial kann dann der vorliegende Schaden bestimmt werden. Der Nutzer erhält dann Informationen zu möglichen Ursachen, zum physiologischen Hintergrund sowie zu Vorbeugungsstrategien. Die kostenlose App bietet ein einfaches und benutzerfreundliches User-Interface und ist als Web-App betriebssystemunabhängig sowohl auf stationären als auch auf mobilen Endgeräten nutzbar. Zielgruppen sind Obstproduzenten, Lagerhalter, Berater, Auszubildende, Studierende und Konsumenten. Die App wird in weitere Sprachen (englisch, spanisch, italienisch, portugiesisch, niederländisch) übersetzt, um sie einem breiteren Nutzerkreis verfügbar zu machen (<http://www.frudistor.de>)

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung: Dr. Daniel Neuwald (KOB)

Projektleitung: Prof. Dr. Dominikus Kitemann

Projektbearbeitung: Elke Weinmann

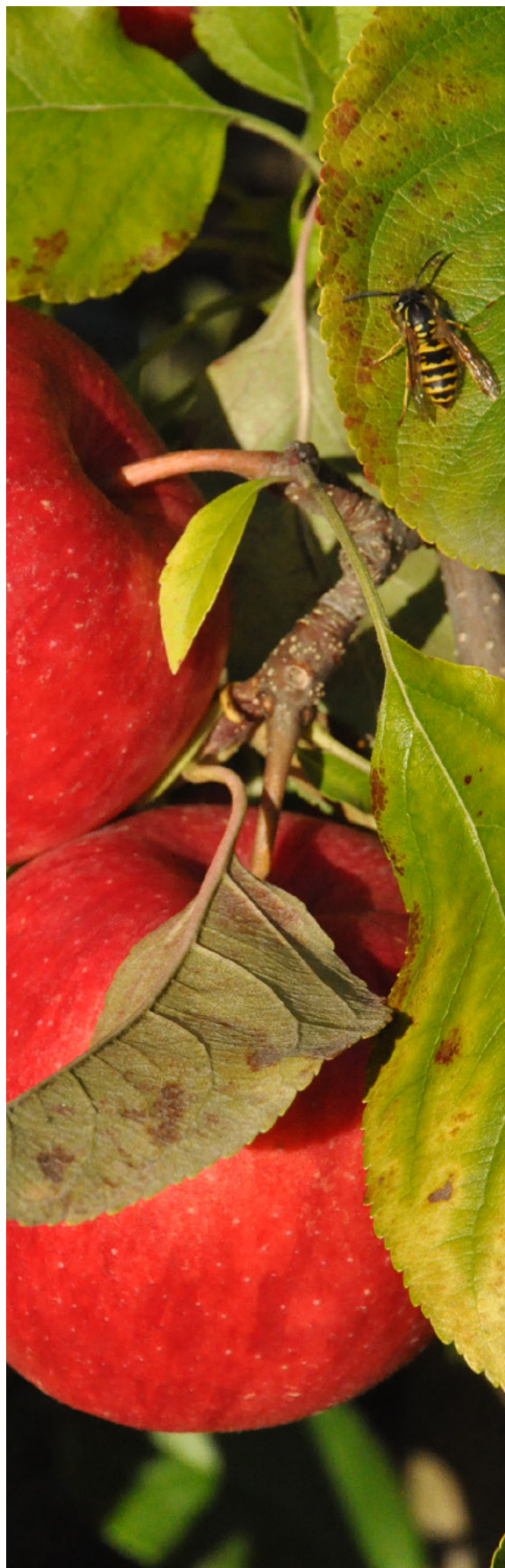
Projektzuordnung: Institut für Gartenbau

Projektdauer: 01.01.2016 – 30.06.2019

Projektpartner: Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee Ravensburg | Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil | Internetagentur Bodensee | Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg | LWK Niedersachsen – ESTEBURG | Obstbauzentrum Jork | Marktgemeinschaft Bodenseeobst eG | Württembergische Obstgenossenschaft Raiffeisen eG

Projektträger: Interreg V – Programm Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein

Projektförderung: Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

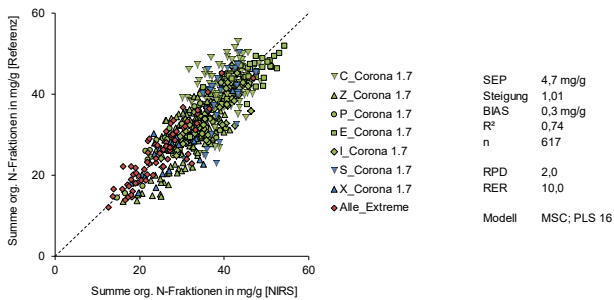




## NUTZUNG DER NAH-INFRAROTSPEKTROSKOPIE ZUR QUALITÄTSSICHERUNG BEI DER PRODUKTION VON ZIERPFLANZENSTECKLINGEN

Die Transport- und Lagerfähigkeit sowie die Bewurzelungsfähigkeit von Zierpflanzenstecklingen hängen maßgeblich von der Stickstoffversorgung der Mutterpflanzen sowie von den Kohlenhydratreserven in den Stecklingen zum Zeitpunkt der Ernte ab. Eine Umsetzung dieser Erkenntnisse scheiterte aber bisher daran, dass weder der Stickstoffstatus noch die Kohlenhydratreserven von Mutterpflanzen bzw. Stecklingen schnell und mit vertretbarem Aufwand analysiert werden können. Im Rahmen eines ersten, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziell geförderten Forschungsprojektes wurden die technologisch-wissenschaftlichen Grundlagen für eine zerstörungsfreie Bestimmung verschiedener Stickstoff- und Kohlenhydratfraktionen mittels Nah-Infrarotspektroskopie (NIRS) gelegt (s. Jahresbericht der HSWT 2011). Ziel des Anschlussprojektes war die Implementierung der NIRS in die Qualitätssicherungssysteme von Jungpflanzenbetrieben sowie die Optimierung und Erweiterung der bestehenden Kalibrationsmodelle.

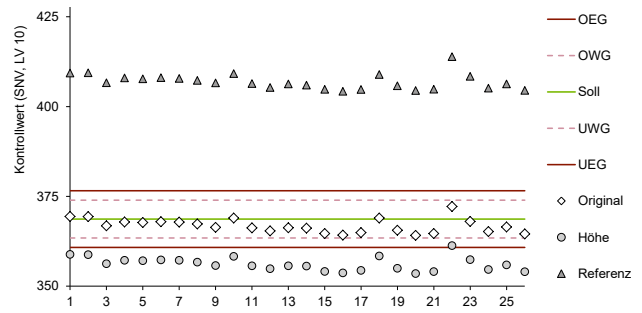
Im ersten Projektabschnitt wurden die bisherigen Kalibrationsmodelle auf ein günstigeres und robusteres Spektrometersystem (Corona Extreme, Fa. Zeiss) transferiert (Abb. 1). Dieses ist besser für den Einsatz unter Praxisbedingungen an den Südstandorten der Jungpflanzenbetriebe geeignet als das an der HSWT verwendete Laborspektrometer (Corona 1.7 NIR, Fa. Zeiss). Gleichzeitig wurden die bestehenden Kalibriermodelle auf weitere wirtschaftlich bedeutsame Zierpflanzenkulturen ausgeweitet (Abb. 1). Neben stehend und hängend wachsenden Pelargononien, Chrysanthemen, Neu-Guinea Impatiens, Osteospermum und Poinsettien wurden noch interspezifische Pelargonienhybriden sowie Surfinia-Petunien in die Kalibrationsmodelle implementiert.



**Abb. 1: Validierungsdaten für die Summe der organischen N-Fraktionen; aufgeteilt nach dem Spektrometertyp (Corona 1.7 NIR: grüne und blaue Symbole, Corona Extreme (verschiedene Geräte): rote Raute) sowie beim Corona 1.7 NIR zusätzlich nach den Kulturen (grüne Symbole: C = Chrysanthemen, Z = Pelargonien Zonale-Hybriden, P = Pelargonien Peltatum-Hybriden, E = Poinsettien, I = Impatiens Neu Guinea; blaue Symbole: S = Surfinia-Petunien, X = Pelargonien interspezifische-Hybriden)**

Nachdem der Kalibrationstransfer abgeschlossen war, wurden von den beiden Wirtschaftspartnern – den Jungpflanzenbetrieben Endisch und Kientzler – entsprechende Geräte beschafft und im Rahmen des zweiten Projektabschnitts in die Qualitätssicherungssysteme von Mutterpflanzenbetrieben in Ägypten bzw. Costa Rica integriert. An der HSWT wurde hierfür unter anderem eine Qualitätsregelkarte entwickelt, wie sie bei vielen Laboranalyseverfahren Standard ist. Die Regelkarte beruht auf der regelmäßigen Messung von speziellen Kunststoffscheiben als Kontrollproben. Die aufgezeichneten Spektren werden anschließend mit eigens

entwickelten Kalibriermodellen ausgewertet, die unterschiedlichste Mess- und Gerätefehler zuverlässig anzeigen (Abb. 2).



**Abb. 2: Regelkarten mit Sollwerten (Soll) sowie den oberen bzw. unteren Warn- und Eingriffsgrenzen (OWG, UWG, OEG, UEG) mit den Messwerten für die Spektren der Kontrollprobe (Original) über die gesamte Erntesaison 2016 sowie für diese Spektren nach der mathematischen Modellierung von Gerätestörungen bzw. Messfehlern (Höhe = falsche Höhe der Messebene, Referenz = falsche Referenzierung)**

Parallel zur Etablierung der NIR-Spektroskopie in den Jungpflanzenbetrieben erfolgten in einem weiteren Teilprojekt am Institut für Gemüse und Zierpflanzen (IGZ) in Erfurt tieferegehende Untersuchungen zur Veränderung metabolischer Stickstoff- und Kohlenhydratpools in der Nacherntephase und deren Auswirkungen auf die Stecklingsqualität. Diese Arbeiten dienen als wesentliche Grundlage zur Beurteilung der mittels NIRS gemessenen Werte.

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Projektes erfolgt derzeit die Etablierung in der gärtnerischen Praxis. Neben den beiden Projektpartnern haben weitere Jungpflanzenproduzenten Interesse an der Technologie angemeldet. Aktuell wird gemeinsam mit der VDLUFA NIRS GmbH ein System zur serverbasierten NIRS-Analyse aufgebaut und es erfolgt die Inbetriebnahme von weiteren NIR-Spektrometern an Südstandorten in Afrika. Mittelfristig soll unter dem Dach der VDLUFA NIRS GmbH unter Mitwirkung der HSWT ein Netzwerk für die NIR-basierte Qualitätssicherung von Zierpflanzenstecklingen etabliert werden.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung:	Prof. Dr. Elke Meinken
Projektbearbeitung:	Dr. Dieter Lohr
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektdauer:	15.05.2014 – 31.03.2018
Projektpartner:	Endisch Gartenbau GmbH & Co. KG   Kientzler Gartenbau GmbH & Co. KG   Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V.
Projektträger:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Projektförderung:	Landwirtschaftliche Rentenbank



## VERSUCHE ZUR KOMPOSTIERUNG UND VERWERTUNG VON HOPFENREBEHÄCKSEL ZUR OPTIMIERUNG DER NÄHRSTOFFEFFIZIENZ DES ORGANISCH GEBUNDENEN STICKSTOFFS

Die Hallertau ist das weltweit größte zusammenhängende Hopfenanbaugebiet. Bei der Hopfenernte fallen jährlich rund 230.000 Tonnen Rebehäcksel an. Etwa 80 % davon werden derzeit nach Abschluss der Erntearbeiten als Wirtschaftsdünger auf die Felder zurückgebracht. Auf Grund der novellierten Düngeverordnung ist die Rückführung der Rebehäcksel nur noch begrenzt zulässig, da das Material wesentliche Mengen an Stickstoff enthält und somit düngerechtlichen Beschränkungen unterliegt. Hinzu kommt, dass die Hallertau zu den Gebieten in Bayern zählt, die besonders mit hohen Nitratgehalten im oberflächennahen Grundwasser zu kämpfen haben. Ein Baustein, um diese Nitratbelastung zu senken, ist eine effizientere Ausnutzung des im Hopfenrebehäcksel gebundenen organischen Stickstoffs. Durch eine Kompostierung der Hopfenrebehäcksel könnte der Stickstoff über Winter konserviert und nach der Ausbringung des Komposts im folgenden Frühjahr den Hopfenpflanzen wieder zur Verfügung stehen.



Abb. 1: Kompostbox für kleinmaßstäbliche Kompostierversuche mit Hopfenrebehäcksel

Im ersten Schritt sollen kleinmaßstäblich umweltverträgliche und praktikable Kompostierungsverfahren (Abb. 1) mit Hopfenrebehäcksel entwickelt und unter Praxisbedingungen (Abb. 2) erprobt werden, um die engen zeitlichen und mengenmäßigen Vorgaben für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern im Herbst gemäß Düngeverordnung einzuhalten und etwaige N-Verluste über den Winter zu vermeiden.



Abb. 2: Umsetzung einer Kompostmiete mit Hopfenrebehäcksel

Im zweiten Schritt sollen in Feldversuchen die Wirksamkeit und das Verlustpotenzial des im frischen bzw. kompostierten Hopfenrebehäcksel organisch gebundenen Stickstoffs bei Ausbringung im Herbst bzw. Frühjahr untersucht werden. Dazu wird die Stickstoffaufnahme in Parzellenversuchen mit Sommergetreide ermittelt sowie die Stickstoffdynamik auf überdachten Bracheflächen analysiert (Abb. 3).



Abb. 3: Feldversuch mit bepflanzten Parzellen sowie überdachten Bracheflächen zur Untersuchung der Stickstoffdynamik von nicht-kompostierten und kompostierten Hopfenrebehäcksel nach der Aussaat im Frühjahr

Die Ziele des Forschungsprojektes sind eine rechtskonforme und umweltfreundliche Verwertung der Rebehäcksel mit einer optimalen Ausnutzung des organisch gebundenen Stickstoffs sowie ein besseres Verständnis der Umsetzungsprozesse von Rebehäcksel und der Stickstoffdynamik in Böden von Hopfengärten.

## RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung: Johann Portner (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft)

Projektleitung: Prof. Dr. Elke Meinken

Teilprojektleitung: Prof. Dr. Thomas Ebertseder

Projektbearbeitung: Dr. Dieter Lohr | Adrian Bölz

Projektzuordnung: Institut für Gartenbau | Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme

Projektdauer: 01.09.2018 – 31.12.2021

Projektpartner: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Projektförderung: Hopfenverwertungsgenossenschaft e. G.

# OPTIMIERTE OBERFLÄCHEN ZUR VERBESSERUNG DER EFFIZIENZ INNOVATIVER INJEKTIONSGERÄTE FÜR DÜNGER (EFFID) – TEILPROJEKT 6

Die in der landwirtschaftlichen Praxis am meisten verbreiteten Düngeverfahren für Stickstoff (N) sind durch erhebliche Verluste gekennzeichnet. Die platzierte Depotdüngung ist eine Möglichkeit, den Nährstoffverlusten und der Umweltbelastung entgegenzuwirken. Dabei wird der Düngebedarf möglichst als Ammonium oder Harnstoff im Boden in ausreichender Tiefe platziert. Diese Vorgehensweise hat die Vorteile, dass der Dünger einerseits für die wachsenden Wurzeln unabhängig von der Witterung gut zugänglich ist und andererseits die biologische Umwandlung in die verlustgefährdeten Stickstoffverbindungen Nitrat, Ammoniak und Lachgas erheblich reduziert wird. Eines der größten Hemmnisse zur Einführung einer verlustarmen Depotdüngung ist der hohe Zugkraft- und Energiebedarf – bei Ausbringung in eine ausreichende Tiefe.

Am Campus Triesdorf der HSWT wurde ein Messrahmen konstruiert, mit dem die räumlich aufgelöste Erfassung der am Schar wirkenden Kräfte möglich ist. Gemeinsam mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten konnte ein Acker für die Feldversuche ausgewählt werden. Nach einigen Berechnungen und der Erstellung eines Modells konnte eine Konstruktion des Kraftmessrahmens präsentiert und schließlich gebaut werden. Durch weitere Prüfung wurde dieser bereits optimiert. Die Auflösung der durch die Testschar in den Anbaurahmen eingeleiteten Kräfte erfolgt durch das mechanische Prinzip eines Hexapoden. Dadurch können alle sechs Belastungen (Horizontal-, Vertikal- und Seitenkraft sowie die drei möglichen Momente um die drei Raumachsen) unabhängig voneinander gemessen werden. Dazu wurden Kraftmessbolzen in den Gelenken eingesetzt, welche die Längskraft der Stützen erfassen. Der Kraftmessrahmen ist so ausgelegt, dass die Bolzenverbindungen einer Kraft von 20 kN standhalten können. Dies ist für jegliche Anwendung einzelner Geräte in der Landwirtschaft ausreichend. Die Überlastsicherung erfolgt, je nach getestetem Gerät, durch Scherschrauben oder durch eine gefederte Parallelführung der Testobjekte. Dem CAD Modell folgte eine FEM- Simulation, um die Beanspruchungen der Struktur in Form der Vergleichsspannungen abzubilden und mögliche Überlastungen bzw. plastische Verformungen ausschließen zu können. Nach Herstellung und Lieferung der Bauteile im Dezember 2017 durch den Projektpartner Fa. Frank konnte der Aufbau des Kraftmessrahmens abgeschlossen werden. Nach diversen Prüfungen ist der Kraftmessrahmen einsatzbereit. Erste Feldversuche mit Demonstrationswerkzeugen fanden planmäßig im April statt.

Die dabei gewonnenen Ereignisse haben zu der Erkenntnis geführt, dass noch einige Verbesserungen am Kraftmessrahmen vorzunehmen sind. Weitere Testfahrten konnten über die Sommermonate nicht stattfinden, da wesentliche Teile des Zugkraftmessrahmens bei der Handhabung verbogen wurden. Ab August 2018 wurde das Gestell repariert und die Erfahrungen der ersten Testfahrt in die optimierte Konstruktion miteinbezogen. Um das Abstellen des Rahmens zu erleichtern, wurden Stützfüße angebracht. Eine Steinschlagsicherung soll verhindern, dass bei zu hoher Kraftaufnahme Teile verbogen oder abgerissen werden.

Im November 2018 konnte witterungsbedingt an einem Tag eine Reihe von weiteren Testfahrten mit Prismenscharen als Demonstrationswerkzeug erfolgen. Bei dieser Testfahrt mit zwei identischen Werkzeugen lagen die Abweichungen der Mittelwerte im Bereich von 5 %. Die Streuungen waren nahezu übereinstimmend.



Abb. 1 + 2: Versuchsfahrt mit Prismenscharen (li) und mit KUHN-Striger kombiniert mit der RAUCH-Geometrie (re)

Anfang März 2019 konnten die Versuchsfahrten nach einem trockenen Winter wiederaufgenommen werden. An die Messboxen wurde der Striger von „KUHN“ und das Injektionsschar der Firma „RAUCH“ angebaut.

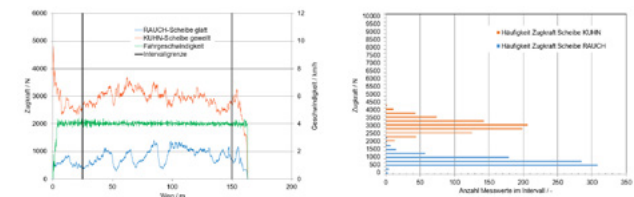


Abb. 3 (li): Vergleich des Zugkraftbedarfs gewellte KUHN-Scheibe mit glatter RAUCH-Scheibe bei 4 km/h  
 Abb. 4 (re): Häufigkeitsverteilung des Kraftaufwandes der gewellten und glatten Scheiben bei 4 km/h

Zur Verfügung stand ein abgeernteter Rübenacker mit einer Bodenfeuchte von circa 86 % Trockensubstanzgehalt. Gearbeitet wurde in 17-18 cm Bodentiefe mit unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten von 4-10 km/h. Im Vergleich zum Bodenbearbeitungsgerät der Firma KUHN benötigte das Injektionsschar von RAUCH annähernd die Hälfte der Zugkraft.

Bis Ende April 2019 fanden Testfahrten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen von einzelnen Bauteilen der Anbaugeräte statt.

Beispielsweise erforderte die gewellte Scheibe des KUHN Striger, unabhängig von der Geschwindigkeit (4 km/h, 6 km/h, 8 km/h), mehr als doppelt so viel Kraft wie die glatte Scheibe von RAUCH.

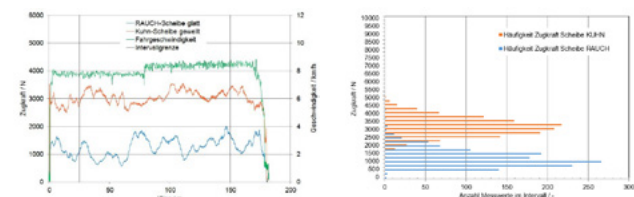


Abb. 5 (li): Vergleich des Zugkraftbedarfs gewellte KUHN-Scheibe mit glatter RAUCH-Scheibe bei 8 km/h  
 Abb. 6 (re): Häufigkeitsverteilung des Kraftaufwandes der gewellten und glatten Scheiben bei 8 km/h

Im Juni 2019 fanden weitere Versuchsfahrten mit Prismenscharen statt. Als Versuchsfläche wurde ein abgeernteter Stoppelacker mit einer Bodenfeuchte von circa 92 % Trockensubstanzgehalt zur Verfügung gestellt. Die Arbeitstiefe blieb weiterhin bei ungefähr 17 cm. Es wurden die Geschwindigkeiten 5 km/h, 7,5 km/h und 10 km/h getestet. Mit einer verstärkten Konstruktion wurden erneut Prismenschare getestet, wobei zuerst wieder mit zwei identischen Varianten begonnen wurde, danach mit unterschiedlich beschichteten Werkzeugen. Die Beschichtungen, die den Reibungskoeffizienten und somit auch den Zugkraftbedarf verringern sollen, wurden von dem Kooperationspartner „Fraunhofer Institut für Werkmechanik-IWM“ entwickelt. Es wurde in den Feldversuchen daraufhin mit verschiedenen DLC (engl. diamond-like carbon) Varianten gearbeitet. Optisch waren die Schichten schon

nach kurzer Strecke beschädigt. Eine Verringerung des Kraftaufwands konnte dennoch festgestellt werden.



Abb. 7 und 8: Ursprüngliche Konstruktion mit Prismenscharen (li) und verstärkten Konstruktion mit Prismenscharen (re)

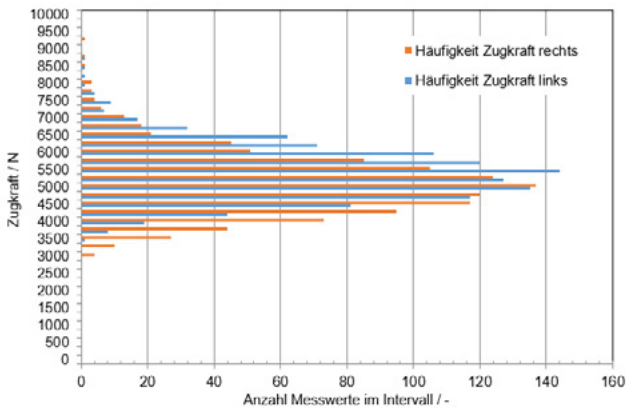


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung des Kraftaufwandes mit zwei identischen Prismenscharen bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 7,5 km/h

Die nächsten Versuchsfahrten finden mit zwei identischen Injektionsscharen der Firma RAUCH statt. Auch hierbei soll der Kraftaufwand von beschichteten und unbeschichteten Bauteilen praxisnah verglichen werden.



Abb. 10: Beschichtetes Prismenschar nach 50 m

**BODENEIGENSCHAFTEN DER VERSUCHSFLÄCHE**

Die festgelegte Versuchsfläche wurde Ende Mai 2018 mit einem entsprechenden Gerät für die Erfassung im GIS befahren und ein Datensatz angelegt. Die Bodenbeprobung ist abgeschlossen und von der Friedrich Alexander Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg am Institut für Geographie ausgewertet. Mit einem SediGraph (Röntgenbeugung) wurde die Korngrößenverteilung beziehungsweise die Bodenart ermittelt und in Grob-, Mittel- und Feinfraktionen aufgeschlüsselt. Der Testacker weist größtenteils homogene Bodeneigenschaften auf. Er besteht aus einem hohen Sandanteil von ca. 70 %.

Im Juni 2019 wurde die Testfläche mit dem „Veris Quad 2800“ befahren und die elektrische Leitfähigkeit bestimmt. Die Zugkräfte sind abhängig von Randbedingungen wie der Bodenfeuchtigkeit, dem Bearbeitungszustand und der Vorverdichtung des Bodens. Diese Parameter werden bei jeder Versuchsreihe separat betrachtet.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

- Projektleitung: Prof. Dr. Hariolf Kurz
- Projektbearbeitung: Julia von Le Suire
- Projektzuordnung: Biomasse-Institut
- Projektdauer: 25.01.2017 – 24.01.2021
- Projektpartner: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. – Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM (Koordination Verbundprojekt) | Agentur Anna | cult-tec GbR | Frank Walz- und Schmiedetechnik GmbH | inprotec AG
- Projektträger: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- Projektförderung: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft



## ARCHITEKTUR EINES UNABHÄNGIGEN EXPERTENNETZES FÜR DIE PFLANZENBAUBERATUNG IM ZEITALTER DER DIGITALISIERUNG (FARMEXPERT 4.0)

Obwohl die Landwirtschaft technologischen Neuerungen in der Produktion aufgeschlossen ist und diese einsetzt, ist gerade die landwirtschaftliche Beratung bisher noch verhältnismäßig wenig digitalisiert. Es ist gängige Praxis in der landwirtschaftlichen Produktion und Beratung, gesetzliche Regelungen, Fachliteratur und Betriebsdaten in analoger Datenform zu verwenden und in unstrukturierte, digitale Dokumente zu übertragen. Im vorliegenden Projekt wird zur Unterstützung der Landwirte und der Pflanzenbauberater ein prototypisches Entscheidungshilfesystem entwickelt, welches die Beratung in der Landwirtschaft digital unterstützt. Das System erleichtert die Wissensvernetzung, indem es aktuelles Fach- und Expertenwissen sowie individuelle Betriebsdaten abrufen, aufbereitet und zweckgebunden auswertet.

Für die Pflanzenbauberater ergeben sich durch integrative und datengetriebene Ansätze neue Chancen und Herausforderungen. Die Aufgabe, über den Einzelbetrieb hinaus bei der überbetrieblichen Analyse der zeit- und ortsgebundenen Daten betriebsindividuell zu beraten, erfordert eine gute Vernetzung. Der Pflanzenbauberater mit langjährigen Erfahrungen und aktuellem Fachwissen ist hierbei für den interdisziplinär arbeitenden Landwirt eine große Hilfe, um dem steigenden Effizienz- und Qualitätsdruck aller Stakeholder der gesamten Wertschöpfungskette gerecht zu werden. Dieser Experte ist wiederum auf einen themen- und fragenspezifischen schnellen Zugriff auf personalisiertes und standortspezifisches Wissen in gesicherter Datenqualität angewiesen (s. Abb. 1).



Abb. 1: Vernetzung des internen und externen Daten-Ökosystems

Um diese Herausforderungen zu meistern, bietet es sich an, die Landwirte und Berater mittels eines entsprechenden Expertennetzes zu unterstützen. Dieses Expertennetz integriert verschiedenste Datenquellen fachlich und technisch in eine einheitliche Wissensbasis, um in einer Abfrage auf sämtliches Wissen gleichzeitig zugreifen und entsprechende Zusammenhänge herstellen zu können. Das Verbundprojekt verwendet zur Umsetzung dieser Datenkonnektivität Semantic Web Technologien wie OWL-Ontologien und SPARQL-Abfragen (SPARQL Protocol and RDF Query Language). Diese Technologien ermöglichen es, diese Daten hinsichtlich ihrer Bedeutung, d. h. semantisch, zu modellieren und zur Verfügung zu stellen.

In den weiteren Projektphasen ist geplant, bei der Integration von bisherigen und zukünftigen Datenquellen verstärkt maschinelle Schnittstellen einzusetzen, um größere Datenmengen zu importieren. Der Abdeckungsgrad und das Hintergrundwissen für häufige landwirtschaftliche Fragen könnte dadurch wesentlich erhöht

werden. Außerdem hilft es dem Anwender, flexibler auf Änderungen bei fachlichen und gesetzlichen Gegebenheiten zu reagieren.

Ein weiterer Fokus im weiteren Verlauf des Projekts wird der maschinelle Live-Zugriff auf bestehende Datenbanken und Webservices sein. So könnten aktuelle Daten wie beispielsweise Wettervorhersagen bei Entscheidungsfindungen mit einfließen und mit bestehenden landwirtschaftlichen Software-Systemen verknüpft werden. Ein weiteres Ziel ist, Landwirte langfristig zu entlasten, indem Betriebsdaten und Feldmaßnahmen nur einmalig direkt bei der Ausführung eingegeben und vom gleichen oder von anderen Systemen mehrfach automatisch wiederverwendet werden – eine Einwilligung des Landwirts zur Weitergabe dieser sensiblen Daten vorausgesetzt.

Letztendliches Ziel des Forschungsprojekts FarmExpert 4.0 ist die Entwicklung einer Architektur eines dauerhaft nutzbaren Expertennetzwerks für die pflanzliche Produktion. Die Unabhängigkeit von Unternehmensinteressen, eine kontinuierliche Verfügbarkeit, die Datensicherheit und der Datenschutz stehen bei der Entwicklung im Fokus.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Sebastian Peisl
Projektbearbeitung:	Dr. Michael Beck   Fabian Weckesser
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektdauer:	01.01.2017 – 31.10.2020
Projektpartner:	fortiss GmbH   Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e. V.
Projektförderung	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## ENTWICKLUNG EINES INTEGRIERTEN FARM-MANAGEMENT-SYSTEMS FÜR DIE KOMBINIERTE MILCH- UND ENERGIEPRODUKTION IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBEN UND VERNETZUNG IN EIN REGIONALES ENERGIEKETZ (COW ENERGY)

Ein integriertes Farm-Management-System soll zur Automatisierung betrieblicher Abläufe und Verfahrensketten in der kombinierten Milch- und Energieproduktion in landwirtschaftlichen Betrieben führen. Weiterhin soll dieses System die Vernetzung in regionale Energienetze ermöglichen.

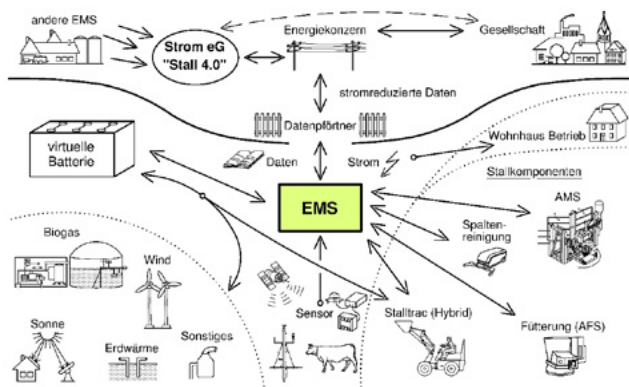


Abb. 1: Farm-Management-System (Quelle: Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, TUM)

Die Grundlage für ein derartiges System bietet das so genannte Demand Side Management, bei dem der betriebliche Energieverbrauch an die aktuell produzierte Energiemenge angepasst wird. Dazu ist es notwendig, die Energieproduktion für eine zukünftige Zeitperiode genau zu prognostizieren, um auf dieser Basis die Planung der Produktionsprozesse zu ermöglichen. Des Weiteren werden die Energieverbräuche verschiedener Verbraucher detailliert aufgezeichnet und deren Priorität im Produktionssystem bewertet. Auf diese Informationen aufbauend optimiert ein Entscheidungsalgorithmus die Energienutzung nach ökonomischen und produktionstechnischen Prioritäten. Neben der zeitlichen Flexibilität verschiedener Produktionsprozesse wie z. B. Füttern und Entmisten werden dabei auch Batteriespeicher sowie in der Milchviehhaltung vorhandene Energiespeicher wie Druckluft oder Eiswasserspeicher zur Flexibilisierung des Energieverbrauchs eingesetzt. Die Grundlagen dazu werden derzeit auf einem Praxisbetrieb erarbeitet und getestet.



Abb. 2: Auch das Tierwohl findet Berücksichtigung in dem Projekt

Durch eine tierindividuelle Ausrichtung des Systems und Berücksichtigung der Tier-Technik-Interaktion trägt das System zur Förderung des Tierwohls bei. Durch die Verbesserung der elektronischen Steuerung, Regelung, Automation und Überwachung der ganzen Verfahrensketten können Ressourcen eingespart werden. Wobei neben der automatischen Datenerfassung und Steuerung auch die Interaktionen der Technik mit Betriebsleitung und Mitarbeitenden eine wichtige Rolle einnehmen. Hierfür muss im weiteren Verlauf eine geeignete Schnittstelle entwickelt werden.

Das erstellte regionale Energienetz dient durch die Erzeugung, Speicherung und Nutzung regenerativer Energiequellen der Ressourceneinsparung und den gesellschaftlichen Zielen der Energiewende.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung:	Prof. Dr. Heinz Bernhardt (TU München)
Teilprojektleitung:	Prof. Dr. Jörn Stumpfenhausen
Projektbearbeitung:	Martin Höhendinger
Projektzuordnung:	Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
Projektdauer:	01.12.2016 – 31.01.2020
Projektpartner:	BEDM GmbH   Hörmann GmbH & Co. KG   Technische Universität München – Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Projektträger:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Projektförderung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

## GRÜNLEGUMINOSEN ALS EIWEISS- UND RAUFUTTERMittel IN DER ÖKOLOGISCHEN GEFLÜGEL- UND SCHWEINEFÜTTERUNG (GRÜNLEGUM)

In der ökologischen Landwirtschaft sind der Protein- und Aminosäurenversorgung von monogastrischen Tieren (Geflügel und Schweine) sowohl durch die EU-Rahmenrichtlinien als auch durch die jeweiligen Verbandsrichtlinien Grenzen gesetzt. Das erschwert die Suche nach geeigneten heimischen Eiweißträgern, um damit eine bedarfsgerechte 100%-Bio-Fütterung dieser Tiergruppen zu gewährleisten. Grünleguminosen wie Luzerne und Rotklee weisen ein hohes Potenzial für die Protein- und Aminosäurenversorgung von Geflügel und Schweinen auf.

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft (BLE) hat deshalb im Rahmen des Programms BÖLN ein Verbundvorhaben gefördert, das einen ganzheitlichen Lösungsansatz verfolgt. Dieser bezieht den Anbau, die Werbung und die Verfütterung von Grünleguminosen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit ein. Insgesamt sechs Institutionen sind mit den Fachgebieten Pflanzenbau, Technik, Analytik, Fütterung und Beratung an diesem Projekt beteiligt (Abb. 1). Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) ist Koordinatorin dieses Forschungsverbundes und führt außerdem Fütterungs- und Verdaulichkeitsversuche bei Masthühnern, Mastschweinen und Legehennen durch. Die HSWT arbeitet zudem eng mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) beim Arbeitspaket Technik zusammen. Dort geht es um die Futterernte für die Fütterungsversuche des Arbeitspaketes Tier.

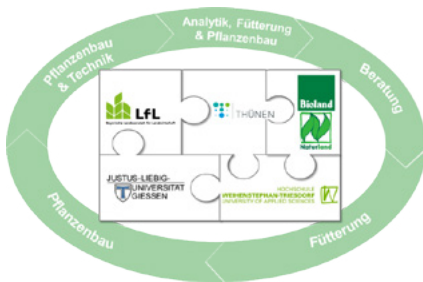


Abb. 1: Darstellung der am Projekt Grünlegum teilnehmenden Institutionen mit ihren Aufgaben

### FÜTTERUNGSVERSUCHE BEI MASTHÄHNCHEN

Hier wurde zum einen die Verdaulichkeit unterschiedlicher Luzerneprodukte geprüft und zum anderen im Leistungsversuch die Akzeptanz gegenüber steigenden Anteilen an Luzernetrockenblatt im Hinblick auf wichtige Leistungsparameter untersucht. Alle Versuche fanden im Versuchsstall der HSWT in Zurnhausen statt, eingesetzt wurden männliche Eintagsküken des Genotyps Hubbard JA-757.

In zwei aufeinanderfolgenden Verdaulichkeitsversuchen wurde die Verdaulichkeit von Luzerneblättern (LB), Luzernesilage (LS) bzw. Luzernemehl (LM) (Verdauungsversuch 1) sowie Luzerneblättern (LB), Luzernesilage (LS), Rotkleeblättern (RKB) bzw. Rotkleesilage (RKS) (Verdauungsversuch 2) getestet. Insgesamt wurden 1.200 männliche Eintagsküken (528 in Verdauungsversuch 1 und 672 in Verdauungsversuch 2) eingestallt. In beiden Experimenten war der Versuchszeitraum in drei Fütterungsphasen eingeteilt.

Ziel des Leistungsversuches war es, mittels eines Dosis-Wirkungs-Verfahrens herauszufinden, welche Anteile Luzernetrockenblatt von Masthähnchen ohne Leistungseinbußen vertragen werden. Eine Partie der geernteten Luzerneblätter wurde heißluftgetrocknet (zwischen 200-600 °C (Trommeleingang) und 100 °C (Trommelausgang)) und diente als Grundlage für die Fütterungsvarianten LB 2, LB 3 und LB 4. Eine weitere, kleinere Partie (Luzerneblätter niedriger Temperatur (LBnT)) wurde mittels der Abwärme einer Biogasanlage (ca. 45 °C) getrocknet und für die Futtermischungen der Variante LBnT 5 verwendet. Nach der Trocknung erfolgte bei beiden Partien eine weitere Trennung von Blättern und Stängeln in einer Kräutertrocknungsanlage. Nährstoffgehalte, Proteinlöslichkeit und Lysin-Verfügbarkeit wurden analytisch ermittelt. Für den Fütterungsversuch wurden 600 männliche Eintagsküken des Genotyps Hubbard JA-757 auf fünf Fütterungsvarianten (Kontrolle (K), LB 2, LB 3, LB 4, LBnT 5) mit je fünf Wiederholungen (= Abteile) verteilt (Abb.2).



Abb. 2: Eingestallte Eintagsküken des Leistungsversuchs in einem Abteil

### FÜTTERUNGSVERSUCHE BEI MASTSCHWEINEN

Zur Verfütterung von Luzerneprodukten an Mastschweine sind insgesamt 3 Versuche vorgesehen. In einem Akzeptanzversuch soll geprüft werden, ob steigende Mischungsanteile von Luzernetrockenblatt in Anfangsmastmischungen störungsfrei aufgenommen werden und welche Auswirkungen auf die Wachstumsleistungen zu erwarten sind. Ein Verdauungsversuch soll über die Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe in den jeweiligen Luzerneprodukten Aufschluss geben. Ein Leistungsversuch dient der Einschätzung der Auswirkungen von Luzerneprodukten über einen längeren Zeitraum insbesondere in der Endmast. Auch die Auswirkungen eines hohen Luzernetrockenblattanteils auf den Schlachtkörperwert sind in diesem Zusammenhang zu prüfen. Sowohl der Akzeptanz- als auch der Verdauungsversuch wurden im Herbst 2018 durchgeführt. Der Leistungsversuch war für Sommer bis Herbst 2019 geplant.

### ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

Die bisherigen Fütterungsversuche an Masthähnchen und Mastschweinen mit Grünleguminosen haben gezeigt, dass es große Unterschiede zwischen den Tierarten in der Akzeptanz von Lu-



zernetrockenblatt in Alleinfuttermischungen gibt. Während bei Schweinen Anteile von 15 % Luzernetrockenblatt in der Vormastmischung möglich sind, zeigen Masthähnchen bereits bei Anteilen von 5 % Luzernetrockenblatt Leistungsdepressionen. Die Ursachen für diese Leistungsdepressionen scheinen antinutritive Substanzen der Luzernepflanze, die sogenannten Saponine, zu sein. Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung dieser bitter schmeckenden Substanzen könnten ein Grund für die bessere Akzeptanz der Mastschweine gegenüber Luzernetrockenblatt sein. Weiterhin scheint der Silierprozess einen wesentlichen Einfluss auf die Struktur der Saponine zu haben. So zeigen Studien tendenziell positive Effekte hinsichtlich der Akzeptanz von silierten Luzerneprodukten.



**Abb. 3: Küken des Leistungsversuchs am 51. Lebenstag**

In weiterführenden Forschungsprojekten sollten die Identifizierung und routinemäßige Analytik der Saponine sowie deren Gehalte und Wirkungsweise bei unterschiedlichen Ernte- und Werbungsverfahren weiter untersucht werden, um die Effekte dieser komplexen Stoffgruppe besser einschätzen zu können. Im noch laufenden Forschungsprojekt GRÜNLEGUM werden derzeit die Effekte von Luzerneprodukten in der Legehennenfütterung untersucht. Der Einfluss von Grünleguminosen auf Mastschweine insbesondere in der Endmast und damit verbundene Effekte auf den Schlachtkörperwert soll in einem weiteren Fütterungsversuch untersucht werden.

**HINWEIS**

Ein Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.

**VERÖFFENTLICHUNGEN**

- » Messinger, D., M. Kaindl, P. Weindl, G. Bellof, 2019: Futterwert und Einsatz von Luzernetrockenblatt als Eiweißfuttermittel in der ökologischen Schweinemast, In: Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung (2019), S. 118-121.
- » Pleger, L., P.N. Weindl, P.A. Weindl, S. Carrasco, G. Bellof, 2018: Einsatz von Luzernetrockenblatt in der ökologischen Broilermast, In: LfL Schriftenreihe 5, Öko Landbautag, Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern 2018, ISSN 1611-415, S. 109-113.
- » Pleger, L., P.N. Weindl, P.A. Weindl, L.S. Carrasco, E.Kienzle, G. Bellof, 2018: Precaecal digestibility of alfalfa products as an organic feedstuff in broilers, In: Proceedings of the 22nd Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Munich, p. 40.
- » Pleger, L., P.N. Weindl, P.A. Weindl, S. Carrasco, K. Aulrich, G. Bellof, 2019: Einsatz von Luzernetrockenblatt in der ökologischen Broilermast, In: Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau-Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft S. 302-306.
- » Pleger, L., P.N. Weindl, P.A. Weindl, L.S. Carrasco, G. Bellof, 2019: Determinating the precaecal digestibility of alfalfa (*Medicago sativa*) and red clover (*Trifolium pratense*) products in the organic feeding of broilers, In: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Vol. 28, p. 124.
- » Weindl, P.N., P.A. Weindl, L. Pleger, S. Carrasco, G. Bellof, 2018: Einsatz von Luzerneprodukten in Alleinfuttermischungen für die Anfangsmast von Masthühnern in der ökologischen Fütterung, In: LfL Schriftenreihe 5, Öko Landbautag, Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern 2018, ISSN 1611-415, S.131-133.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

Projektleitung:	Prof. Dr. Gerhard Bellof
Projektbearbeitung:	Diana Messinger   Lydia Pleger   Peter Weindl   Dr. Petra Weindl
Projektzuordnung:	Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
Projektdauer:	01.07.2016 – 31.03.2021
Projektpartner:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft   Bioland Beratung GmbH – Geschäftsstelle Augsburg   Justus Liebig Universität Giessen – Center for international research   Thünen Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Projektträger:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Projektförderung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
Weblink:	Ausführlicher Beitrag zum Download unter <a href="https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1054-gruenlegum">https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1054-gruenlegum</a>

# DIGITAL BASIERTES STICKSTOFFMANAGEMENT IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBEN – EMISSIONSMINDERUNG DURCH OPTIMIERTE STICKSTOFFKREISLÄUFE UND SENSORGESTÜTZTE TEILFLÄCHENSPEZIFISCHE DÜNGUNG (MAIS SENSOR)

In der Bundesrepublik Deutschland betragen die flächenbezogenen Stickstoffsalden im Mittel über 90 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Aufgrund von Standort- und auch Bewirtschaftungseinflüssen können landwirtschaftliche Nutzflächen jedoch eine sehr hohe Heterogenität (Bodenart, Ertragspotenzial, N-Nachlieferung etc.) besitzen. Erfolgt auf den ackerbaulich genutzten Schlägen eine einheitliche N-Düngung, kann dies auf Hohertragszonen zu negativen N-Salden führen; in Niedrigertragszonen kann dies wiederum eine Überdüngung sowie ein erhöhtes N-Verlustpotenzial nach sich ziehen. Ein zielorientiertes Werkzeug um die (gesetzlich) vorgeschriebenen N-Salden und Nitratwerte im Grundwasser – unter Berücksichtigung der Schlagheterogenität – einzuhalten, könnte die sensorgestützte teilflächenspezifische N-Düngung in Kombination mit einem betrieblichen N-Bilanzierungsmodell darstellen.

Die Projektziele sind einerseits die Entwicklung eines Verfahrens zur teilflächenspezifischen sensorgesteuerten Stickstoffdüngung von Mais nach dem Verfahren Online mit Map-overlay, andererseits die Weiterentwicklung des Modells REPRO durch ein GIS-gestütztes Tool zur teilflächenspezifischen N-Bilanzierung und schließlich die Kopplung beider Systeme und Praxiserprobung des neuentwickelten Modells. Über das Teilprojekt zur teilflächenspezifischen Bilanzierung wird hier berichtet.

## STICKSTOFFMANAGEMENT IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBEN – KOPPLUNG LEISTUNGSFÄHIGER BILANZIERUNGSTOOLS MIT DER SENSORGESTÜTZTEN TEILFLÄCHENSPEZIFISCHEN DÜNGUNG

Auf elf Flächen der Versuchsstationen wurde eine intensive Erfassung der räumlichen Variabilität von Pflanzen und Böden sowie von Ertrag und N-Entzug durchgeführt. Ein Kriterium für die Auswahl der Flächen war der Anbau von Weizen; auf diese Fruchtart wurden die Untersuchungen im Jahr 2018 ausgerichtet. Als Versuchsflächen wurden möglichst heterogene Flächen (in Roggenstein und Freising) ausgewählt, die eine hohe räumliche Variabilität besitzen. Es wurden zehn konventionell bewirtschaftete Flächen sowie eine ökologisch bewirtschaftete Fläche untersucht.

Das N-Bilanzierungsmodell wird mit Hilfe des Map Overlay Prinzips erstellt werden. Dabei werden unterschiedliche georeferenzierte Daten überlagert und mit Hilfe geostatistischer Methoden zu teilflächenspezifischen Karten zusammengeführt. Im Rahmen des Projekts wurden die Nutzbarkeit und der Aussagewert verschiedener Modelleingangsdaten (Boden- und Pflanzenparameter) bzw. deren Erfassungsmethoden untersucht. Neben den bisher ausgewerteten Daten (Ackerschlag, Bodenkarte, Höhenlinien und multispektralen Sensordaten des Schleppersystems) wurden im Jahr 2018 erstmals Drohnenshots, Satellitendaten, Mährescherertragsdaten, Biomassedaten (Handschnitte) und die elektrische Leitfähigkeit erfasst und analysiert. Damit wurde eine breite Datenbasis geschaffen, mit dem Ziel, die Biomasse und die Erträge des Bestandes zu ermitteln, um daraus folgend teilflächenspezifische N-Entzüge zu berechnen.

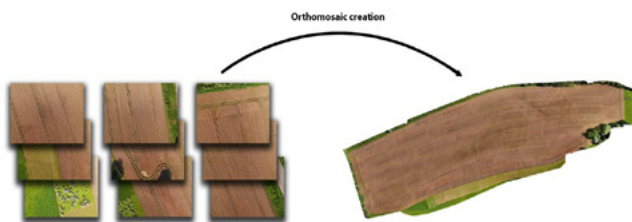


Abb. 1 Schematische Darstellung der Orthomosaikerstellung (überlappende Einzelbilder werden zu einem georeferenzierten Gesamtbild (Orthomosaik) zusammengesetzt)

### Charakterisierung der räumlichen Variabilität von Böden

Zur Charakterisierung der räumlichen Variabilität von Böden sowie als Berechnungsgrundlagen für das N-Bilanzierungstool wurden folgende Methoden verwendet.

- » Bodenschätzungskarte
- » Bodenanalysen
- » Elektrische Leitfähigkeit
- » Drohne (UAV)

### N-OUTPUT

Neben der Stickstoffzufuhr ist auch die kleinräumliche Stickstoffabfuhr eine essenzielle Größe, um eine aussagekräftige georeferenzierte N-Bilanzierung zu gewährleisten. Dabei ist sowohl die Menge als auch die Qualität (N- bzw. Proteingehalt) der abgefahrenen Ernteprodukte entscheidend.

In der landwirtschaftlichen Praxis sind zur Darstellung teilflächenspezifischer Erträge Mährescherertragskarten verbreitet. Im Rahmen dieses Projektes wurden weitere Daten und Karten verwendet, um die N-Abfuhr in den Ernteprodukten quantifizieren zu können. Zu diesen zählen Satellitendaten (u. a. Ertragspotenzialkarten, Biomassekarten, Vegetationsindex-Karten) und Drohnenshots mit einer RGB-Kamera (Detektion des Grünanteils des Pflanzenbestandes, Auswertung der Fotos mit spezieller Software zur Ableitung von diversen Indices wie dem NDVI) und Reflexionsmessungen mit Sensoren. Folgende Methoden wurden für die Bestimmung der räumlichen Variabilität von Ertrag und N-Entzug in den Untersuchungsflächen 2018 eingesetzt.

- » Reflexionsmessungen mit Sensor
- » Satellitendaten
- » Ertragsbestimmung-Handschnitte
- » Parzellenmährescher
- » Mährescherertragskartierung

### PROGRAMMIERTECHNISCHE UMSETZUNG

In verschiedenen Projekten arbeiten TUM und HSWT gemeinsam an der Entwicklung eines umfassenden Nährstoffmanagementtools für die Landwirtschaft. In Vorbereitung dessen wurden im Rahmen dieses Projektes erste Funktionen prototypisch in der Programmiersprache R umgesetzt. Diese Funktionen beziehen sich vor allem auf die Visualisierung und Bereitstellung der vorhandenen Daten sowie eine standardisierte Weiterverarbeitung und geostatistische Auswertung.

Folgende Karten können bislang in der Software importiert und georeferenziert (auch überlagert) angezeigt werden:

- » Ackerschlag
- » Bodenkarte, davon Bodenzahl, Ackerzahl, und Bodenart
- » Höhenlinien
- » Drohnenshots
- » Satellitenbild NDVI
- » Mährescherertragskarten
- » Parzellenmährescherertragskarten
- » EM-38 (Elektrische Leitfähigkeit)
- » Reflexionsmessungen mit Sensor REIP
- » Ertragsbestimmung – Handschnitte

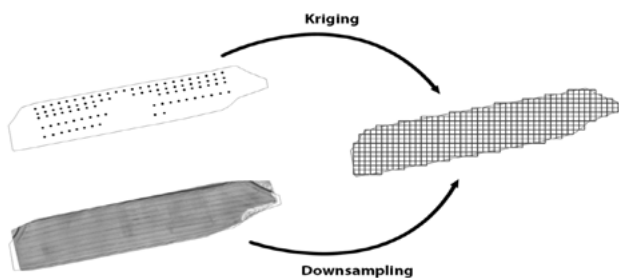


Abb. 2 Uniformierung der Daten

Unabhängig vom Datentyp variieren die Daten stark in deren Auflösung und spatialer Anordnung. Luftbilder und Satellitendaten lagen als flächendeckende Rasterdaten vor, multispektrale Sensor- und Mährescherdaten sowie Handschnitte als verteilte Punktdaten. Um eine georeferenzierte Vergleichbarkeit, z. B. Korrelationen, zwischen den Datenquellen durchführen zu können, wurden die Daten in identische Raster gleicher Auflösung überführt. Die Ergebnisse (hier: Düngempfehlung) können nach der durch Computerprogramme gestützten mathematischen Aufbereitung teilflächenspezifisch und punktgenau auf der Acker Schlagkarte angezeigt werden.

**ERGEBNISSE**

Anhand von exemplarischen Schlägen konnten erste Ergebnisse, die unter Verwendung der neuentwickelten Software erstellt wurden, festgestellt werden.

**Charakterisierung des Standorts**

Nach aktuellem Stand wurde die georeferenzierte Standortcharakterisierung eines Versuchsschlages erfasst. Die Beprobungen von Teilflächen mittels Bodenanalysen lassen in allen Schlägen unterschiedliche Zonen erkennen. Deutlichere Unterschiede auf den Flächen können anhand der Ergebnisse des pH-Wertes, des organischen Kohlenstoffs (C<sub>ORG</sub>), und des Gesamt-Kohlenstoff (C<sub>t</sub>) bzw. Gesamt-Stickstoff (N<sub>t</sub>) ermittelt werden.

Differenzierungen der Bodenschätzungskarte wiesen keine gravierenden Unterschiede auf und ließen somit auch keine Notwendigkeit für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung erkennen. Der Drohnenflug mit der RGB-Kamera und die Messung der elektrischen Leitfähigkeit zeigen jedoch eine große Heterogenität im Schlag. Die Ergebnisse der elektrischen Leitfähigkeit differierten innerhalb des Schlages stark.

**N-Output**

Der für das N-Managementtool notwendige N-Output (N-Aufnahme der Pflanzen bzw. N-Abfuhr in den Ernteprodukten) wurde über verschiedene Methoden erfasst. Aus der Bodenschätzungskarte auf der Ackerfläche „D2“ ist keine Heterogenität erkennbar. Die Mährescherertragskarte lässt jedoch unterschiedliche Ertragszonen erkennen. Da diese Form der Ertragskartierung jedoch zum Teil mit Fehlern behaftet sein kann, wurden auf diesem Schlag noch weitere Methoden zur Ableitung des teilflächenspezifischen Ertrags und N-Outputs verwendet. Zu diesen Methoden zählen der Parzellenmährescher, die Biomasseschnitte, Satellitenbilder sowie Reflexionsmessungen mit Sensoren zur Ableitung von Vegetationsindices.

Trotz unterschiedlicher Methoden ist aus den Ergebnissen des Schlages „D2“ ein gleiches Verteilungsmuster erkennbar. Hierbei befindet sich auf der linken Seite des Schlages eine Hochertragszone und auf der rechten Seite des Schlages eine Niedrigerertragszone. Die errechneten Vegetationsindices auf Basis von Satellitenbildern (NDVI) und des schleppergetragenen Sensors (REIP) zeigen ebenfalls gleiche Muster, die den Hoch- und

Niedrigerertragsbereich erkennen lassen. Diese Zonen sind auf der Bodenschätzungskarte nicht ersichtlich. Des Weiteren zeigt sich nicht nur ein gleiches Verteilungsmuster, sondern auch bei Betrachtung der Erträge [dt/ha] der Mährescher- und Parzellenmährescherertragskartierung ähnliche absolute Werte.

**Analyse der Beziehungen zwischen den Messparametern**

Es wurde ein georeferenziertes Regressionsmodell erstellt, um mögliche Zusammenhänge der verschiedenen georeferenzierten Daten ableiten zu können. Die Datensätze wurden nach statistischen und geostatistischen Methoden berechnet. Aufgrund der großen Datendichte werden exemplarisch die Ergebnisse der georeferenzierten Regressionsmatrix für den Testschlag „D2“ beschrieben. Die Güte der einzelnen Methoden können mithilfe der Korrelationen geprüft werden und daraufhin kann eine Empfehlung gegeben werden, welche Methoden am besten geeignet sind für die Bestimmung des N-Entzugs für weitere Berechnungen im N-Managementtool. Hierbei ist erkennbar, dass alle Methoden eine Beziehung (R<sup>2</sup>= 0,33-0,83) aufweisen. Die höchste Korrelation (R<sup>2</sup>= 0,83) wird zwischen dem Satelliten (NDVI) und dem schleppergetragenen Sensorsystem (REIP) gemessen. Die geringste Beziehung am „D2“ mit R<sup>2</sup>= 0,33 weist die Mährescherertragskartierung und der Satellit (NDVI) auf.

**ABSTRACT**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Reflexionsmessungen des Sensors und des Satelliten vertrauenswürdige Ergebnisse liefern, da beide Methoden gut bis sehr gut auf den Testschlägen miteinander korrelieren. Durch die Nutzung frei zugänglicher satellitenbasierter Reflexionsmessungen bieten sich für den Landwirt eine innovative sowie zeitsparende Möglichkeit Managemententscheidungen für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung zu treffen. Dagegen können aus RGB-Drohnenbildern keine Werte ermittelt werden, die für die Berechnung eines N-Managementtools verwendet werden können. RGB-Drohnenbilder können jedoch Ertragszonen in einem Ackerschlag erkennen und in Kombination mit anderen Methoden (wie z. B. der Mährescherertragskartierung) die räumliche Variabilität charakterisieren.

Alle angewandten Methoden können die räumliche Variabilität in einem Ackerschlag erfassen. Bei der Betrachtung des N-Saldos wird deutlich, dass Managemententscheidungen (Düngung, Bewirtschaftung etc.) teilflächenspezifisch durchgeführt werden müssen. Aus den Versuchsergebnissen ist zu schlussfolgern, dass es möglich ist, mit den hier angewandten Methoden Daten zu generieren, mit denen eine teilflächenspezifische Berechnung der Nitratauswaschung durchgeführt werden kann.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

- Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen (TU München)
- Teilprojektleitung: Prof. Dr. Frank Leßke
- Projektbearbeitung: August Gilg
- Projektzuordnung: Fakultät Bioingenieurwissenschaften
- Projektdauer: 01.01.2017 – 31.12.2019
- Projektpartner: TU München – Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
- Projektförderung: Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Weblink: Ausführlicher Beitrag zum Download <https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1097-mais-sensor>



## ENTWICKLUNG NEUER HOPFENPRÄPARATE FÜR DIE PHYTOPHARMAZIE (EXBINAH)

Die Kulturpflanze Hopfen ist landläufig aufgrund des Einsatzes in der Braubranche bekannt (Abb. 1). Sie ist allerdings auch bereits seit ca. 1000 Jahren als beruhigend und schlaffördernd wirkende Heilpflanze dokumentiert. Für phytopharmazeutische Präparate wird meist ein Gesamtextrakt verwendet, da Informationen über die wirksamen Substanzen zur Behandlung nervöser Unruhe und leichter Depressionen bis in die jüngste Zeit fehlten. Aktuell wird die Entwicklung von Depressionen mit einem Rückgang der Bildung neuer Nervenzellen in bestimmten Bereichen des Gehirns in Zusammenhang gebracht (Santarelli et al. 2003). Ein hochmoderner Therapieansatz verfolgt daher das Ziel, die Bildung neuer Nervenzellen aus körpereigenen adulten Stammzellen anzuregen, wofür es einen lebenslänglich angelegten Pool am Rand des Hippocampus genannten Teilorgans des Gehirns gibt. Dieses Phänomen nennt sich Differenzierung und ist ein wichtiger Vorgang beim Lernen, im Gedächtnis und beim Erinnern.



Abb. 1: Hopfen – *Humulus lupulus* (Quelle: Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit)

Durch zellbasierte Untersuchungen konnte die Arbeitsgruppe von Prof. Riepl eine Substanzgruppe in Hopfen identifizieren, die die Spezialisierung zu Nervenzellen einleitet. In Kulturen von adulten neuronalen Stammzellen der Maus zeigte sich, dass die Gruppe der Prenylflavonoide mit Chromanring dafür verantwortlich ist (Urmann et al. 2013).

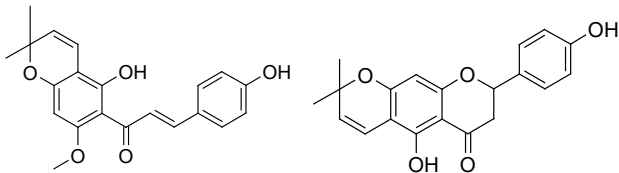


Abb. 2: Chemische Strukturen einiger neurodifferenzierender Chroman-ähnlicher Prenylflavonoide

Darauf aufbauend wurde eine Methode erarbeitet, um einen Spezialextrakt mit höherer Wirkstoffkonzentration zu gewinnen, besonders ausgerichtet auf die Chroman-ähnlichen Prenylflavonoide (Abb. 2). Solche Extraktpräparate können die phytopharmazeutische Verwendung von Hopfen auf eine innovative Basis stellen, da eine Anwendung bei vielen neurodegenerativen Erkrankungen möglich erscheint. Das übergeordnete Ziel des Projektes war somit, die Eignung solcher Spezialextrakte hinsichtlich einer phytopharmazeutischen Anwendung (Standardisierung des Herstellungsverfahrens, biologische Aktivität, Akzeptanz beim Konsumenten) zu klären. Diese Extrakte könnten dann von z. B. einer pharmazeutischen Firma zur Entwicklung übernommen werden.

Zuverlässige therapeutische Ergebnisse können indes nur erzeugt werden, wenn neben der Chargenkonformität auch die Extrakt herstellung standardisiert ist. Ein zentrales Element bei dem untersuchten Anreicherungsverfahren ist die Adsorption des Rohextrakts auf ein Polyamid-Pulver oder ein ähnliches Adsorbens, von dem durch unterschiedliche flüssige Phasen einzelne Substanzgruppen gewaschen werden. Durch die Zugabe von

Cyclodextrinen in wässrige Lösungen wird aufgrund des unterschiedlichen Maßes der Einschlusskomplexbildung der verschiedenen Hopfeninhaltsstoffe eine Trennung der Hopfeninhaltsstoffe bezüglich Größe, Struktur und Geometrie erreicht. Geeignet zusammengesetzte Flüssigphasen mit Cyclodextrinen lösen daher bestimmte Inhaltsstoffe, wobei andere dagegen ungelöst bleiben.

Es besteht eine Proportionalität zwischen der Konzentration eines Cyclodextrins in der Lösung und der Konzentration eines bestimmten Hopfeninhaltsstoffs im späteren Filtrat. Allerdings sollte die Absolutmenge an Cyclodextrinen aus Kostengründen möglichst gering gehalten werden. Es musste also eine optimale Kombination aus Feststoff und Flüssigkeitsgehalt gefunden werden.

Technisch gesehen handelt es sich bei der Methode um einen Filtrationsvorgang. Der Extrakt ist auf ein festes Adsorbens aufgezogen, das in einem Filtergerät mit verschiedenen flüssigen Phasen durchgespült wird. Dazu sollten Anströmung, Druck und Filtrationsgeschwindigkeit des Gemisches in Abhängigkeit von der Füllung (Feststoffgehalt der Suspension) und den Cyclodextringehalten bestimmt werden. Diese Daten wurden mit Konzentrationen der relevanten Inhaltsstoffe in den Filtraten (oder auch der Festphase) in Beziehung gesetzt. Die Gehalte der bereits bekannten Inhaltsstoffe der erstellten Extrakte wurden mittels HPLC(MS), UV oder IR erfasst. Um das im Labormaßstab erprobte Verfahren einer industriellen Nutzung zugänglich zu machen, muss nicht nur die Anlagengröße dimensioniert werden, sondern es gilt, die Anforderungen und Einflüsse weiterer Faktoren zu berücksichtigen. Dazu gehören maßgeblich die Stabilität der Anlage, die Risiken der eingesetzten Werkstoffe, die Größe der Wärmeaustauschflächen, das Durchmischungssystem sowie die Art der eingesetzten Energieträger. Ein erforderlicher Schritt auf dem Weg zur industriellen Realisierung eines chemischen Prozesses ist das Betreiben von Versuchsanlagen, die in ihrem Aufbau beziehungsweise ihrem Ablauf mit der angestrebten Produktionsanlage vergleichbar sind und ohne negative Veränderungen in die industrielle Dimension übertragbar sind. Daher wurde hierzu ein kleiner Filtertrockner mit variablen Filtereinsätzen angeschafft („Filter Dryer“ (GFD) von PLS). Diese Pilotanlage galt als prädestiniert für die schrittweise Maßstabsvergrößerung, da sie in aufeinander aufbauenden Dimensionen erhältlich ist und die Prozesse maßstabsgetreu übertragen werden können (Ende et al. 2013).

Der Filterkuchen kann strömungstechnisch als „Druckverlust pro aufgetragenem Massenanteil“ des porösen festen Filterkuchens ( $dp/dw$ ) behandelt werden und man gelangt so zu einer universell zum Upscaling geeigneten Gleichung, die die Strömungsgeschwindigkeit  $u$  der flüssigen Phase mit dem Filterkuchen in Beziehung setzt:

$$u = - \frac{1}{\nu \rho \alpha} \frac{dp}{dw}$$

Während der Quotient ( $dp/dw$ ) und  $\alpha$  ausschließlich von dem verwendeten porösen Medium bestimmt werden, sind die kinematische Viskosität  $\nu$  und die Dichte  $\rho$  vom Lösungsmittel abhängige

Variablen. Die Viskosität spielt eine wichtige Rolle bei der Charakterisierung, weil sie sich mit steigendem Cyclodextrin Gehalten ebenfalls erheblich steigert.

Als Hauptergebnis ist festzuhalten, dass die ursprünglich verwendeten Polyamide zugunsten von PVPP aufgegeben wurden. Der Filtrationsvorgang verlangsamt sich deutlich, wenn die Cyclodextrinmengen steigen. Dies liegt an den steigenden Viskositäten  $\nu$  dieser cyclodextrinhaltigen Lösungen. Andererseits wurden diese Mengen für eine optimale Separation der Substanzen benötigt. Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Versuche mit Polyamid und PVPP kann man schließen, dass PVPP als stationäre Phase entscheidende Vorteile besitzt. Dieses Polymer erzielte spezifische Trennungen der analysierten Polyphenole bei einer zehnfach geringeren Cyclodextrinkonzentration verglichen mit Polyamid. Durch PVPP kann nicht nur die Separationsgüte beibehalten werden, sondern auch erheblich Cyclodextrin eingespart werden, was – technisch nicht uninteressant – auch zu einem schnelleren Filtrationsvorgang führt, weil die Viskosität der Lösungen geringer gehalten werden kann.

Die Untersuchungen zu Verbrauchereinschätzungen der Arbeitsgruppe von Prof. Menrad zeigen, dass pflanzliche Arzneimittel in der Bevölkerung Deutschlands weit verbreitet sind. Bei der Nutzung von pflanzlichen Arzneimitteln wurde herausgefunden, dass die Verbraucher deren mögliche Nebenwirkungen offenbar stark unterschätzen und nicht für nötig empfanden, darüber mit ihren Ärzten zu reden. Weitere Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass Verbraucher pflanzliche Arzneimittel v. a. aufgrund negativer Assoziationen oder Erfahrungen mit konventioneller Medizin (sog. Push-Faktor) oder positiver Erfahrungen mit der Wirkung oder Verträglichkeit dieser Arzneimittel (sog. Pull-Faktor) nutzen oder aufgrund von Familientraditionen, in denen das Wissen oftmals schon lange weitergegeben wird (neue Erkenntnis aus den Untersuchungen von Frau Welz). Bei Betrachtung der Einflussfaktoren für die Verwendung pflanzlicher Arzneimittel ist auffällig, dass gesundheitsbezogene Variablen nur etwa 15 % der Varianz zwischen Nutzern und Nicht-Nutzern erklären. Das zeigt, dass es viele personenbezogene Einflussfaktoren wie Werte, Einstellungen oder Gesundheitseinschätzungen gibt, die in diesem Zusammenhang bedeutsam sind.

Die in dem Vorhaben bearbeitete Fragestellung ist industriell von beträchtlicher Relevanz. Die größten hopfenverarbeitenden Betriebe (Extraktion mittels überkritischen CO<sub>2</sub>) sitzen in Bayern. Durch die thematische Ausrichtung des Projekts auf die Erarbeitung von technisch relevanten Daten bei einem Naturstoffanreicherungsverfahren wurde spezielles Knowhow unmittelbar in Zusammenarbeit mit der industriellen Praxis erforscht. Schließlich dienen weite Teile des Projekts als Vorarbeit einer möglichen Produktentwicklung, was sowohl die Anwendungsnähe der bearbeiteten Themenstellung als auch deren hohes wirtschaftliches Potenzial aufzeigt. Allerdings bedarf es weiterer Forschungsanstrengungen, um die biologische Aktivität der Extrakte durch pharmakologische Untersuchungen im Bereich der neurodegenerativen Erkrankungen am Menschen genauer zu ermitteln.

**HINWEIS**

Ein Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

Projektleitung:	Prof. Dr. Herbert Riepl
Teilprojektleitung:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Projektbearbeitung:	Tobias Burger   Dr. Agnes Emberger-Klein   Michael Kirchinger   Dr. Corinna Urmann   Alexandra Welz
Projektzuordnung:	Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Projektdauer:	01.03.2015 – 31.12.2018
Projektpartner:	Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H.
Projektträger:	VDI Technologiezentrum GmbH
Projektförderung:	Bundesministerium für Bildung und Forschung

## ENABLE CLUSTER: GESUNDE ERNÄHRUNG IN ALLEN LEBENSPHASEN

Der interdisziplinäre enable Cluster ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderter Cluster der Ernährungsforschung und -kommunikation in der Region München – Freising – Nürnberg. Auf der Basis von drei Arbeitspaketen untersuchte der Cluster in 23 Teilprojekten mit unterschiedlichen Disziplinen der Ernährungs- und Lebensmittelforschung zwischen 2015 und 2018 die Möglichkeiten und Wirkungen der Entwicklung schmackhafter und gesunder Fertiggerichte für Menschen in unterschiedlichen Lebensphasen sowie die Förderung einer gesunden Ernährung in diesen Phasen durch Einsatz verschiedener Instrumente der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) war in dieser ersten Förderphase mit drei Teilprojekten am enable Cluster beteiligt. Diese beschäftigten sich mit der Optimierung der Ernährung älterer Menschen in Pflegeheimen, mit der Entwicklung gesünderer Fertigprodukte sowie den Wirkungen individualisierter Preisnachlässe mit Blick auf eine gesündere Ernährung.

Aufgrund von Kau- und Schluckbeschwerden werden die oftmals hochbetagten Menschen in Pflegeheimen häufig mit pürierter Kost versorgt. Daher war das Ziel des ersten Teilprojektes der HSWT in enable unter der Leitung von Prof. Dr. Thomas Lötzbeyer die Entwicklung und Herstellung von texturmodifizierten, angereicherten und umgeformten Lebensmitteln mit einem verbesserten Gesundheitswert (v. a. in Form eines höheren Proteingehaltes) und einer Verbraucherakzeptanz für ältere Menschen. Diese tragen damit zur Verringerung der Unterernährung bei, dem Hauptproblem der Ernährung bei hochbetagten Menschen. In enger interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Lebensmitteltechnologien (HSWT), Ernährungswissenschaftlern (FAU Nürnberg) und dem Küchen- und Pflegepersonal in einem Pflegeheim konnte das wichtigste Ziel des Projekts mit der Entwicklung 3D-druckbarer Mahlzeiten erfolgreich abgeschlossen werden. Hier gelang erstmals die Entwicklung druckbarer Fruchtgele (Mandarine, Heidelbeere, Erdbeere, Orange; Abb. 1) sowie der erfolgreiche Druck von verschiedenen gelierten Brotscheiben. Weiterhin gelang nach der Erstellung der benötigten CAD Formen für die verschiedenen Lebensmittelgeometrien die erfolgreiche Entwicklung der 3D gedruckten gelierten Mahlzeiten in hoher Präzision und Auflösung für Menschen mit Kau- und Schluckbeeinträchtigungen. Dabei zeigte sich, dass das Konzept dauerhaft umsetzbar war und die neue Kostform vom beteiligten Pflegeheim auch ein halbes Jahr nach Ende der Studie noch aus eigenem Antrieb und ohne zusätzliche externe Finanzierung angeboten wurde und damit die praktische Tragfähigkeit gegeben war.



Abb. 1: Gedruckte Fruchtgele

Da Menschen heute immer seltener selbst kochen, aber gleichzeitig Essen schnell und leicht zuzubereiten sein sowie gut schme-

cken soll, greifen Verbraucher zunehmend auf Fertigprodukte zurück, denen allerdings ein verhältnismäßig schlechter Ruf im Hinblick auf Qualität oder Gesundheit voraussetzt. Daher sollten in enable neue Fertigprodukte mit verbesserter Gesundheitswirkung entwickelt werden. Solche Produkte setzen sich auf dem Lebensmittelmarkt aber oft aufgrund mangelnder Einbindung der Bedürfnisse von Verbraucherinnen und Verbrauchern nur selten am Markt durch. Daher wurde am Fachgebiet Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe in mehreren Fokusgruppen mit Menschen unterschiedlichen Alters untersucht, welche Aspekte potenzielle Konsumentinnen und Konsumenten zum Kauf neuer, gesünderer Fertigprodukte (z. B. Burger, Pizza, Proteindrinks) veranlassen könnte. Die Ergebnisse zeigen unterschiedliche Reaktionen der Befragten auf die getesteten Produkte. Junge Menschen bevorzugten den von Fraunhofer IVV entwickelten Burger im Vergleich zum McDonald's Royal TS aufgrund des an ein selbstgemachtes Produkt erinnerndes Aussehen und des besseren Geschmacks in Bezug auf Sauce, Brötchen und Gewürz. Die Untersuchungen bei Fokusgruppen mit Menschen mittleren Alters ergaben, dass diesen zwei getestete Pizzasorten gleich schmeckten und dass es keine eindeutige Präferenz für eine Pizza-Variante gab. In dieser Altersgruppe war – genauso wie bei der Gruppe der jungen Menschen – die Zeitersparnis der wichtigste Grund für den Verzehr von Fertiggerichten. Die Reaktionen älterer Menschen auf die getesteten Eiweißgetränke waren nicht überzeugend, da diese den Eiweißgetränken skeptisch gegenüberstanden. Geschmacklich konnte nur einer von drei Proteingetränken in den Gruppendiskussionen überzeugen. Die Teilnehmenden äußerten auch ein starkes Misstrauen gegenüber der modernen Lebensmittelindustrie und aktuellen Ernährungsempfehlungen. Demgegenüber waren für die ältere Generation Natürlichkeit, Frische, lokal angebaute Lebensmittelprodukte und Vertrauen in den Verarbeiter und den Vertriebspartner wichtige Aspekte beim Kauf von (gesunden) Lebensmitteln. Gegenüber Protein und dem speziellen Proteinbedarf im Alter bestand ein Mangel an Wissen und es wurde die Notwendigkeit einer zusätzlichen Proteinzufuhr im Alter hinterfragt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden von Fraunhofer IVV bei der Entwicklung und Optimierung der drei Fertigprodukte einbezogen.

Im dritten Arbeitspaket von enable standen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) im Fokus des Interesses, um damit eine gesündere Nahrungsmittelauswahl zu fördern. Das Fachgebiet Marketing und Management Nachwachsener Rohstoffe der HSWT untersuchte dabei die Auswirkungen verschiedener Informationen und Preisinterventionen auf die Fast-food-Auswahl von Jugendlichen. Hierbei wurden während des Bestellvorgangs direkte individualisierte Rabatte (Preisnachlässe) oder indirekte Rabatte (Gutscheine) für eine gesündere Zusammenstellung der Mahlzeit im Rahmen eines Labor- und Feldexperiments (in einer Hochschulgemeinschaft) angeboten. Die Erkenntnisse aus diesen Experimenten zeigten, dass individualisierte Preisnachlässe zu einer gesünderen Lebensmittelauswahl führen, da der Wechsel zu einer Menüauswahl mit gesünderen Speisen und niedrigeren Kalorien angeregt wird. Dabei waren die durch die individualisierten Preisnachlässe hervorgerufenen Änderungen wesentlich größer als die von undifferenzierten Interventionen. Ein in einer internationalen Fachzeitschrift veröffentlichter Review-Artikel ergab, dass bislang kaum Studien in diesem Feld insbesondere mit Gesundheitsbezug realisiert wurden. Damit haben die Untersuchungen der HSWT in diesem Feld einen hohen wissenschaftlichen Neuheitswert, die dazu genutzt werden können, um ernährungsbezogene Interventionen mit Hilfe von individuellen Incentive-Systemen an unterschiedlichen Verkaufsorten für Lebensmittel und Speisen zu entwickeln.



**RAHMENDATEN PROJEKT**

Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Thomas Lötzbeyer  
 Teilprojektleitung: Prof. Dr. Klaus Menrad  
 Projektbearbeitung: Lyn Lampmann | Minh Nguyen | Melanie Senger | Kirsten Edenhofner  
 Projektzuordnung: Institut für Lebensmitteltechnologie  
 Projektdauer: 01.06.2015 – 31.08.2018  
 Projektpartner: Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung | Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg | Institute for Biomedicine of Aging | Technische Universität München | Ludwig-Maximilians-Universität München – Forschungszentrum Kubus | Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt | Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der TUM  
 Projektträger: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.  
 Projektförderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung



# INNOVATIVES CO<sub>2</sub>-GESTEUERTES HYDROLYSEVERFAHREN FÜR PFLANZLICHE ARZNEISTOFFE

Im Jahr 2010 hat die Bundesregierung zum Schutz der Umwelt und der Ressourcenschonung die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ mit dem Ziel vorgelegt, einen Strukturwandel in Industrie und Wirtschaft einzuläuten. Weg von einer rein erdöl-basierten und hin zu einer vermehrt biobasierten Industrie. Mit einem ganzheitlichen Ansatz sollen nachwachsende Rohstoffe effektiver genutzt und verarbeitet werden.

Ziel dieses Forschungsvorhabens mit vier weiteren Projektpartnern aus Industrie und Forschung ist die Prüfung der Machbarkeit einer Hydrolyse von glykosidhaltigen Pflanzenextrakten mit dem Reaktionsmedium CO<sub>2</sub> unter hohem Druck. Die durch die Hydrolyse glykosidreicher Pflanzenextrakte gewonnenen Aktivsubstanzen (Aglykone) werden im Weiteren zur Nutzung in der Pharma-, Kosmetik- und Lebensmittelindustrie aufgearbeitet. Als Rohstoffe wurden Buchweizen, Kamille, Oregano und Petersilie ausgewählt, da sie bekannt sind für interessante und wirksame Inhaltsstoffe.



Buchweizen Kamille Oregano Petersilie

**Abb. 1: Verwendete Rohstoffe für die Herstellung von glykosidreichen Pflanzenextrakten**

## ZIELSETZUNG

Im ersten Verfahrensschritt, der Herstellung der Pflanzenextrakte, fallen größere Reststoffströme in Form von Buchweizen-, Kamille-, Oregano- und Petersilienfasern an, die möglichst wertgebend weiter verarbeitet werden sollen. Drei verschiedene Applikationsbereiche werden untersucht und mit handelsüblichen Pflanzenfasern verglichen. So werden die Einsatzmöglichkeiten als Ballaststoffe in Lebensmitteln (Fruchtsäften und Instantsuppen), als Rieselhilfsmittel für kohäsive Schüttgüter sowie als Trägerstoff für Aroma- und Farbstoffe geprüft.

## BALLASTSTOFFE

Der erste Teil der Untersuchungen befasst sich mit handelsüblichen Fasern und deren Einsatz als Ballaststoffe in Fruchtsäften und Suppen. Im Bereich der Lebensmittelindustrie werden Ballaststoffe weithin als Gelier-, Binde- oder Dickungsmittel verwendet, um beispielsweise wässrige Lösungen anzudicken, Emulsionen herzustellen oder flüssige Mischungen zu stabilisieren. Zu den verbreiteten Ballaststoffen zählen Cellulose, Beta-Glucane, Hemicellulosen, Lignin, Pektine sowie Pflanzenschleime.

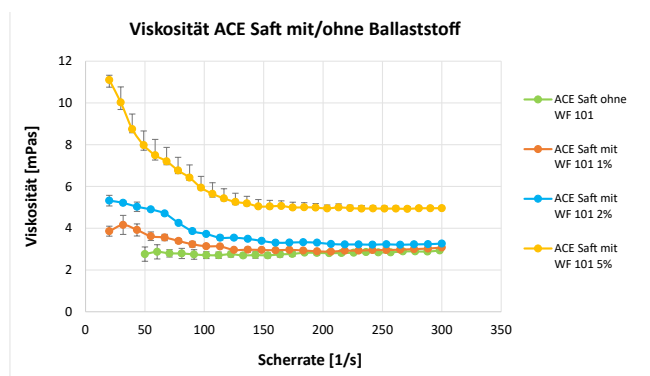
### Viskosität / Rheologische Eigenschaften

Die Viskosität von Lebensmitteln kann durch den Zusatz von Pflanzenfasern stark beeinflusst werden. Eine Erhöhung der Viskosität kann erwünscht sein, wenn beispielsweise die Haptik des Lebensmittels an die Erwartung des Konsumenten angepasst werden soll. Suppen sollen in der Regel eine cremige Konsistenz aufweisen. Fruchtsäfte werden als reichhaltiger wahrgenommen, wenn Sie einen volleren Geschmackseindruck hinterlassen.

Zur Bestimmung des Einflusses von Ballaststoffen auf Viskosität und Fließeigenschaften von flüssigen Lebensmitteln wurden vier Fruchtsäfte wie Wasser mit entsprechendem Zuckergehalt im Viscotester iQ Air unter Verwendung des Searle Systems untersucht. Vorab wurden die Säfte mit den in Tabelle 1 aufgeführten handelsüblichen Pflanzenfasern in 1%iger, 2%iger und 5%iger Konzentration angereichert. Alle Proben wurden, für eine einheitliche Quellung der Fasern, 24 Stunden vor der Messung angesetzt. Die Messung der Viskosität  $\eta$  erfolgte bei Scherraten  $\dot{\gamma}$  von 20 bis 300 s<sup>-1</sup>.

In Abbildung 2 ist beispielhaft ein Ergebnis dieser Viskositätsmessungen, in diesem Fall von ACE Frühstückstrunk mit und ohne Ballaststoffanreicherung (hier Weizenfaser) aufgeführt. Eine

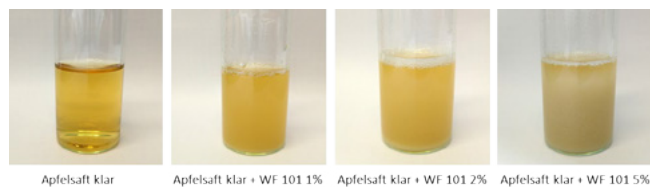
Zugabe der Ballaststoffe führt ab einem Anteil von 2 % zu einer geringen, aber signifikanten Erhöhung der Viskosität. Bei niedrigen Scherraten liegt scherverdünnendes Verhalten vor, d. h. die Viskosität sinkt mit zunehmender Scherrate. Dieser Effekt lässt sich vermutlich mit der zunehmenden Ausrichtung der dispers verteilten, länglichen Pflanzenfasern in Strömungsrichtung erklären. Sind alle Fasern ausgerichtet, weisen die Suspensionen ab einer Scherspannung von ca. 150 s<sup>-1</sup> bis zu einem Wert von 300 s<sup>-1</sup> ein annähernd Newton'sches Fließverhalten, d. h. einen konstanten Wert der Viskosität auf. Dieser Scherspannungsbereich ist typisch für Beanspruchungen bei verfahrenstechnischen Rühr- oder Mischvorgängen sowie bei Abfüllprozessen.



**Abb. 2: Viskosität von ACE Saft mit und ohne Ballaststoff**

### Sedimentationsverhalten

Die Untersuchung des Sedimentationsverhaltens der Ballaststoffe im Saft ist wichtig für die weitere Verarbeitung, Abfüllung und Lagerung. Um die Sedimentationskinetik der verschiedenen Pflanzenfasern im Saft zu erfassen, werden die Suspensionen mittels Kurzzeit- sowie Langzeitmessung im Turbiscan Tower untersucht. In Abbildung 3 sind frisch hergestellte Suspensionen aus Apfelsaft klar und Weizenfaser dargestellt. Neben einer sichtbaren Trübung ist auch eine Veränderung der Farbe bei hohen Ballaststoffgehalten erkennbar.



**Abb. 3: Apfelsaft klar – ohne und mit Ballaststoffanreicherung (1 %, 2 % und 5 %)**

In Abbildung 4 ist das Ergebnis einer der Messreihen dargestellt. Die Kurvenschar zeigt die prozentuale Veränderung der Transmission (TS) über die Zeit in Bezug auf den Referenzwert (erste Messung – Scan der Probe). Der zeitliche Verlauf der Messungen wird durch den Farbübergang von blau nach rot dargestellt. Die rote Linie markiert die jeweils letzte Messung. Auf der Ordinate wird

die Höhe der Messzelle in Millimeter abgebildet, auf der Abszisse die Rückstreuung/Transmission in Prozent.

Die Graphen der Transmission zeigen am oberen Rand, kurz unterhalb des Flüssigkeitsspiegel (Probenhöhe 38 – 42 mm) einen deutlichen Ausschlag. Dies weist auf eine rasche Destabilisierung der Suspension hin, da die im oberen Bereich befindlichen Partikel bereits sedimentieren. Mit fortschreitender Zeit verstärkt sich die Aufklärung. Im mittleren Bereich der Probe (10 – 30 mm) zeigt sich über einen Zeitraum von 10 Minuten nur eine minimale Veränderung. Im Bodenbereich der Probe (0,5 – 7 mm) ist die Transmission gleich Null, da die bereits sedimentierten Weizenfaserpartikel ein Sediment bilden und dadurch eine Durchleuchtung der Probe verhindern.

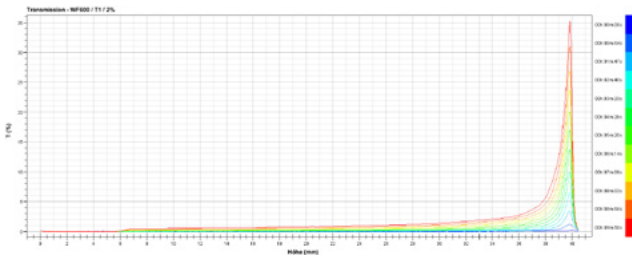


Abb. 4: Kurzzeitmessung der Transmission für Apfelsaft angereichert mit 2% Weizenfaser.

Abb. 4: Kurzzeitmessung der Transmission für Apfelsaft angereichert mit 2 % Weizenfaser

#### Digitalmikroskop (Morphologie der Partikel)

Mit Hilfe eines Digitalmikroskops wurden die Pflanzenfasern bezüglich ihrer Partikelstruktur und -form untersucht (Abb. 5). Die untere Bildreihe zeigt die Partikel der Extraktionsrückstände. Es ist klar zu erkennen, dass die Partikel deutlich größer sind als die handelsüblichen Ballaststoffe (hier Weizenfaser). Dies ist nicht überraschend, da pflanzliche Rohstoffe für eine Fest-Flüssig-Extraktion zwar zerkleinert werden, allerdings nicht zu sehr feinen Partikelgrößen hin, um eine Verblockung des Extraktbettes im Perkolationsverfahren zu vermeiden. Am Beispiel des Buchweizens (rechts unten: nach Extraktion, rechts oben: nach Messermühle) ist aber gut erkennbar, dass eine nachträgliche Zerkleinerung des Extraktionsrückstandes mittels Messermühle zu den gewünschten Feinheiten führt und somit ein Einsatz als Ballaststoff möglich ist.

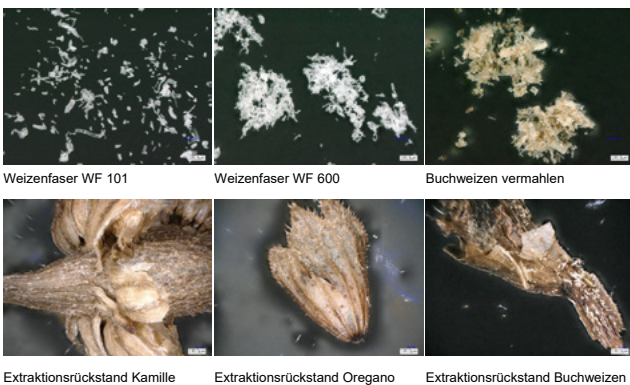


Abb. 5: Digitalmikroskopaufnahmen der Extraktionsrückstände sowie von handelsüblichen Ballaststoffen

#### ABSTRACT

Im Forschungsvorhaben wird die Machbarkeit eines innovativen CO<sub>2</sub>-gesteuerten Hydrolyseverfahrens für pflanzliche Arzneistoffe unter einem ganzheitlichen Ansatz geprüft. Aus ausgewählten pflanzlichen Rohstoffen werden glykosidreiche Extrakte hergestellt, die in einer zweiten Stufe mit CO<sub>2</sub> unter hohem Druck zu den wirksamen Aglykonen umgewandelt werden. Ziel ist es, eine gesamte Wertschöpfungskette zu erreichen, d. h. inklusive der Verwertung aller anfallenden Reststoffströme. Das Verbundprojekt wird durch 5 Projektpartner aus Industrie und Forschung bearbeitet, dabei übernimmt die HSWT den Verwertungsweg der Extraktionsrückstände. Diese bestehen im Wesentlichen aus pflanzlichen Fasern, die in Lebensmitteln eingesetzt werden können. Es werden drei, für Fasern übliche Applikationsbereiche untersucht. Zum einen kommen die Extraktionsrückstände als Ballaststoff für flüssige Lebensmittel wie Säfte und Suppen in Frage. Zum anderen stellen sie mögliche Trägerstoffe für Aromen und Farbstoffe dar und nicht zuletzt können sie als Rieselhilfsstoff für hygroskopische Schüttgüter eingesetzt werden.

Die ersten Versuche ergaben insbesondere für Buchweizenextraktionsrückstand vielversprechende Ergebnisse im Bereich der Ballaststoffe und Rieselhilfsmittel, zeigen allerdings noch Optimierungsbedarf hinsichtlich des sensorischen Einflusses auf.

#### RAHMENDATEN PROJEKT

- Verbundprojektleitung: Anna Luisa Oelbermann (Fraunhofer-Institut UMSICHT)
- Teilprojektleitung: Prof. Dr. Sabine Grüner-Lempart
- Projektbearbeitung: Zoe Meiller | Christoph Atzenhofer | Dilara Gezmis | Patrizia Fazekas | Sarah Magazu | Pia Lehmann
- Projektzuordnung: Fakultät Bioingenieurwissenschaften
- Projektdauer: 01.01.2018 – 31.12.2019
- Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT – Institutsteil Sulzbach-Rosenberg | Möller Pharma GmbH & Co. Herstellungs und Vertriebs KG | Ruhr-Universität Bochum – Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik
- Projektförderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Weblink: Ausführlicher Beitrag zum Download unter <https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1186-hydroco2>



## ANALYSE DER MÄRKTE FÜR AUSGEWÄHLTE ÖKO-PRODUKTE IN BAYERN – ENTWICKLUNG UND POTENZIAL VON ÖKO-MILCH SOWIE WEITEREN ÖKOLOGISCHEN ERZEUGNISSEN

### HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Ziel des Landesprogrammes BioRegio ist es, die heimische Erzeugung von Ökoprodukten von 2012 bis 2020 zu verdoppeln, um die Nachfrage nach Öko-Lebensmitteln vermehrt aus heimischer Produktion zu decken. Aufgrund seiner wirtschaftlichen Bedeutung spielt der Markt für Öko-Milch eine Schlüsselrolle für die Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft in Bayern und die Erreichung der Ziele von BioRegio 2020. Mit Priorität wird daher im vorliegenden Projekt der Markt für ökologische Kuhmilch analysiert, wobei sowohl Herausforderungen auf Erzeuger- wie auch auf Nachfragerseite betrachtet werden.

Im Bereich Öko-Milchziegen liegt der Fokus auf dem Koppelprodukt Ziegenkitz, dessen Vermarktung sich bisher schwierig gestaltet. Ziel dieses Projektteiles ist es daher, praktikable Lösungen für die Kitzaufzucht zu entwickeln und die Vermarktungssituation der Bio-Ziegenkitze in Bayern zu verbessern. Daneben werden weitere Teilmärkte betrachtet, zu denen aktuell unzureichend Informationen vorliegen, die aber aufgrund verschiedener Faktoren für die Entwicklung des Öko-Landbaus in Bayern von Relevanz sind. Für diese Teilmärkte sollen vor allem Übersichten zum Anbau sowie zu Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen erstellt werden, die Grundlage für die Umsetzung regionaler Wertschöpfungsketten bilden können.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse und abgeleiteten Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaftsbeteiligte sollen helfen, den Ökolandbau entsprechend den Zielen des Landesprogramms zu entwickeln und mehr Nachfrage durch heimische Produkte zu decken.

### ARBEITSTEILUNG DER PROJEKTPARTNER

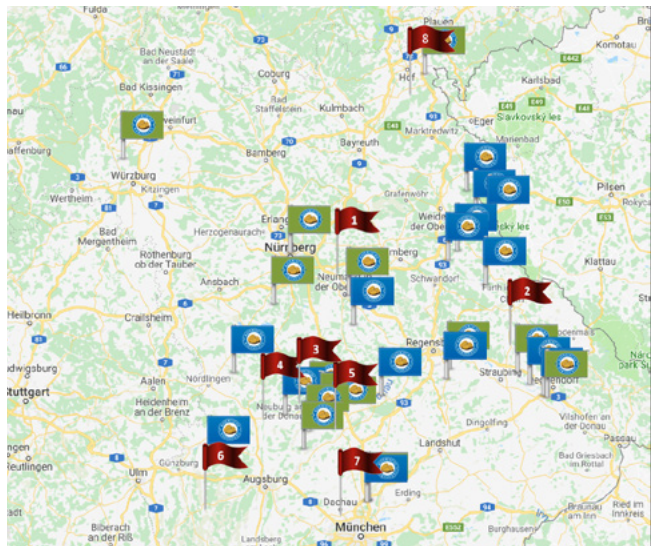
Das Projekt startete im September 2017 an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und im Mai 2018 an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT). Impulse der Marktakteure kommen vor allem aus dem Arbeitsbereich Ökologische Land- und Ernährungswirtschaft des Instituts für Ernährungswirtschaft und Märkte der LfL. Die Analysen zur Erzeugung und Vermarktung von Öko-Milch und zugehöriger Koppelprodukte wird im Wesentlichen von der LfL übernommen, die Analysen zu weiteren relevanten Teilmärkten von der HSWT.

### AKTUELLER STAND UND WEITERES VORGEHEN

In den Teilprojekten zum Milchmarkt und zur Verwertung männlicher Ziegenkitze wurden bereits umfangreiche Ergebnisse im Zwischenbericht an das Bayerische StMELF geliefert. Darauf soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Ein Spezialmarkt, der bereits abgearbeitet wurde, hatte zum Thema „Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche und Marktpotenziale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln. Im Einvernehmen mit dem Arbeitskreis „Ökologische Land- und Ernährungswirtschaft“ wurden weitere relevante Forschungsschwerpunkte von Branchenvertretern im Frühjahr 2018 priorisiert:

1. Bio-Senf (braun u. gelb)
2. Fruchtzubereitungen
3. Ausgewählte Cerealien (Emmer, Einkorn und Hartweizen)
4. Pseudocerealien (Hirse, Buchweizen, Amaranth und Quinoa)



Erzeugergemeinschaften = blau, Vermarkter = grün, Verarbeiter für Öko-Verarbeitungskartoffeln = rot

Abb. 1: Übersichtskarte zu Wertschöpfungsketten der bayerischen Kartoffelverarbeitung und -vermarktung (Quelle: Alexandra Mayr; Modifizierte Darstellung auf Basis von bayerische-kartoffel.de, 2018)

Für diese Vorhaben laufen bereits Projekt- und Abschlussarbeiten. Der empirische Teil umfasst die Schritte

- » Sekundärrcherche zum jeweiligen Markt und dem Marktumfeld
- » Identifikation der relevanten Akteure im Teilmarkt
- » persönliche und telefonische Experteninterviews zu Anbau- und Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüchen der potenziellen Verarbeiter, Marktpotenzialen der Handelsunternehmen und regionalen Kooperationspotenzialen.

Abbildung 1 stammt aus einer Bachelorarbeit. Sie zeigt die regionale Verteilung von Erzeugergemeinschaften, Vermarktungs- und Verarbeitungsunternehmen von Öko-Verarbeitungskartoffeln. Eine derartige Analyse ist der erste Schritt, um Potenziale für regionale Wertschöpfungsketten aufzudecken. Mit Vertretern der jeweiligen Stufen wurden Experteninterviews geführt, um Chancen, Hemmnisse und Kooperationspotenziale für regionale Vermarktungsinitiativen zu identifizieren.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung:	Johannes Enzler (Landesanstalt für Landwirtschaft)
Teilprojektleitung:	Prof. Dr. Paul Bruno Michels
Projektzuordnung:	Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung
Projektdauer:	01.09.2017 – 28.02.2020
Projektpartner:	Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## FORTSCHRITTE IN DER IDENTIFIZIERUNG ORGANISCHER SPURENSTOFFE – NACHHALTIGKEIT UND ANSIEDLUNG DER FOR-IDENT PLATTFORM

Dieses Projekt ist das dritte einer Folge von BMBF-geförderten Projekten zur Entwicklung einer Online-Plattform zur Unterstützung der Stoffidentifizierung im aquatischen Bereich. Ziel des Projektes ist es, das weitere Fortbestehen der nutzbringenden Arbeitsplattform FOR-IDENT zu sichern.

FOR-IDENT ist mittlerweile bei vielen Nutzern im Einsatz, die sich mit Target-Analytik speziell im aquatischen Bereich beschäftigen. Die Bandbreite der Anwender reicht von kleinen Laboren bis zu großen wissenschaftlichen Instituten und auch industriellen Anwendern. Somit ist FOR-IDENT zu einem wesentlichen Bestandteil der Auswertungen im Suspected- sowie Non-Target Screening geworden. Um ein Fortbestehen der Plattform auch nach der Förderung zu gewährleisten, soll in dieser Projektlaufzeit die Stabilität und die Weiterentwickelbarkeit der Software weiter verbessert werden.

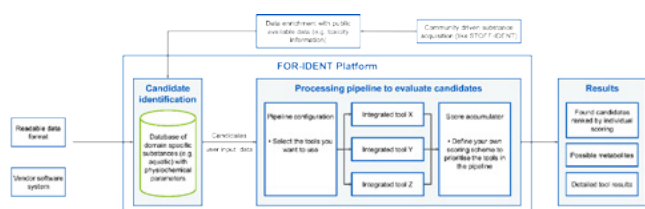


Abb. 1: Allgemeine Architektur der FOR-IDENT Plattform

### OPEN SOURCE

Damit die Software nach Ablauf der Förderung nachhaltig genutzt werden kann, bietet es sich an, sie frei als open source zur Verfügung zu stellen. Dann könnte die scientific community die Plattform weiter entwickeln, aber (bei entsprechender Lizenz) die Software nicht kommerziell vermarkten. Dazu müssen jedoch alle benutzten Bibliotheken überprüft werden, ob diese eine Offenlegung des Quellcodes zulassen. Das dient auch als Basis, um eine mit allen Werkzeugen verträgliche Lizenz auszuwählen.

Im Berichtszeitraum wurde der Quellcode von FOR-IDENT vollständig inklusive aller verwendeten Software-Bibliotheken durch unseren Kooperationspartner von JBB analysiert. Dabei wurde die Verträglichkeit der unterschiedlichen Lizenzen zueinander überprüft, um die Software rechtssicher bereitstellen zu können. Die verwendeten Lizenzen bestimmen auch die Lizenzierungsmöglichkeiten, unter der die Software veröffentlicht werden kann. Des Weiteren wurde ein Tiefenscan der Quelldateien aller Bibliotheken durchgeführt, ob Unstimmigkeiten zwischen der jeweils deklarierten Lizenz und Lizenzangaben auf Klassen- bzw. Ressourcenebene vorliegen. Während der Analyse wurden problematische Bibliotheken ersetzt. Teilweise konnten diese Bibliotheken vollständig durch neue Eigenentwicklungen abgelöst werden und somit die lizenzrechtlichen Probleme beseitigt werden. Zum Beispiel steht das Vaadin Charts Addon unter einer kommerziellen Lizenz und damit implementierte Komponenten können nur durch Erwerb der Vaadin Pro Tools geändert und kompiliert werden. Die Spektrenanzeige in FOR-IDENT wurde damit umgesetzt und könnte ohne Erwerb von Vaadin Pro Tools zukünftig nicht angepasst werden. Deshalb wurde die Spektrenanzeige als Eigenentwicklung neu erstellt und integriert.

Nach jetzigem Stand gibt es folgende Möglichkeiten für die Lizenzierung von FOR-IDENT:

- » Lizenzen ohne Copyleft (z. B. Apache 2.0, MIT)
- » Lizenzen mit schwachem Copyleft (EPL-2.0, LGPL-2.1)

### ERWEITERUNG DER SOFTWARE

Die FOR-IDENT Plattform ist von Anfang an modular konzipiert worden, damit im Laufe der Zeit weitere Funktionalitäten hinzukommen können. Dazu wurde eine Erweiterung der Plattform für den pflanzlichen Bereich implementiert, die PLANT-IDENT. Diese Stoffdatenbank enthält allgemein Daten zu pflanzlichen Metaboliten, deren genaue Massen sowie andere analytische Werte. Sie nutzt den RTI Index. Es wird erwartet, dass diese Datenbank die Verwendung von Non-Target Screening im Bereich der pflanzlichen Metabolomik befördern wird.



Abb. 2: Modularisierung der Hauptdatenbank

Umgesetzt wurde diese Erweiterung durch die Modularisierung der Datenbasis. Dazu wurde die Hauptdatenbank aufgeteilt und die Möglichkeit geschaffen, innerhalb der Software multiple Stoffdatenbanken zu verwenden. Die Zugriffsrechte auf die jeweilige Stoffdatenbank kann dem einzelnen Benutzer innerhalb der Benutzeradministrationsverwaltung individuell zugeteilt werden.

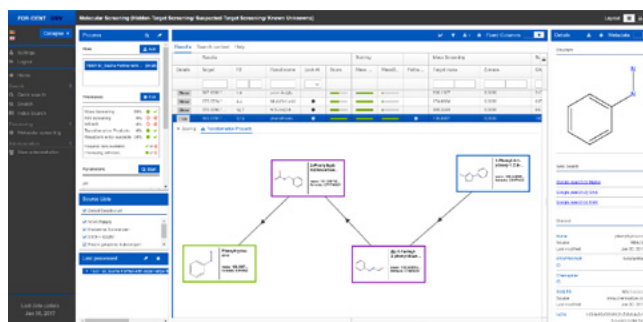


Abb. 3: FOR-IDENT Screenshot mit einem Transformationsbaum von Metaboliten

### RAHMENDATEN PROJEKT

- Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Frank Leßke
- Teilprojektleitung: PD Dr. Thomas Letzel (TUM)
- Projektbearbeitung: August Gilg
- Projektzuordnung: Fakultät Bioingenieurwissenschaften
- Projektdauer: 01.09.2017 – 31.12.2019
- Projektpartner: TU München – Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft
- Projekträger: Projekträger Karlsruhe am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Projektförderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

**ENTWICKLUNG EINES HERSTELLUNGSVERFAHRENS EINER NATÜRLICHEN ZUCKERROHRWACHSEMULSION AUF WASSERBASIS OHNE UMWELTBEEINFLUSSENDE LÖSUNGSMITTEL UND AUF REIN ÖKOLOGISCHER BASIS ALS FORMULIERUNGSGRUNDLAGE FÜR LEISTUNGSFÄHIGE REINIGUNGSMITTEL**

Bereits seit Jahrtausenden macht sich die Menschheit die positiven Eigenschaften von Wachs zunutze. So hielten sich schon im antiken Ägypten die Menschen Honigbienen, um Honig und Bienenwachs zu gewinnen. Heute werden jedoch häufig erdölbasierte und synthetische Wachse anstelle von natürlichen Wachsen eingesetzt, da diese meist billiger sind und mit anwendungsspezifischen Eigenschaften hergestellt werden können. Das wachsende Bewusstsein für Nachhaltigkeit vergrößert die Nachfrage nach pflanzlichen Wachsen wieder, da sich diese besonders durch ihre natürliche Gewinnung auszeichnen. Zuckerrohrwachs (ZRW) ist ein pflanzliches Wachs, das durch Extraktion mit organischen Lösungsmitteln aus einem Nebenprodukt der Zuckerproduktion – der Bagasse – gewonnen wird. Es unterliegt stabilen Preisverhältnissen und weist gegenüber konventionellen Naturwachsen verbesserte Pflegeeigenschaften auf. Mit einer Wachsextraktionsmenge von 1 % aus der Bagasse ergibt sich aus den drei anbaustärksten Ländern (Brasilien, Indien und China) ein jährliches Produktionspotenzial von rund 12 Mio. Tonnen.



**Abb. 1: Zuckerrohr mit sichtbarer Wachsschicht (weiß) auf der Außenseite**

Chemisch gesehen besteht Zuckerrohrwachs vor allem aus langkettigen Alkoholen, Fettsäuren, Alkanen und Estern. Auch langkettige Aldehyde kommen vor und unterscheiden das Zuckerrohrwachs von anderen Wachsen.

Gegenstand dieses Projektes ist die Klassifizierung und Fraktionierung von ZRW zur Entwicklung einer natürlichen ZRW-Emulsion auf Wasserbasis, die als Grundlage für Formulierungen von leistungsfähigen Reinigungs- und Pflegemitteln dient. Die Emulgierbarkeit und Stabilität hängt jedoch stark von der stofflichen Zusammensetzung des Waxes ab und variiert bereits bei geringfügigen Änderungen. Daher ist die Analyse dieses pflanzlichen Waxes von besonderem Interesse.

Bei der Analyse wurden sowohl die physikalisch-chemischen Parameter wie z. B. Säurezahl, Verseifungszahl oder Iodzahl diverser Zuckerrohrwachsproben bestimmt als auch eine thermogravimetrische Analyse durchgeführt. Des Weiteren wurden die verschiedenen Wachsbestandteile chromatographisch über Dünnschichtchromatographie und Gaschromatographie in Verbindung mit Massenspektrometrie aufgetrennt und bestimmt.



**Abb. 2: Produktproben von Zuckerrohrwachs**

Im nächsten Schritt wird nun mit verschiedenen Methoden versucht, einzelne Störbestandteile abzutrennen, um eine weitgehend gleichbleibende stoffliche Zusammensetzung des Waxes zu gewährleisten. Zu diesen Methoden gehören neben der Anwendung verschiedener Lösungsmittel und Lösungsmittelkombinationen auch der Einsatz von Absorptionsmitteln wie Aktivkohle oder Kaolinit. Störbestandteile sind neben anorganischen Resten möglicherweise auch langkettige Aldehyde, deren Anteil im Zuckerrohrwachs im Vergleich zu anderen Wachsen wesentlich höher ist. Diese können beispielsweise mit Hilfe einer Ethanol-Extraktion weitgehend abgetrennt werden.

Durch die Anwendung solcher vergleichsweise einfach durchzuführender Abtrennungsmethoden sollte es möglich sein, eine gleichbleibende Qualität des Zuckerrohrwaxes zu erreichen und eine stabile Grundlage für die Emulgierbarkeit und Stabilität zu schaffen.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

Verbundprojektleitung:	Bodo Rengshausen-Fischbach (Tapir Wachswaren GmbH)
Projektleitung:	Prof. Dr. Herbert Riepl
Projektbearbeitung:	Veronika Huber   Dr. Corinna Urmann
Projektzuordnung:	TUM-Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Projektdauer:	01.11.2017 – 29.02.2020
Projektpartner:	Tapir Wachswaren GmbH
Projekträger:	AiF Projekt GmbH
Projektförderung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm:	ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand



## „BIOBASED PRODUCT ENVIRONMENT“ IN BAYERN

Ein Baustein für eine CO<sub>2</sub>-reduzierte Wirtschaft ist es, Produkte auf Erdölbasis durch biobasierte Produkte zu ersetzen. Bereits in vielen Bereichen wurden biobasierte Produktalternativen entwickelt und in den Markt eingeführt. Bislang haben diese Produkte meist noch einen geringen Anteil am Gesamtmarkt und werden teilweise von den Verbrauchern nicht als biobasiert wahrgenommen. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, das regional verfügbare Angebot an biobasierten Produkten zu eruieren und die Wahrnehmung der Verbraucher zu ermitteln.

Mit der innovativen Forschungsmethode „Photovoice“ werden verschiedene Faktoren, die die Wahrnehmung der Verbraucher bestimmen, identifiziert und analysiert. Diese Methode basiert darauf, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Untersuchung Fotos zu einer bestimmten Themenstellung aufnehmen. Diese Fotos bilden den Ausgangspunkt für Gespräche und Diskussionen zur untersuchten Thematik. Die Studie wird exemplarisch in den Städten Straubing und Würzburg durchgeführt und konzentriert sich auf biobasierte Produkte in verschiedenen Anwendungsfeldern wie „Kosmetika“ und „Outdoor-Produkte“. Die identifizierten Faktoren werden in einem zweiten Schritt zu dem Konzept „Bio-based Product Environment“ zusammengeführt. In dem Konzept sollen Vorschläge für Änderung der Angebots- und Verwendungssituation von biobasierten Produkten abgeleitet werden, um die Wahrnehmung des bestehenden Angebots an biobasierten Produkten und letztendlich deren Marktdurchdringung zu erhöhen.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Projektbearbeitung:	Dr. Agnes Emberger-Klein   Lyn Lampmann   Julia Ruf
Projektzuordnung:	TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Projektdauer:	01.07.2018 – 30.06.2021
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## ENTWICKLUNG EINES KLEINSTPUMPSPEICHERSYSTEMS MIT PUMPE-ALS-TURBINE (PATMIPS)

Energiespeichertechnologien gewinnen zunehmend an Bedeutung, um den gewünschten Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung weiterhin voranzutreiben. Ein Grund dafür ist die erheblich fluktuierende Leistungsbereitstellung durch Wind und Photovoltaik. Zur Entlastung der Netze und für einen flexiblen Einsatz regenerativ erzeugten Stroms rücken Energiespeichertechnologien wie Batteriespeicher in Zukunft immer weiter in den Fokus. Ein Mikropumpspeicherkraftwerk könnte in diesem Kontext eine Ergänzung zu bereits verwendeten Speichertechnologien für die dezentrale und verbrauchsorientierte Speicherung regenerativ erzeugter Energie darstellen. Für eine wirtschaftliche Realisierung dieses Systems ist die Verwendung einer standardisierten Kreiselpumpe, welche als Pumpe wie auch als Turbine (PAT: Pumpe als Turbine) zusammen mit weiteren standardisierten Komponenten wie z. B. einem Frequenzumrichter angedacht. Auf diese Art und Weise ist es möglich, die hohen Kosten bei der Einzelfertigung von Bauteilen deutlich zu reduzieren.

Eine vielversprechende Anwendung eines solchen Mikropumpspeicherkraftwerkes ist der Einsatz zur Eigenstrom-Optimierung in Kombination mit einer bestehenden Photovoltaik (PV)-Anlage. Im Pumpbetrieb wird bei niedrigem Energieverbrauch und hoher Solarenergieproduktion das Wasser durch die Pumpe in ein höher gelegenes Oberbecken gepumpt und somit Energie für einen späteren Zeitpunkt gespeichert. Im Turbinenbetrieb fließt das Wasser nun bei hohem Energieverbrauch und geringer PV-Leistung zurück in das Unterbecken und treibt die Kreiselpumpe an, welche nun als Turbine fungiert. Dadurch kann sowohl der Eigenstromverbrauch optimiert als auch der Energiebezug aus dem Netz verringert werden, was zu einer Entlastung des Netzes führt. Die Turbine soll durch einen Frequenzumrichter drehzahl geregelt werden. Damit wird sichergestellt, dass die Turbine unter Einhaltung ihrer Grenzen (Mindest- & Maximaldurchfluss) über einen möglichst großen Betriebsbereich effizient betrieben werden kann.

Zur Realisierung des Projekts wird ein Prüfstand zum Vermessen von Turbinenkennfeldern verschiedener Kreiselpumpen aufgebaut. Mit Hilfe der Ergebnisse wird durch ein Simulationstool eine optimale Betriebsweise der Pumpe als Turbine erarbeitet. Für die verschiedenen Turbinenkennfelder soll eine Datenbank erstellt werden, mit welcher eine geeignete Prototypenanlage projektiert werden kann.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Josef Kainz
Projektbearbeitung:	Florian Lugauer   Maximilian Schell
Projektzuordnung:	Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Projektdauer:	01.01.2018 – 31.12.2020
Projektpartner:	Ingenieurbüro für Umwelt- und Energietechnik Dipl.-Ing. (FH) Christoph Pfeffer
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

## ENERGIEEINSPARUNG IM GARTENBAU DURCH INTELLIGENTE KLIMAFÜHRUNG IM GEWÄCHSHAUS

Die computergestützte Regelung des Gewächshausklimas durch sogenannte Klimacomputer ist heute in der gärtnerischen Produktion üblich und ermöglicht die Integration komplexer Regelstrategien für unterschiedliche Anforderungsprofile. So wurde unter dem Aspekt der Heizenergieeinsparung am Institut für Gartenbau der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf die Regelstrategie „Weihenstephaner Modell“ entwickelt und im Versuchsanbau mit gängigen Kulturen aus dem Zierpflanzenbau über mehrere Jahre evaluiert. Durch effiziente Nutzung der Sonneneinstrahlung konnte der Heizenergieverbrauch ohne Qualitätsverlust gegenüber einer konventionellen Klimaführung um 20 – 40 % reduziert werden. Dieses große Einsparpotenzial durch Regelstrategien wird jedoch vielfach im Erwerbsanbau nicht ausgeschöpft, da eine Implementierung umfangreiches Fachwissen und Verständnis von Wachstumsabläufen erfordert.

Im Rahmen des Projektes soll die Anwendung von Regelstrategien in der Praxis stärker verankert werden. Dieses Ziel wird durch eine Kompetenzerweiterung mit zwölf bayerischen Zierpflanzenbau-Betrieben (KMU = Klein- und mittelständische Unternehmen) angestrebt. Der hierfür notwendige Wissenstransfer erfolgt über einen Verbund aus E-Learning und Präsenzveranstaltungen (Abb. 1).

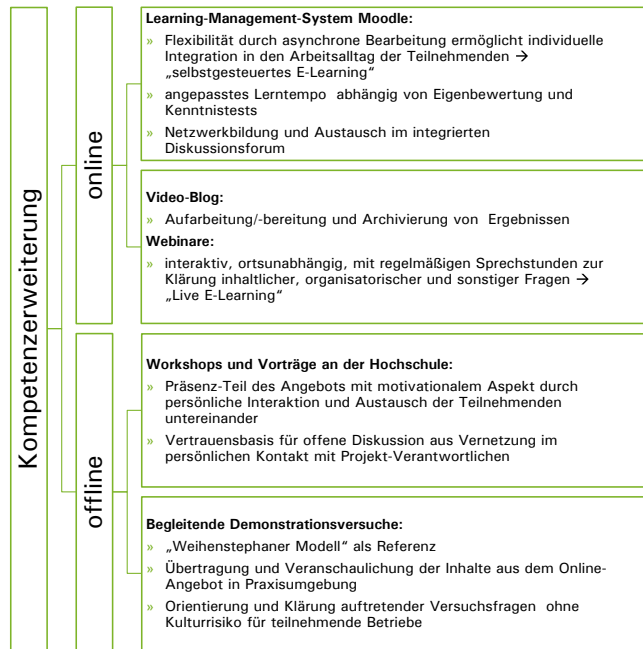


Abb. 1: Projektelemente

Das virtuelle Angebot baut auf dem Learning-Management-System Moodle (Abb. 2) auf. Die Lerninhalte werden sukzessive zur Verfügung gestellt. Die Bearbeitung durch die Teilnehmenden erfolgt selbstgesteuert in Abhängigkeit von Kenntnistests und Eigenbewertung, wobei eine zeit- und ortsunabhängige Bearbeitung die individuelle Integration in den Arbeitsalltag der Teilnehmenden ermöglicht. Ein angegliedertes Online-Diskussionsforum fördert überdies die Netzwerkbildung und den Austausch unter den Beteiligten. Ergänzt wird der Kurs durch regelmäßige Webinare im Format von Sprechstunden zur Klärung offener Fragen. Weiterhin werden in Video-Blogs Ergebnisse aus der Zusammenarbeit aufbereitet und archiviert.

Den Präsenzteil des Angebots bilden Workshops und Vorträge am Campus Weihenstephan. Der hier hergestellte persönliche Kontakt schafft unter den Teilnehmenden eine Vertrauensbasis für offene Diskussionen und motiviert zu einer initiativen Mitwirkung. Begleitende Demonstrationsversuche am Institut für Gartenbau unter Anwendung der Klimastrategie nach dem „Weihenstephaner Modell“ ermöglichen eine Übertragung und Veranschaulichung der Inhalte aus dem Online-Angebot. Die Teilnehmenden tragen bei auftretenden Versuchsfragen auf diese Weise aber kein Kulturrisiko.



Abb. 2: Screenshot aus dem Moodle-Kurs mit einem Lernpaket über Wärmestrahlung

Der Verbund aus Präsenzveranstaltungen und virtuellen Angeboten führt zu einem Abbau von Hemmungen bei der Nutzung digitaler Medien. Weiterhin ermöglicht der regelmäßige Austausch innerhalb kurzer Zeit die Bildung eines großen gemeinsamen Erfahrungsschatzes. Durch die angestrebte Vernetzung der Teilnehmenden untereinander soll die Kooperation zwischen den einzelnen Betrieben projektübergreifend gestärkt werden. Ein weiterer positiver Effekt ergibt sich durch einen kontinuierlichen Wissenstransfer aus der Forschung in die Praxis und den leichten Zugang der Betriebe zu aktuellen Forschungsarbeiten.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Bernhard Hauser   Prof. Dr. Thomas Hannus
Projektbearbeitung:	Sebastian Born   Hans-Peter Haas   Viola Stiele
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektdauer:	01.07.2018 – 30.09.2020
Projektträger:	Virtuelle Hochschule Bayern
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Förderprogramm:	Europäischer Sozialfonds (ESF)

**PRODUKTQUALITÄT UND RESSOURCENEFFIZIENZ BEI DER PFLANZENPRODUKTION IN INDOOR-FARMING-SYSTEMEN**

Eine von der Globalstrahlung unabhängige Pflanzenproduktion gewinnt im Bereich der gärtnerischen Praxis und öffentlichen Diskussion an Bedeutung. Interessante Anwendungsfelder hierfür sind vor allem die Jungpflanzenanzucht oder die Produktion von pflanzlichen Rohstoffen für Phytopharmaka. Eine saisonunabhängige Produktion pflanzlicher Lebensmittel kann für einzelne Produkte oder die urbane Produktion ebenfalls ein interessanter Aspekt sein.

Die Möglichkeit, sowohl die Klimaführung als auch die Zusammensetzung der Lichtqualität und -quantität an den physiologischen Bedarf der Pflanzen anzupassen, hat insbesondere bei der gezielten Steuerung pflanzlicher Inhaltsstoffe große Bedeutung. Allerdings ist die Energieeffizienz aufgrund des hohen Energiebedarfs für die Belichtung ein wichtiger Aspekt für die Bewertung der potenziellen Anwendungsfelder von Indoor-Farming-Systemen. Im Bereich der Wasser- und Stoffflüsse weisen Indoor-Farming-Systeme Vorteile gegenüber einem Anbau unter Glas oder im Freiland auf. Kenngrößen zur Beurteilung der Effizienz sind auch für diese Parameter für die Ableitung von Handlungsempfehlungen von großer Bedeutung.



**Abb. 1: Von der Globalstrahlung unabhängige Pflanzenproduktion im Container**

Ein besonderer Fokus des Projekts liegt in der Auswahl und Analyse von Pflanzen, bei denen der Anbau in Kunstlichtsystemen einen Mehrwert gegenüber dem Anbau unter Glas bieten kann. Dieser Mehrwert kann in der Erhöhung gewünschter Inhaltsstoffe, der ganzjährigen Produktion von beispielsweise Blüten oder Früchten, einer Produktion ohne den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln oder weiteren Kriterien begründet sein.

Der vom Gemüsering Thüringen zur Verfügung gestellte Pflanzencontainer ist bauseits mit Regalen und einem aus der Gewächshausproduktion bekannten Ebbe-Flut-System ausgestattet. Das Kultursystem soll kritisch hinsichtlich der Eignung für Indoor-Farming-Systeme bewertet und im weiteren Verlauf optimiert bzw. alternative Konzepte für die Kulturführung entwickelt werden. Unter Berücksichtigung der Ressourceneffizienz (Wasser-, Energie-, Wachstumseffizienz, etc.) werden verschiedene Kultursysteme (z. B. Ebbe-Flut, Rinnenkultur, Schwimmsysteme) auf ihre Eignung für geschlossene Systeme in einer Indoor Farm untersucht. Der Einfluss verschiedener Anzuchtmedien wie z. B. Torf, Kokos, Steinwolle oder Hanf findet ebenfalls Berücksichtigung und Bewertung.

Für eine ganzheitliche Betrachtung werden zudem Input-/Output-Bilanzen aller Stoff- und Energieströme erstellt sowie die resultierenden Abfallmengen ermittelt. Aufbauend auf den Ergebnissen werden Handlungsempfehlungen für Indoor-Farming-Kultursysteme abgeleitet.

Die Berechnung von Kennzahlen erlaubt eine erste vergleichende Bewertung der Produktion sowohl zwischen den an der HSWT durchgeführten Versuchen als auch mit Angaben aus der Literatur sowie Aussagen von drei asiatischen Plant Factories (Tabelle 1).

**Tab. 1: Zusammenfassende Übersicht durchgeführter pflanzenbaulicher Versuche und Berechnung von Kennzahlen zum Vergleich mit Daten aus der Literatur und erhobenen Werten asiatischer Plant Factories**

Parameter	Salat (Asien)*	Eden**	GWH***	Versuche an der HSWT	
				Salat (mix)	Pak Choi II (grün)
Pflanzen / m <sup>2</sup>	-	37	24	26	125
Kulturdauer (d)	42 - 45	28	30	48	46
Frischmasseertrag (g)	100 - 120	100	145	100	52
Belichtung (h)	16 - 18	-	-	20	18
Anzahl Kulturen / Jahr	8 - 9	13	12	7	7,8
Verhältnis GF:KF	0,04 - 0,14	0,5	1	0,24	0,24
Ertrag [kg (FM) / m <sup>2</sup> (KF) * d]	0,08 - 0,13	0,13	0,11	0,08	0,13
Ertrag [kg (FM) / m <sup>2</sup> (GF) * d]	0,92 - 2,33	0,27	0,11	0,33	0,55

\* Umfassen drei asiatische Plant Factories  
 \*\* Hydroponische Salatproduktion unter Glas (Barbano et al. 2013)  
 \*\*\* Simulation (IEG) zur möglichen Salatproduktion in der EDN 15 (Schubert 2017)  
 GF: Grundfläche [m<sup>2</sup>]  
 KF: Kulturfäche [m<sup>2</sup>]  
 FM: Frischmasse

Vor allem der Versuch mit Pak Choi im Container zeigte vielversprechende Ergebnisse. In Folgeversuchen soll die Produktion durch eine Anpassung und Optimierung der Kulturführung weiter erhöht werden.

Durch zusätzlich installierte Stromzähler werden die derzeit pauschalisierten Werte zur Berechnung der Stromkosten zukünftig durch detaillierte Verbrauchsdaten ergänzt. Diese ermöglichen eine optimierte Bewertung des Ressourcenverbrauchs.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

- Projektleitung: Prof. Dr. Heike Mempel
- Projektbearbeitung: Ivonne Jüttner
- Projektzuordnung: Institut für Gartenbau
- Projektdauer: 01.04.2018 – 31.03.2021
- Projektpartner: Gemüsering Thüringen GmbH
- Projektförderung: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



# ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN IN DER LANDSCHAFTSPLANUNG (ÖKOSYSLA)

Ziel des Ökosystemsleistungs (ÖSL)-Konzeptes ist es, die Leistungen und damit den Wert von Ökosystemen aufzuzeigen. Die ökonomische Betrachtungsweise soll Entscheidungsträgern verdeutlichen, dass sich der Schutz und die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen (etwa durch ein alternatives ökologisches Landmanagement) auch wirtschaftlich lohnt. In der räumlichen Planungspraxis wird der Ansatz bislang kaum genutzt. In Deutschland trifft das Konzept der ÖSL zudem auf die rechtlich verankerte und planerisch etablierte Landschaftsplanung, die – ähnlich der ÖSL – mithilfe von „Landschaftsfunktionen“ die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes erfasst und bewertet. Damit bestehen zwischen Landschaftsplanung und ÖSL inhaltliche und methodische Überschneidungen, jedoch auch Unterschiede.

Aufgrund der Überschneidungen wäre es denkbar, dass die Landschaftsplanung Trägerin des ÖSL-Ansatzes sein könnte. Bislang bestehen kaum praktische Erfahrungen, inwieweit eine Integration des ÖSL-Ansatzes in die bundesweite Landschaftsplanung möglich ist, und wie die Landschaftsplanung ggf. dafür ergänzt und weiterentwickelt werden müsste. Vor diesem Hintergrund soll das F+E-Vorhaben Integrationsmöglichkeiten des Konzepts der ÖSL zur Stärkung und Weiterentwicklung der Landschaftsplanung insbesondere auf kommunaler bis regionaler Ebene ermitteln.

## VORGEHENSWEISE

In dem ersten Arbeitspaket wurde der aktuelle Forschungsstand zu ÖSL in der Landschaftsplanung präsentiert (1). Basierend auf den Erkenntnissen aus der Literatur wurden im nächsten Schritt beispielhafte Implementierungen von ÖSL entwickelt (2). Die anschließende Evaluierung (3) durch Fachexperten der kommunalen und regionalen Landschaftsplanung diente dazu, den möglichen Mehrwert zielgerichtet abzufragen. Die Ergebnisse sollten schließlich in Handlungsempfehlungen (4) für eine Implementierung von ÖSL in die Landschaftsplanung auf kommunaler und regionaler Ebene einfließen.



Abb. 1: Struktur und Aufbau des Forschungsvorhabens (ÖSL=Ökosystemleistungen, LP=Landschaftsplanung)

## INNOVATIONSPOTENZIALE DES ÖSL-ANSATZES – STAND DES WISSENS (1)

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Literatur konnten drei wesentliche Innovationspotenziale herausgehoben werden, die sich für die Landschaftsplanung durch eine Implementierung des ÖSL-Ansatzes ergeben:

### a) ÖSL als Grundlage für das menschliche Wohlergehen

Im Unterschied zur Landschaftsplanung, deren Fokus auf der Bewahrung natürlicher Lebensgrundlagen, also von Potenzialen liegt, werden in dem ÖSL-Ansatz tatsächlich in Anspruch genommene oder nachgefragte Leistungen betrachtet und das individuelle menschliche Wohlergehen verstärkt thematisiert.

### b) Quantitative Betrachtung von ÖSL

Im Rahmen des ÖSL-Ansatzes werden vermehrt quantitative Verfahren angestrebt, um Leistungen durch Messwerte darzustellen und zu bewerten (z. B. im Boden gespeicherte Menge an klimarelevantem Kohlenstoff in t/ha).

### c) Monetäre Bewertung von ÖSL

Weiterhin sollen auch Verfahren zur monetären Bewertung von öffentlichen Gütern und Leistungen angewendet werden (z. B. basierend auf Marktpreisen, Analysen zur Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung sowie Ersatz- oder Schadenskostenansätzen).

## INTEGRATION AUSGEWÄHLTER ÖSL IN DIE LANDSCHAFTSPLANUNG – ANWENDUNG UND IMPLEMENTIERUNG (2)

Als Grundlage für die Implementierung (siehe Beispiel Abb. 2) wurden zwei kommunale Landschaftspläne und zwei regionale Landschaftsrahmenpläne (Tabelle 1) herangezogen. Dabei

Tab. 1: Angaben zu den ausgewählten Fallbeispielen im Forschungsvorhaben

	DATUM	PLANUNGSBÜRO	MASSTAB	FLÄCHENGRÖSSE	EINWOHNERZAHL	BUNDESLAND
LP Pfaffenhofen a. d. Ilm	2017	BBP Stadt-/Landschaftsplanung Kaiserslautern	1: 10.000	92 km <sup>2</sup>	ca. 25.000	Bayern
LP Stadt Jena	2016	Froehlich & Sporbeck	1:15.000	114 km <sup>2</sup>	ca. 108.000	Thüringen
LPR Lüneburg	2017	EGL	1:50.000	1.300 km <sup>2</sup>	ca. 180.000	Niedersachsen
LPR Donau-Walld	2011	Institut für Landschaftsarchitektur der HSWT	1:100.000	5.690 km <sup>2</sup>	ca. 660.000	Bayern

konnten sechs verschiedene Bearbeitungsschwerpunkte (z. B. Trink- und Nutzwasser, Nahrungsmittel und Rohstoffe) aufgrund regionsspezifischer Fragestellungen definiert und durch insgesamt neun ÖSL tiefergehend analysiert werden.

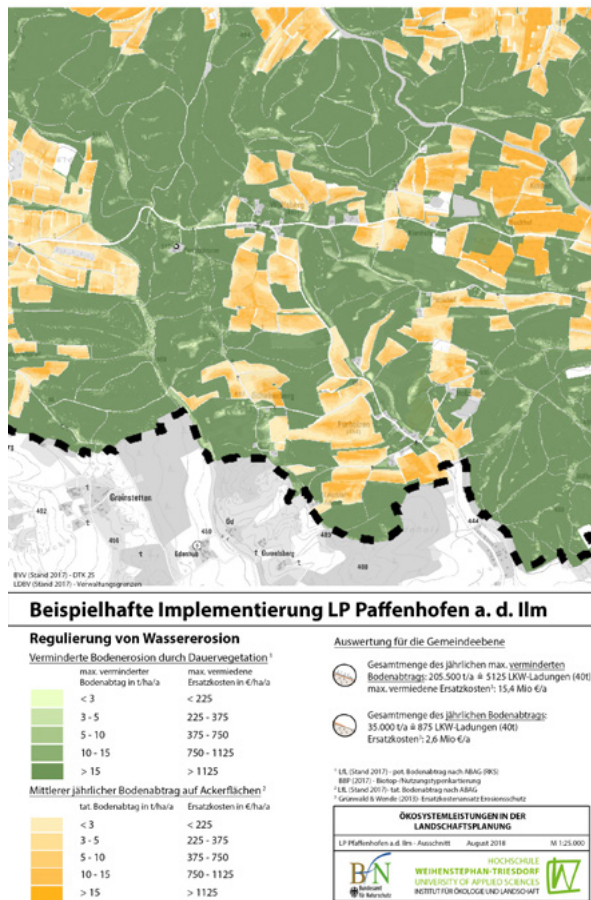


Abb. 2: Kartenbeispiel ÖSL Regulierung von Wassererosion im Landschaftsplan Pfaffenhofen

### EVALUIERUNG (3) UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN (4)

Durch eine Befragung sollten die im Forschungsvorhaben erarbeiteten Möglichkeiten zur Integration von ÖSL in verschiedenen Arbeitsschritten der Landschaftsplanung überprüft und evaluiert werden. Hierzu wurden die o. g. drei Innovationspotenziale des ÖSL-Ansatzes für die Landschaftsplanung anhand von Beispielen aus der Implementierung dargestellt. Befragt wurden 46 Fachexperten aus der Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur. Darunter befanden sich Vertreter von Planungsbüros, Naturschutzbehörden und Auftraggebern (Kommunen und Planungsverbände) sowie von Universitäten und Hochschulen.

#### RAHMENDATEN PROJEKT

- Projektleitung: Prof. Dr. Markus Reinke
- Projektbearbeitung: Dr. Linda Szücs | Peter Blum | Jonas Garschhammer | Christopher Meyer
- Projektzuordnung: Institut für Ökologie und Landschaft
- Projektdauer: 01.07.2016 – 30.06.2019
- Projektträger: Bundesamt für Naturschutz
- Projektförderung: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

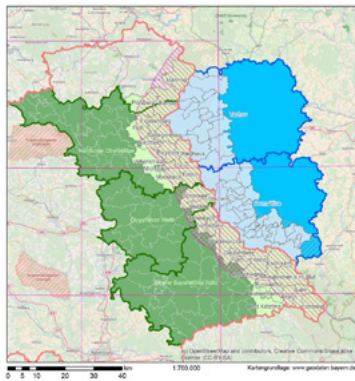




# GRENZÜBERSCHREITENDES KONZEPT FÜR NATURSCHUTZ UND NATURERLEBNIS IM GEBIET DES BÖHMISCHEN WALDES UND DER OBERPFALZ

Im bayerisch-tschechischen Grenzgebiet, im Bereich des Landschaftsschutzgebiets Böhmischer Wald sowie der Naturparke Nördlicher Oberpfälzer Wald, Oberpfälzer Wald und Oberer Bayerischer Wald (Abbildung 1) zeigt sich ein zunehmender Bedarf, den Schutz der Natur, des Landschaftsbildes und der hohen biologischen Vielfalt zu optimieren. Von Interesse ist dabei das Verhältnis zwischen den Belangen des Naturschutzes einerseits und der weiteren Entwicklung des Tourismus andererseits. Derzeit steigt das Interesse, die grenznahen Gebietsflächen für Tourismus und Erholung zu nutzen. Dieses Interesse ist mit einem schnellen, oft unkoordinierten Ausbau der begleitenden Infrastruktur verbunden, der eine Beeinträchtigung des erhaltenen Naturzustandes und somit einen Konflikt mit den Belangen des Naturschutzes und dem Schutz des kulturhistorischen Erbes bedeuten kann.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des INTERREG-Forschungsvorhabens, die Voraussetzungen für die naturschonende Nutzung des natürlichen wie auch des touristischen Potenzials des Böhmisches Waldes und des angrenzenden Gebiets des Oberpfälzer Waldes zu schaffen. Dabei kommt es darauf an, die wichtigen natur- und kulturhistorischen Werte zu erkennen, deren touristisches Potenzial zu definieren und daraus konzeptionelle Schritte zum Schutz dieser Werte zu entwickeln.



**Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet beidseits der CZ-BY Grenze. Tiefergehende Analysen wurden im engeren Untersuchungsgebiet mit~10 km Puffer von beiden Seiten durchgeführt (Quelle: HSWT, Institut für Ökologie und Landschaft)**

Als informelles Schlüsselinstrument soll ein grenzüberschreitendes Gebietskonzept mit anwendungsorientierten Kartenwerken erstellt werden, das als Grundlage zur anschließenden Nutzung in breiter Partnerschaft der Behörden und der lokalen Akteure dient. Das Ziel des Konzepts ist somit nicht der Ausbau der touristischen Infrastruktur, sondern die frühzeitige naturverträgliche Steuerung sich abzeichnender Konflikte zwischen Naturschutz und Tourismus.

Das Untersuchungsgebiet zieht sich 200 km entlang der tschechisch-bayerischen Grenze hin und umfasst auf der BY Seite ca. 1360 km<sup>2</sup>, auf der CZ Seite ca. 1110 km<sup>2</sup>. In diesem engeren Untersuchungsgebiet in einer Pufferzone von ca. 10 km beiderseits der Grenze wurden die tiefergehenden Analysen durchgeführt. Im breiteren Sinne umfasst das Untersuchungsgebiet drei Naturparke auf der BY Seite (Nördlicher Oberpfälzer Wald, Oberpfälzer Wald und Oberer Bayerischer Wald) sowie auf der CZ Seite das Landschaftsschutzgebiet Böhmischer Wald (siehe Abbildung 1).

## VORGEHENSWEISE

Abbildung 2 stellt die Vorgehensweise des Forschungsvorhabens in drei wichtigen Etappen dar:

1) **Synthese:** Einleitende Ermittlung der Naturwerte und Probleme des Projektgebiets sowie Synthese der abweichenden methodischen Auffassungen. Ziel ist die Erstellung eines Kartenmaterials (GIS) mit Identifizierung und gemeinsamer Klassifizierung der Na-

turschutzgegenstände zwecks gemeinsamen Managements im Projektgebiet.

2) **Grenzüberschreitendes Gebietskonzept:** Das zweite Arbeitspaket fokussiert sich auf das Thema Tourismus inklusive Bestandsaufnahme, Entwicklungspotenzial und Konflikte mit den Belangen des Naturschutzes. Es sollen die Bereiche mit dem größten Konfliktpotenzial (durch die Überlastung der touristischen Infrastruktur, Erneuerung der Wüstungen, Verkehr, Entwicklung der Siedlungen) identifiziert werden. Als Hauptergebnis soll ein gemeinsames Konzeptdokument für das Gebiet erstellt werden.

3) **Kommunikationsstrategie:** Präsentation der Werte des Projektgebietes an die lokalen Akteure, die einen Einfluss auf die Weiterentwicklung des Zielgebietes haben, wie auch die Vorstellung des Gebietes bei den Besuchern.



**Abb. 2: Arbeitspakete und Aktivitäten im Forschungsvorhaben (Quelle: HSWT, Institut für Ökologie und Landschaft)**

## ERGEBNISSE

Aktuell wird im Forschungsvorhaben an dem Gebietskonzept sowie an den folgenden Kartenwerken (Maßstab 1:100.000) gearbeitet:

- » **Natur- und Landschaftswerte:** mit dem Ziel, ein harmonisiertes (BY-CZ) Bewertungssystem und gemeinsames Kartenwerk über grenzüberschreitend bedeutsame und empfindliche Landschafts- und Naturräume zu entwickeln.
- » **Touristische Infrastruktur – Bestandsanalyse**
- » **Touristische Ausgangspunkte:** Aggregation touristisch relevanter Ausgangspunkte, deren Ausstattung dazu notwendig ist, um ins Gebiet zu gelangen und/oder dort zu verweilen.
- » **Touristische Anziehungspunkte:** die bedeutendsten kulturellen, historischen, natürlichen und infrastrukturellen Attraktionen mit großem Erholungspotenzial sowie regionaler und überregionaler Bedeutung. Touristische Anziehungspunkte dienen als Zielorte von touristischen Attraktivitäten.
- » **Schwerpunkträume natur- und kulturbezogener Erholung:** Bereiche/Naturräume, in denen die Attraktivität mit einer Bedeutung von kulturhistorischem und/oder natürlichem Interesse konzentriert ist. Diese Schwerpunkträume repräsentieren



eine Häufung von touristischen Anziehungspunkten bzw. lokal bedeutenden Strukturelementen.

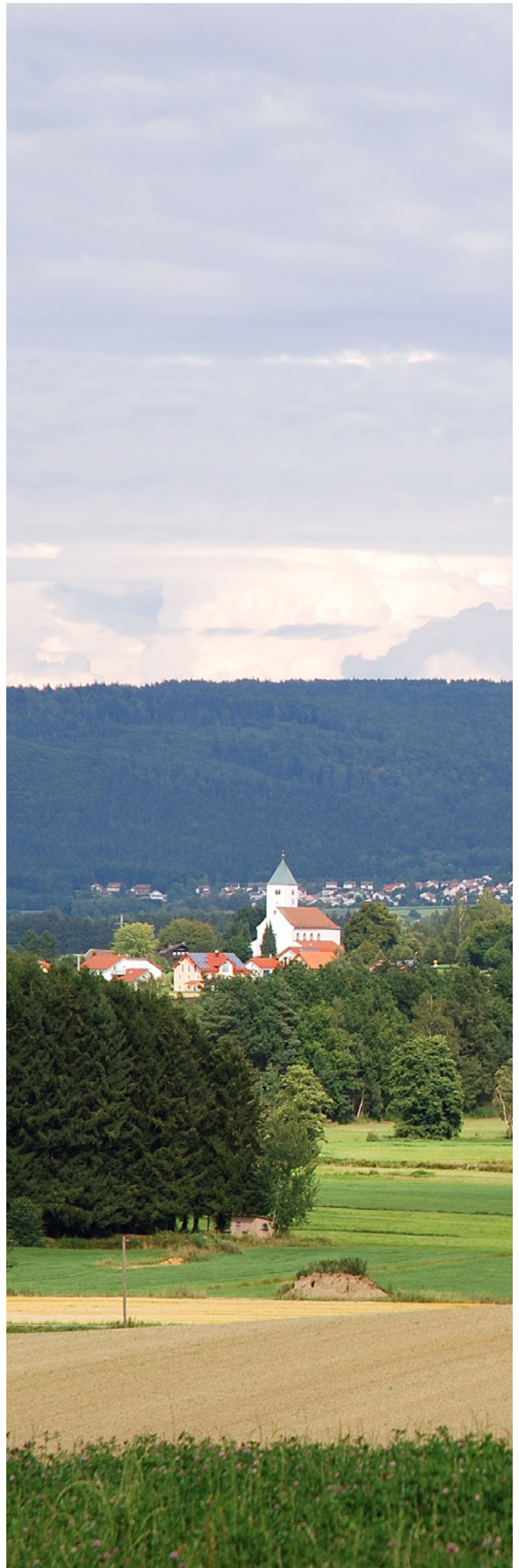


**Abb. 3 und Ausschnitt rechts: Typisches Foto aus dem Projektgebiet; im Vordergrund die Ortschaft Ast, im Mittelgrund Waldmünchen, im Hintergrund das Grenzgebirge mit dem Čerchov (1042m NN), dem höchsten Berg des Oberpfälzer Waldes (Bildautorin: Ursula Blum 2014)**

Die o. g. Kartenwerke wurden im Rahmen eines Fachseminars am 21. März 2019 in Schönsee (Centrum Bavaria Bohemia) den Vertretern des Naturschutzes (Naturparke, BUND, UNB) sowie Vertretern des Tourismus (Tourismusverbände, Tourismuszentren) im Untersuchungsgebiet präsentiert. Die methodische Herangehensweise wurde im Rahmen des Workshops dargestellt und diskutiert. Hierzu war es essentiell, das lokale Wissen der Vertreter zu integrieren sowie deren Präferenzen zu den Kartendarstellungen aufzunehmen.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung:	Filip Uhlík (Regionale Entwicklungsagentur der Region Pilsen)
Projektleitung:	Prof. Dr. Markus Reinke
Projektbearbeitung:	Peter Blum Dr. Linda Szücs
Projektzuordnung:	Institut für Ökologie und Landschaft
Projektdauer:	01.10.2017 – 31.03.2020
Projektpartner:	Regionale Entwicklungsagentur der Region Pilsen   Agentur für Natur- und Landschaftsschutz der Tschechischen Republik   Region Pilsen
Projektförderung:	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
Förderprogramm:	Ziel ETZ Freistaat Bayern – Tschechische Republik



# ENTWICKLUNG EINES NACHHALTIGEN REINIGUNGSVERFAHRENS FÜR REFLEKTIERENDE KUNSTSTOFFOBERFLÄCHEN MIT INTEGRIERTER KREISLAUFFÜHRUNG DER REINIGUNGSLÖSUNG

Der zunehmende Automatisierungsgrad industrieller Prozesse, eine steigende Reizvielfalt und hohe Sicherheitsmaßstäbe erfordern Signale und Markierungen, die auch unter ungünstigen Umständen (Staub, Dunkelheit, Ablenkung) eindeutig und rasch erkannt und interpretiert werden können. Der kommunikative und technologische Anspruch an derartige Markierungen und Zeichen ist hoch, ihr Einsatz jedoch oftmals lediglich temporärer Natur (Messen, Events, Absperrungen, Straßenbau etc.).

Im Hinblick auf ein steigendes Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung ist die Reinigung und Wiederverwendung derartiger Verbundwerkstoffe eine willkommene Alternative. Im Forschungsprojekt wird retroreflektierende gelbe Verbundfolie auf Kunststoffbasis untersucht, die beispielsweise für selbstfahrende Systeme in automatisierten Lagern als Spurmarkierung oder für die Abgrenzung bestimmter Bereiche in Produktionshallen verwendet werden kann. Diese Verbundfolien weisen definierte mechanische (Zugfestigkeit, Elastizität, Gleit-/Haftreibung) und optische Eigenschaften (Farbe, Retroreflektion) auf, die in entsprechenden Normen definiert sind.

## RETROREFLEKTIERENDE VERBUNDFOLIE

Allein in Deutschland werden mehrere Tausend Kilometer an gelber retroreflektierender Markierungsfolie pro Jahr verbraucht und entsorgt. Ein geeignetes Reinigungsverfahren könnte die Wiederverwendung dieser Folien ermöglichen und somit einen Beitrag zum Umweltschutz und zur Ressourcenschonung liefern.

### Aufbau der Folien

Die eingesetzten Verbundfolien sind mehrschichtig aufgebaut. Auf einer auf der Unterseite mit Kleber beschichteten Trägerschicht aus Kautschuk ist eine gelb gefärbte Polyurethan-Deckschicht aufgebracht, in die Reflexionspartikel (Glasperlen) oder Partikel zur Steigerung der Griffigkeit (Keramik) eingelassen sind (Abb. 1). Die Partikelbelegung kann durchgängig oder segmentiert sein und weist eine Dichte von etwa 200 Partikel/cm<sup>2</sup> auf. Die typische Schichtenfolge von Verbundfolien erschließt sich aus einem mikroskopischen Querschnittsbild (Abb. 2).



Abb. 1 (li): Aufsicht auf eine unbenutzte retroreflektierende Verbundfolie

Abb. 2 (re): Schichtenfolge einer retroreflektierenden Verbundfolie

### Normen

Die zur Beurteilung der Verschmutzung, der Oberflächeneigenschaften sowie der mechanischen Stabilität der reflektierenden Verbundfolien herangezogenen DIN-Normen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Liste der Normen zur Charakterisierung retroreflektierender Verbundfolie

EIGENSCHAFT	NORM	MESSVERFAHREN
Verschmutzungsgrad/ Reinheitsniveau	ISO 16232	Mikroskopie/Planimetrie
Farbe	DIN EN 1436:2018:3	Farbmessung mit Konica Minolta CR 410
Griffigkeit	DIN EN 13036-4	Gleitreibung mit Texture-Analyzer
Reflexionsvermögen	DIN EN 1436:2018:3	wird noch festgelegt
Zugeigenschaften	DIN EN ISO 527-1:2012-06	Zugversuche mit Texture-Analyzer

## VERSCHMUTZUNG

Für eine effektive Entwicklung von Reinigungslösungen und -verfahren ist eine möglichst genaue Kenntnis der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der auf Ober- und Unterseite der gebrauchten Verbundfolie anhaftenden Rückstände erforderlich.

Der Verschmutzungsgrad verschieden verschmutzter bzw. gereinigter Folienqualitäten kann mittels eines Scanners erfasst und mit geeigneten Bildauswerteprogrammen (ImageJ) planimetrisch ausgewertet werden. Dabei wird in einem Histogramm die Häufigkeitsverteilung der Bildpixel in Abhängigkeit ihrer Helligkeit dargestellt (Abb. 3).

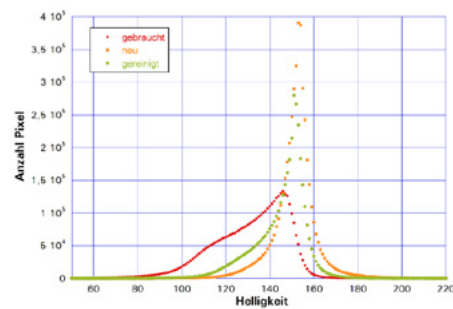


Abb. 3: Planimetrische Auswertung von Spurmarkierungsfolie als Histogramm

Verunreinigte Folie zeigt einen höheren Anteil an dunklen Pixeln, für neue Folie wird ein Peakmaximum im hellen Bereich sichtbar. Erwartungsgemäß ähnelt das Histogramm gereinigter Folie demjenigen neuer Folie. Im Bereich niedrigerer Helligkeitswerte sind in diesem Fall jedoch noch geringe Beiträge zu verzeichnen. Inwieweit die gereinigte Folie den DIN Normen für Farbigkeit entspricht, muss im weiteren Verlauf mit Hilfe einer Farbmessung geklärt werden.

## VERSUCHSSTÄNDE ZUR CHARAKTERISIERUNG DER FOLIE

### Messung der Zugfestigkeit

Die Ermittlung der Zugfestigkeit erfolgt durch Kraftmessung mit einem Texture-Analyzer (Abb. 4). Dazu wird die Folie in eine fixierte und eine bewegliche Spannbacke eingespannt und langsam auseinandergezogen. Dem erhaltenen Spannungs-/Dehnungs-Diagramm (Abb. 5) können sowohl Maximalkraft (Maximum) als auch Elastizitätsmodul und plastisches Verhalten der Folie entnommen werden.

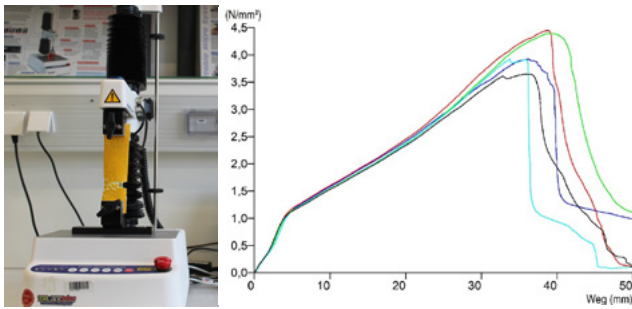


Abb. 4 (li): Versuchsstand zur Ermittlung der Zugfestigkeit  
 Abb. 5 (re): Spannungs-/Dehnungs-Diagramm von reflektierender Verbundfolie

### Messung der Gleitreibung (Griffigkeit)

Mit dem Texture-Analyzer können neben Zugversuchen auch Kraft-/Weg-Diagramme eines über eine retroreflektierende Verbundfolie horizontal gezogenen Schlittens erhalten werden. Die nach Überwindung der Haftreibung zum kontinuierlichen Gleiten aufgewendete Kraft beschreibt in Verbindung mit dem Gewicht des Schlittens den Gleitreibungskoeffizienten. Er ist umso kleiner, je glatter und weniger griffig die Folie ist. Abb. 6 zeigt eine Versuchsserie aus 10 Versuchen.

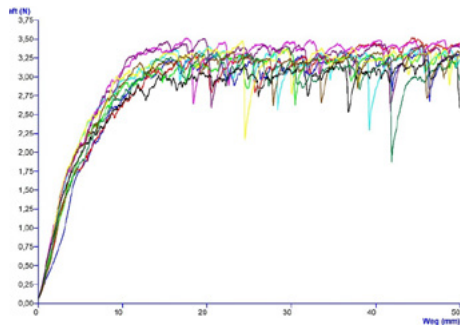


Abb. 6: Kraft-Weg-Diagramme aus 10 Versuchen, neue Verbundfolie, Bürstenschlitten

## REINIGUNGSVERFAHREN

### Bürstenversuchsstand

Die Reinigung der Verbundfolien erfolgt im Wesentlichen mechanisch in einem Versuchsstand, der aus einer einstellbaren rotierenden Tellerbürste, einer Hebebühne (Justage und Anpressdruck), einer Andruckkontrolle (Waage) und Drehmomenterfassung besteht. Die Aufzeichnung der Messdaten erfolgt digital. Besonders wichtig ist die Gewährleistung einer planen Anpressgeometrie der Reinigungsbürste während des Abreinigungsverganges.



Abb. 7: Einsatz der Bürste zur Reinigung der Folie

### Reinigungsversuche

Die Funktionalität des Bürstenversuchsstands konnte bisher anhand von Reinigungsversuchen mit entsalztem Wasser ohne Zusätze gezeigt werden. Die plane Orientierung des Bürstentellers zur Folienfläche erwies sich dabei als wichtiger Parameter.

## ABSTRACT

Automatisierte industrielle Prozesse und hohe Sicherheitsanforderungen erfordern auch unter erschwerten Bedingungen verlässliche Signale und Markierungen, die unter anderem mit reflektierenden Verbundfolien auf Kunststoffbasis geschaffen werden können. Bisher werden diese Hochleistungsfolien nach Verwendung teuer entsorgt und nicht wiederverwendet.

Im Forschungsvorhaben soll ein umweltschonender Reinigungsprozess für gebrauchte Verbundfolien entwickelt werden, der eine mehrfache Verwendung dieser Folien erlaubt und somit dem Nachhaltigkeitsgedanken und der Ressourcenschonung gerecht wird. Die Herausforderung liegt in einer schonenden, qualitätserhaltenden mechanischen Reinigung, bei der sowohl umweltschonende Reinigungslösungen zum Einsatz kommen und der Verbrauch an Frischwasser weitestgehend durch eine Kreislaufführung des Waschwassers eingeschränkt wird. Zudem müssen Messsysteme installiert und geprüft werden, mit denen eine Charakterisierung der Verbundfolien entsprechend der gegebenen DIN-Normen möglich ist. Die Entwicklung des gesamten Reinigungsverfahrens schließt sich daran an.

## RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Sabine Grüner-Lempart
Projektbearbeitung:	Dr. Jörg Schäffer   Fabian Boßle   Magdalena Hofer
Projektzuordnung:	Fakultät Bioingenieurwissenschaften
Projektdauer:	01.04.2018 – 31.08.2020
Projektträger:	AiF Projekt GmbH
Projektförderung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm:	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand – ZIM
Weblink:	Ausführlicher Beitrag zum Download unter <a href="https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1236-entwicklung-eines-nachhaltigen-reinigungsverfahrens-fur-reflektierende-kunststoffoberflächen-mit-integrierter-kreislaufführung-der-reinigungslosung">https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1236-entwicklung-eines-nachhaltigen-reinigungsverfahrens-fur-reflektierende-kunststoffoberflächen-mit-integrierter-kreislaufführung-der-reinigungslosung</a>



# ENTWICKLUNG EINES BIOPOLYMERREINIGERS ZUR ENTFERNUNG VON KALK UND EINER METHODE ZUR EVALUATION DER REINIGUNGSLEISTUNG VON KALKENTFERNERN

Reinigungsverfahren sind ein wichtiger Bestandteil in allen Produktionsprozessen. Sie tragen insbesondere zur Sicherung der Produktqualität bei, vermeiden Schäden an Anlagen und verhindern Produktionsausfälle. Die Inhaltsstoffe der verwendeten Reinigungsmittel sind an die zu entfernenden Schadstoffe und Reinigungsverfahren angepasst und in vielfältiger Zusammensetzung erhältlich. Neben Produktionsresten, Abrieb oder beispielsweise Schmierölen ist die Entfernung von Kalkablagerungen eine zentrale Aufgabe von Reinigungsverfahren. Die Inhaltsstoffe kommerziell vertriebener Kalkentferner bzw. Entkalker können allerdings aufgrund der hohen Konzentration an organischen und anorganischen Säuren die Umwelt belasten und die Gesundheit des Verbrauchers schädigen. Unter einem steigenden Umweltbewusstsein ist daher der Bedarf an umweltschonenderen und nachhaltigen Alternativen sowohl von Seiten der Industrie als auch des Verbrauchers hoch.

Eine mögliche Alternative stellt die Nutzung von Alginaten für die Entfernung von Kalkrückständen dar, da diese die Fähigkeit besitzen, Komplexe mit Calciumkationen zu bilden. Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, die Reinigungsleistung von Alginat-basierten Reinigern zu untersuchen und ggf. zu optimieren. Um diesen Sachverhalt zu untersuchen, wurde zunächst eine standardisierte Methode entwickelt, die es erlaubt, die Reinigungsleistung von verschiedenen Kalkentfernern bzw. Reinigungslösungen reproduzierbar miteinander zu vergleichen.

## Kalk

Kalkablagerungen bestehen im Wesentlichen aus Calciumcarbonat und zu einem geringeren Anteil aus Magnesiumcarbonat. Calciumcarbonat kommt in der Natur in verschiedenen Strukturen vor. Hierbei wird zwischen wasserhaltigen und wasserfreien Strukturen unterschieden. Als wasserhaltige Strukturen treten sie als Monohydrat oder Hexahydrat, das auch als Ikait bezeichnet wird, auf. Calciumcarbonat kristallisiert wasserfrei auf natürliche Weise vornehmlich in drei Strukturen: als Aragonit, Calcit und als Vaterit (Abb. 1).

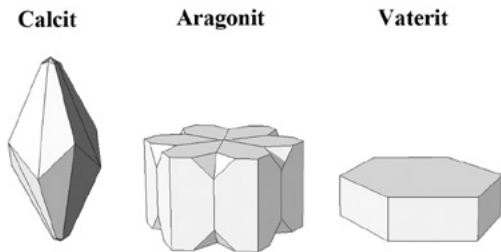


Abb. 1: Beispiele für die Kristallstrukturen von Calcit (Skalenoeeder), Aragonit (hier Kristalle in pseudohexagonaler Form) und Vaterit (hexagonale Kristallform). Calcit kommt in drei weiteren Ausbildungstypen vor: tafelige, rhomboedrische und prismatische Ausbildung

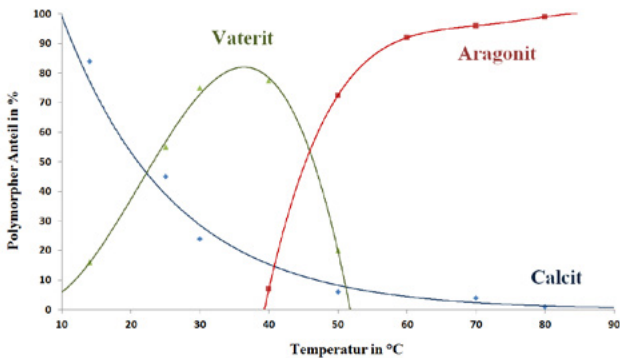


Abb. 2: Veränderung des Anteils von Calcit, Aragonit und Vaterit am gesamten ausgefällten Calciumcarbonat im Verhältnis zur Temperatur (Eigene Abbildung nach Paulina Dolores Kaempfe, Dissertation, Institut für Anorganische Chemie der Universität Duisburg-Essen, Essen, 2011)

Diese Strukturen unterscheiden sich in ihrer Kristallform, Dichte und Härte. Eine Methode, über welche Calciumcarbonat im Labor erzeugt werden kann, ist das Ausfällen von Calciumcarbonat durch das Einleiten von Kohlenstoffdioxid in eine Calciumhydroxidlösung. Über die Temperatur, den Druck und die Dauer dieser Reaktion ist es möglich, die Kornverteilung und die Kristallform des erstellten Calciumcarbonats zu beeinflussen (Abb. 2).

## METHODEN

Um die Reinigungswirkung von verschiedenen kalkentfernenden Reinigungslösungen zu vergleichen, war es notwendig, ein Verfahren zu entwickeln, bei dem eine Calciumcarbonatbeschichtung standardisiert auf eine definierte Oberfläche aufgebracht wird. Ein Testverfahren, welches derzeit für die Bestimmung der Reinigungswirkung von Kalkreinigern eingesetzt wird, wird mit Carrara-Marmorplatten durchgeführt.

Da dieses Verfahren bezüglich der Gleichmäßigkeit der Abreinigung sowie des verwendeten Materials nur bedingt geeignet ist, um die Entfernung von Kalk zu simulieren, wurde eine neue Methode zur Erstellung einer Calciumcarbonatbeschichtung entwickelt. Dies wird erreicht, indem in eine standardisierte Calciumhydroxid-Suspension bei konstanten Temperaturen Kohlenstoffdioxid eingeleitet wird, wodurch Calciumhydroxid in Calciumcarbonat und Calciumhydrogencarbonat umgewandelt wird. Die so entstehende Suspension wird auf schwarze Kacheln aufgetragen. Es folgt eine Trocknung der Beschichtung und eine optische Erfassung (Scan).

Die auf diese Weise beschichteten Kacheln werden im Anschluss mit der zu testenden Reinigungslösung nach definiertem Reinigungsprotokoll in Kontakt gebracht. Es folgt eine Trocknung und wiederum die optische Erfassung der Oberfläche. Über die Veränderung des Grauwertes der Scans, vor und nach der Reinigung, kann die Reinigungsleistung der Lösung bestimmt werden.

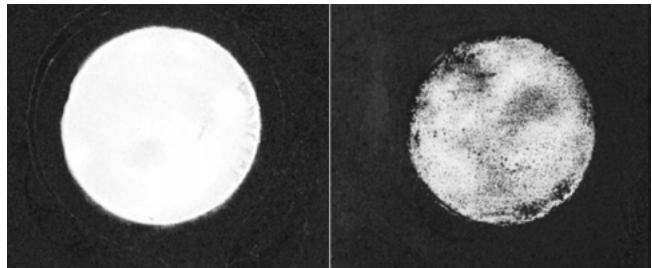


Abb. 3: Beschichtete Kachel vor und nach der Reinigung

## Alginat

Bei Alginaten handelt es sich um Salze der Alginsäure, welche die Eigenschaft besitzen, Gele mit Kationen zu bilden. Das Biopolymer besteht aus -1,4-verknüpften -D-Mannuron- und -L-Guluronsäuren. Was Alginat für die Entfernung von Kalk besonders

interessant macht, ist ihre Fähigkeit, im Bruchteil einer Sekunde Komplexe mit Calciumkationen zu bilden.

## ERGEBNISSE

Im Forschungsvorhaben wird untersucht, ob die in Gegenwart von Calciumkationen komplexierende Eigenschaft des Alginats genutzt werden kann, um Kalk zu entfernen bzw. um die Reinigungswirkung von sauren Reinigungslösungen zu erhöhen. Das getestete Alginat wies in wässriger Lösung keine nachweisbare Reinigungswirkung auf. Dagegen konnte die Reinigungsleistung mit einer gepufferten Alginatlösung im Vergleich zu einer Lösung, welche die gleiche Konzentration an Säure, jedoch kein Alginat enthielt, um ein Vielfaches erhöht werden (siehe Abbildung 4).

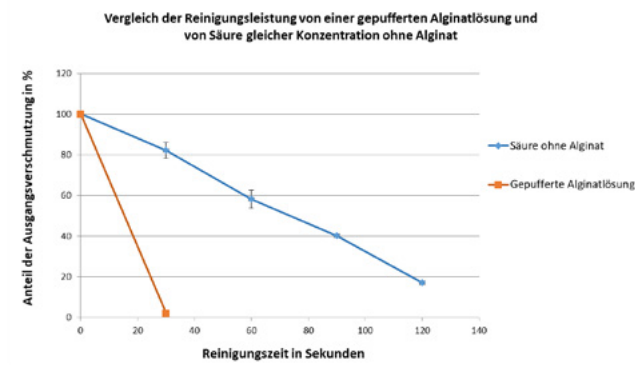


Abb. 4: Gegenüberstellung der Reinigungsleistung eines sauren Reinigungsmittels mit und ohne gepufferter Alginatlösung

Hierbei ist zu beachten, dass das Herstellungsverfahren sowie die Konzentration der einzelnen Komponenten die Reinigungsleistung der Biopolymer-haltigen Reinigungslösung sowie deren Gestalt erheblich beeinflussen können. Die Wahl eines ungeeigneten Herstellungsverfahrens kann zur Folge haben, dass sich ein festes Gelnetzwerk innerhalb der Reinigungslösung ausbildet, das die Inhomogenität und die Viskosität der Reinigungslösung massiv erhöht. Wird eine ungünstige Konzentration für die einzelnen Komponenten der Reinigungslösung gewählt, kann dies die Ausbildung einer Gelschicht auf der Kalkbeschichtung verursachen, welche die Reinigungswirkung der Reinigungslösung stark verringert.

## WEITERES VORGEHEN

Eine der Herausforderungen bei der Herstellung einer gepufferten Alginatlösung ist die Gewährleistung einer homogenen Mischung. Um dem zu begegnen, wird in weiteren Experimenten versucht, mithilfe einer sauren Hydrolyse die Kettenlänge der Alginate zu beeinflussen, um die Viskosität und die Homogenität der Reinigungslösung gezielt zu steuern. Das Ziel besteht in der Entwicklung eines industriell anwendbaren Reinigers. Ein weiterer Schritt besteht in der Überprüfung, ob weitere Biopolymere kalkentfernende Reinigungseigenschaften aufweisen.

Die Calciumcarbonatbeschichtung, die bisher für die Reinigungsversuche verwendet wurde, zeigt sich besonders anfällig bei mechanischer Belastung. Durch gezielte Beeinflussung der Ausbildung der Kristallmodifikation, durch die Variation von Druck, Temperatur, Durchmischungsgrad sowie durch die Zugabe von Additiven wird versucht, diesem Phänomen zu begegnen und eine höhere mechanische Beständigkeit zu erreichen. Zudem wird der Einbau von Magnesiumcarbonat in die Calciumcarbonatbeschichtung angestrebt.

## ABSTRACT

Industriell und häuslich verwendete Reinigungsmittel zur Entfernung von Kalkablagerungen enthalten Inhaltsstoffe, die für Mensch und Umwelt eine Gefahr darstellen können. Da sie in großen Mengen zum Einsatz kommen, besteht der Wunsch nach einer nachhaltigen, umweltschonenden Alternative. Eine Möglichkeit könnten Reiniger auf Basis von Biopolymeren wie Alginsäure und deren Salze, die Alginat, darstellen. Alginat besitzen die Eigenschaft, Komplexe mit Calciumkationen zu bilden, was hilfreich bei der Entfernung von Kalkablagerungen sein könnte. Zudem sind Alginsäure bzw. Alginat als Lebensmittelzusatzstoffe in Deutschland zugelassen und somit unbedenklich im Umgang und in der Entsorgung.

Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Erarbeitung einer Methode zur Evaluierung der Reinigungsleistung von Kalkentfernern, um mit Hilfe dieser im Anschluss einen Biopolymerreiniger auf Alginatbasis zur Entfernung von Kalk zu entwickeln. Die Methode basiert auf einer calciumcarbonathaltigen Suspension, die zunächst durch das Einleiten von Kohlenstoffdioxid in eine Calciumhydroxidlösung hergestellt wird. Die Suspension wird anschließend standardisiert auf erwärmte, raue und schwarze mineralische Oberflächen aufgetragen und getrocknet. Es entsteht eine gleichmäßige, reproduzierbare Beschichtung, die dann über ein definiertes Reinigungsprotokoll abgereinigt werden kann. Der Reinigungsfortschritt wird über die optische Veränderung des mittleren Grauwertes bestimmt.

Bei der Entwicklung des Biopolymerreinigers zeigte sich, dass wässrige Alginatlösungen alleine keine detektierbaren kalkentfernenden Eigenschaften besitzen. Als Bestandteil einer gepufferten Alginatlösung kann sich Alginat in der richtigen Kombination mit weiteren Additiven günstig auf die Reinigungswirkung auswirken und zu einer deutlichen Verbesserung der kalkentfernenden Eigenschaften von Reinigungsmitteln beitragen.

## RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Sabine Grüner-Lempart
Projektbearbeitung:	Nikolas Trimpe   Dr. Jörg Schäffer   Veronika Kutzer
Projektzuordnung:	Fakultät Bioingenieurwissenschaften
Projektdauer:	01.11.2018 – 30.06.2021
Projektpartner:	HWR Chemie GmbH, Emmering
Projektförderung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Weblink:	Ausführlicher Beitrag zum Download unter <a href="https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1281-biopolymerreiniger">https://forschung.hswt.de/ forschungsprojekt/1281- biopolymerreiniger</a>

## NÄHRSTOFFRÜCKGEWINNUNG AUS FLÜSSIGEN GÄRRÜCKSTÄNDEN – TEILPROJEKT: PFLANZENVERFÜGBARE NÄHRSTOFFPOTENZIALE

In Deutschland sind im Gartenbau 34.700 Betriebe aktiv, die ihre Erzeugnisse auf über 1.287.000 ha Fläche produzieren (SBA, 2005). Von etwa 23.000 Betrieben wird der Gemüseanbau umgesetzt, von denen wiederum die Hälfte für die Unterglasproduktion in Gewächshäusern eine Anbaufläche von 3.700 ha nutzt. Die Produktion von Nutzpflanzen in Gewächshäusern erfolgt mittels natürlicher oder künstlicher Pflanzsubstrate, die ballenförmig ausgebildet sind und in denen die Pflanzen ein Wurzelgeflecht ausbilden können. Diese Pflanzsubstrate dienen nicht mehr zur Stabilisierung der Pflanze im Boden, sondern nur zur Wasser- und Nährstoffzufuhr, um ein nahezu unlimitiertes Wachstum zu ermöglichen. Die Wasserzufuhr erfolgt über ein zentrales Rohrleitungssystem, wobei die Nährstoffe dem Wasser als Flüssigdünger zudosiert werden.

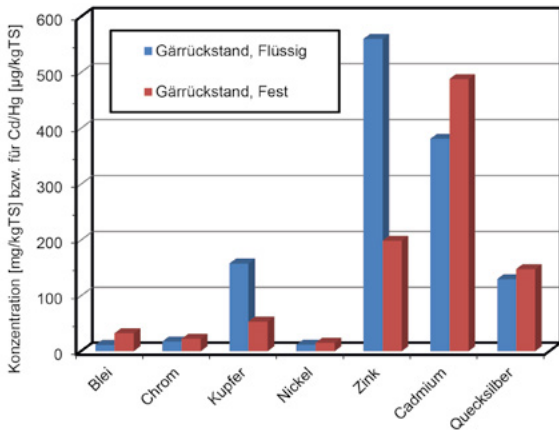


Abb. 1: Mittelwerte von Schwermetallgehalten in Gärrückständen aus 97 Biogasanlagen (87 Anlagen flüssige Rückstände, 10 Anlagen feste Rückstände; Kördel et al., 2007)

Die Zufuhr des Wasser-/Nährstoffgemischs pro Pflanzsubstrat erfolgt mittels Tropfer, die aus einer Tropfleitung und einem Tropfkopf bestehen. Die Tropfgeschwindigkeit und somit die Nährstoffzufuhr zur Pflanze kann beispielsweise über den Vordruck in der Verteilungsleitung und die Tropfzeit geregelt werden. Die Länge der Tropfleitung von der zentralen Rohrleitung beträgt etwa 30 bis 50 cm, wobei diese über einen Steckanschluss an das Rohrleitungssystem angekoppelt wird. Die Anzahl der Tropfabgänge kann je nach Pflanzenart und Besatzdichte unterschiedlich ausgeführt sein. Neben den Hauptnährstoffen werden den Pflanzen auch Spurenelemente zugeführt, um aus phytosanitärer Sicht eine gesunde und schädlingsresistente Pflanze zu generieren. Die zugesetzten Düngemittel stellen bei der Unterglas-Lebensmittelproduktion einen nicht unerheblichen Kostenfaktor dar.

Systeme führen könnten, sowie zum anderen kritische organische Verbindungen, wie beispielsweise Mikroschadstoffe aus der prophylaktischen tierhygienischen Behandlung, und Schwermetalle aus Umweltkompartimenten, wie zum Beispiel Metallbedachungen, Bremsenabrieb oder Verbrennungsprozesse.

Durch die Lagerung der Gülle und der anschließenden Vergärung in Biogasanlagen wird ein Teil der kritischen organischen Verbindungen abgebaut (Röder, 2007). Bei der Aufbereitung und Separierung des Gärrückstands werden mit den Feststoffen organische Anteile aus dem Filtrat ausgeschleust, so dass nur etwa 20 % ± 5 % der organischen Verbindungen in der Flüssigphase verbleiben (von Tucher et al., 2011). Bei den Schwermetallen fällt auf, dass Kupfer und Zink eine höhere Affinität zur wässrigen Phase besitzen (Abb. 1), wodurch die flüssigen Gärrückstände deutlich höhere Gehalte an diesen beiden Schwermetallen aufweisen. Insgesamt sind die Konzentrationen an Schwermetallen in den Gärrückständen mit denen in Komposten vergleichbar (Kördel et al., 2007). Die Nährstoffinhalte von Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) teilen sich bei der Separation nahezu gleichmäßig zwischen der Flüssig- und Festphase auf (von Tucher et al., 2011), so dass sich das Nährstoffverhältnis im Vergleich zu den verbleibenden Inhaltsstoffen des Gärrückstandes günstig beeinflussen lässt.

In den bisherigen Anwendungsbereichen von Gärrückständen wurde sich überwiegend auf die Feststoffe konzentriert, da sie als Substitut für Wirtschaftsdünger in der Landwirtschaft eingesetzt worden sind. Das Filtrat wurde entweder energieaufwändig weiter aufkonzentriert und als Flüssigdünger (Abb. 2), ohne dass eine Entfernung der Schwermetallverbindungen stattfindet, eingesetzt oder weiter aufbereitet, so dass es als Abwasser in das öffentliche Ableitungssystem eingeleitet werden kann (Frieß und Wieland, 2015).

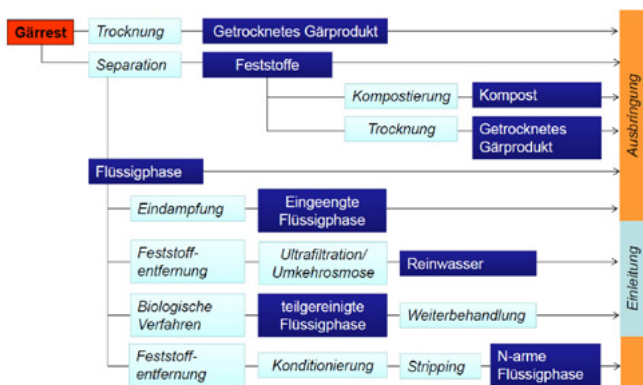


Abb. 2: Mögliche Aufbereitungsverfahren für Gärrückstände (Frieß und Wieland, 2015)

In vielen biogenen Reststoffen, wie beispielsweise Gärrückständen aus der Biogaserzeugung, sind noch viele der Wachstumsstoffe und Spurenelemente für Pflanzen enthalten. Problematisch in diesen Reststoffen sind zum einen die Feststoffe, die zu einem Verstopfen der aktuell in der Unterglas-Versorgung eingesetzten



Abb. 3: Abtrennung von Schwermetallen mit Chitosan als Flockungsmittel: links reine Chitosanflocken, daneben Chitosanflocken mit gebundenem Kupfer (blau), Eisen (rot) und Nickel (grün); (Bild: IPF Dresden / M. Mende; Quelle: Vogel, 2018)



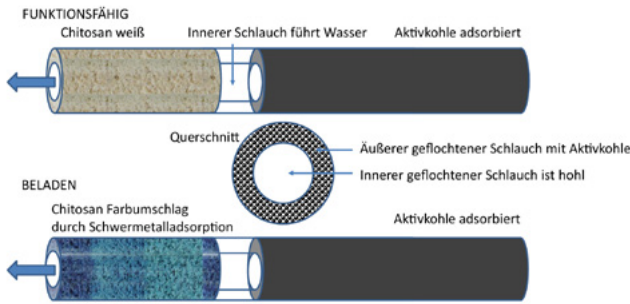


Abb. 4: Schematische Funktionsweise des Tropfers mit Farbumschlag (Schema: Stegmaier et al., 2018)

**ZIEL UND VORGEHENSWEISE DES PROJEKTS**

In dem hier vorgestellten Projekt soll ein Tropfer entwickelt werden, dessen Tropfleitung aus einer „aktiven Textilpatrone“ besteht, die durch spezielle Textileinlagen in der Lage ist, die Schwermetall- und Organikkonzentrationen in einem flüssigen Substitutionsdünger aus Gärrückständen so weit abzusenkten, dass dieser Flüssigdünger problemlos in der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden kann. Die Entnahme der einzelnen Gärfiltrat-Inhaltsstoffe kann mittels unterschiedlicher funktionaler Textillagen erfolgen. Eine Textillage kann mit Chitosan, einem Ionenaustauscher, getränkt oder beschichtet sein, so dass in dieser Lage die Schwermetallverbindungen zurückgehalten werden. Eine weitere Lage ist mit einem Adsorbens versehen, beispielsweise Pulver- oder granuliert Aktivkohle, wodurch die organischen Verbindungen aufgenommen werden können. Je nach Zusammensetzung des Textils können unterschiedliche Beladungen an Schwermetallen bzw. organischen Anteilen erzielt werden, wobei eine spezifische Faserbelastung an Flüssigdüngerinhaltsstoffen ermittelt wird, um die Einsatzdauer der Tropfleitung festlegen zu können.

Der Aufbau der Tropferpatrone wird so erfolgen, dass eine feste Korrelation zwischen den organischen und Schwermetallverbindungen besteht. Dadurch kann die Einsatzdauer der Tropfleitung kontrolliert werden und deren maximale Beladung wird mittels eines Farbumschlags durch die adsorbierten Schwermetallionen an Chitosan angezeigt. Da die abgegebenen Flüssigkeitsmengen bei der Unterglasproduktion über den Tag relativ gering sind, stehen sowohl für den Ionenaustausch als auch die Anbindung an die Adsorbensoberfläche eine große Verweilzeit des Gärfiltrats im Tropferschlauch oder der Tropferpatrone zur Verfügung, wodurch die diffusive Entnahme der kritischen Inhaltsstoffe begünstigt wird. Dieser Tropfer bzw. dieses Tropfersystem soll kompatibel zu den existierenden Systemen aufgebaut sein. Die gelösten Nährstoffe sollen in dem Gärfiltrat zurückbleiben, so dass dieses als

Substitutionsdünger für die Lebensmittelproduktion, beispielsweise in der Unterglas-Produktion, eingesetzt werden kann.

Durch diese Vorgehensweise wird eine erweiterte Nutzung des flüssigen Gärrückstandes ermöglicht und ein organischer Düngemittel-Substituent mit hohen Stickstoff und Phosphoranteilen zur Verfügung gestellt. Ein weiterer Vorteil dieses Aufbaus besteht darin, dass die Vorreinigung der Gärrückstände mittels einer Siebung/Filtration zur Entfernung der partikulären Bestandteile ausreichend erscheint. Das „höherwertige“ Filtrat kann in der Unterglasproduktion für kostenintensive Lebensmittel als Düngemittel eingesetzt werden, wodurch auch der recycelte Anteil an Phosphor deutlich erhöht werden kann und der Sieb-/Filtratrückstand in der landwirtschaftlichen Produktion als „Bodenverbesserer“ verbleibt.

**HINWEIS**

Ein Literaturverzeichnis kann bei der Projektleitung angefordert werden.

**RAHMENDATEN PROJEKT**

- Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Frank Reiner Kolb
- Verbundprojektleitung PD Dr.-Ing. Thomas Stegmaier, extern: Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) der DITF Denkendorf
- Projektbearbeitung: Daniel Weishaupt
- Projektzuordnung: Biomasse-Institut
- Projektdauer: 01.04.2019 – 31.07.2021
- Projektpartner: Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) der DITF Denkendorf | Westdeutsche Dochtfabrik GmbH & Co. KG
- Projekträger: AiF Projekt GmbH
- Projektförderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- Förderprogramm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Tab. 1: Bereich der Nährstoffzusammensetzung von unterschiedlichen Gärrückständen und deren Flüssig- sowie Festanteilen (von Tucher et al., 2011)

	TM	N <sub>T</sub>	NH <sub>4</sub> -N	C <sub>ORG</sub>	C <sub>ORG</sub> /N <sub>ORG</sub>	NH <sub>4</sub> -N/N <sub>T</sub>
Gärrückstand						
Min.	5,2	0,36	0,20	1,77	8,5	0,52
Max.	12,2	0,75	0,51	4,75	13,8	0,69
Dünnseparat						
Min.	5,4	0,51	0,27	1,59	6,9	0,44
Max.	10,2	0,76	0,47	3,49	9,8	0,57
Feststoff						
Min.	22,4	0,53	0,20	9,31	16,8*	0,38
Max.	30,3	1,08*	0,62*	11,41	27,4	0,57

\* 67 % Hühnerkot

# ALPENHUMUS ALS KLIMASENSITIVER C-SPEICHER UND ENTSCHEIDENDER STANDORTFAKTOR IM BERGWALD

Präsentation erster Ergebnisse anlässlich des Events „Boden des Jahres 2018 Alpiner Felshumusboden“

„Bodenschutz ist ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung unserer Lebensgrundlagen.“ Der alpine Felshumusboden ist ein Alleinstellungsmerkmal der Bayerischen Alpen, dessen Bedeutung für die Ökosystemleistungen wurde im Dezember 2018 an der HSWT durch die Präsentation einer Leihausstellung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt gewürdigt. Dort wurden auch erste Ergebnisse des Projekts „Alpenhumus“ vorgestellt.

Mächtigkeit und Zusammensetzung von Humusaufgaben spielen in Wäldern eine große, in Bergwäldern gar eine herausragende Rolle für Leistungsfähigkeit, Biodiversität und Resilienz dieser Ökosysteme. Dies gilt insbesondere für die Humusform „Tangelhumus“, welche in Bergwäldern Mächtigkeiten von mehr als 100 cm erreichen kann (Abb. 1). Da diese Humusform vor allem in der montanen und subalpinen Stufe der Kalkalpen verbreitet ist, wird sie auch „Alpenhumus“ genannt. Feucht-kühle Gebirgsklimate und feinerdearm verwitternde Kalke und Dolomite als unterlagerndes Gestein begünstigen die Bildung von Alpenhumus.

## „DIE BEDEUTUNG DES TANGELHUMUS FÜR DIE FUNKTION DER BERGWÄLDER“

von Roland Baier, Leiter Nationalpark Berchtesgaden

In naturnahen Bergwäldern der Kalkalpen trägt der mächtige Auflagehumus erheblich zur Wasserspeicherfähigkeit, Nährstoffverfügbarkeit, Vitalität und Stabilität der Ökosysteme bei. Mit Blick auf den Klimawandel gilt es, diese Eigenschaften durch eine optimale »Humuswirtschaft« zu sichern und zu verbessern. Naturnah bewirtschaftete Wälder mit intakter Humusaufgabe weisen deutlich günstigere ökologische Eigenschaften auf als unmittelbar benachbarte, aus Kahlschlägen hervorgegangene Fichtenreinstände, in denen Humusschwund durch Fehlen der Naturverjüngung und Räumung von Windwurf- und Borkenkäferflächen gefördert wird. Mit geeigneten Maßnahmen (allen voran die Anpassung der Schalenwildbestände zur Förderung der Waldverjüngung) kann der Humusabbau aufgehalten und mittels einer optimalen »Humuswirtschaft« eine Regeneration eingeleitet werden.



Abb. 1: Tangelhumusprofil (Foto: R. Baier)

## DAS ALPENHUMUS-PROJEKT

Im Forschungsprojekt „Alpenhumus als klimasensitiver C-Speicher und entscheidender Standortfaktor im Bergwald“ werden auf drei Maßstabsebenen (Abb. 2) Strategien entwickelt, um Felshumusböden trotz Klimawandels durch eine angepasste Waldbehandlung zu erhalten.

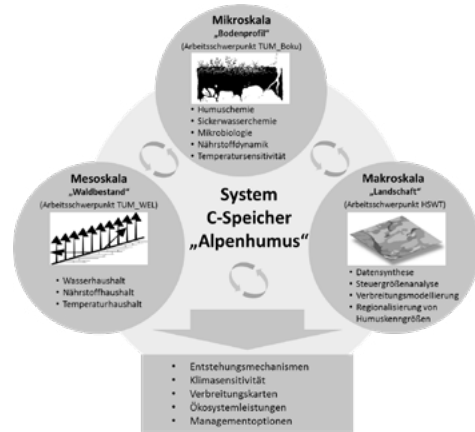


Abb. 2: Konzeption des Forschungsvorhabens „Alpenhumus als klimasensitiver C-Speicher und entscheidender Standortfaktor im Bergwald“

## „DIE MIKROSKALA: WICHTIGE KENNGRÖSSEN FÜR DEN UMSATZGRAD DER ORGANISCHEN BODENSUBSTANZ“

von Jörg Prietzel, Lehrstuhl für Bodenkunde, TUM

Der durch Laub-/Nadelfall und Absterben von Pflanzenwurzeln eingespeiste Bodenumus verändert sich im Laufe der Zeit. Die Hauptrolle dabei spielen biotische Umsetzungen, bei denen ein Teil des ursprünglich in der organischen Substanz enthaltenen Kohlenstoffs als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freigesetzt wird. Ein anderer Teil wird in mikrobielle Biomasse überführt und nach Absterben der Mikroorganismen wieder zu Humus. Mit zunehmender Bodentiefe sinkt i.d.R. der Anteil an gering umgesetzten Humuskomponenten, der Anteil an stärker umgesetzten, chemisch und physikalisch veränderten Humuskomponenten steigt. Im Alpenhumusprojekt wurde der „mittlere Umsatzgrad“ der organischen Bodensubstanz mit folgenden Methoden chemisch und physikalisch charakterisiert:

Mit erhöhtem Humusumsatzgrad

- » sinkt das C/N-Verhältnis,
- » steigt das Verhältnis der Bindungsformen alkyl-C/O-alkyl-C,
- » steigt der mittlere Oxidationszustand der Schwefel-Atome,
- » sinkt das <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C-Isotopenverhältnis,
- » steigt das <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C-Isotopenverhältnis und
- » steigt das <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N-Isotopenverhältnis.

**„DIE MESOSKALA: BEDEUTUNG DER TANGELHUMUSSTANDORTE FÜR DEN NÄHRSTOFF-, WASSER- UND TEMPERATURHAUSHALT VON BERGWÄLDERN“**

von Michael Kohlpaintner, Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt, TU München

Tangelhumus bildet sich vor allem auf feinerdearm verwitternden Kalken und Dolomiten. Humus stellt hier den wesentlichen, oft einzigen Wurzelraum dar. Im Estergebirge und Mangfallgebirge wurden acht Messflächen entlang von Höhengradienten eingerichtet, die mit Freiland- und Bestandesniederschlagssammlern, mit Saugkerzen für die Sickerwassergewinnung sowie mit Streufängern ausgestattet sind (siehe Abb. 3), ergänzt durch Sonden für Wassergehalt, Saugspannung und Temperatur sowie durch Logger für Luftfeuchte und Bodentemperatur. Im Labor wurde die Wasserspeicherkapazität von Humusproben an Hand von pF-Kurven bestimmt.

Die Humusmächtigkeiten im Estergebirge betragen bis zu 40 (bis 100) cm, was bei Lagerungsdichten um 0,15 g/cm<sup>3</sup> eine C-Speicherung des Bodens von bis zu 30 t pro Hektar bedeutet.

Für Tangelhumus wurden Feldkapazitäten (FK) von bis zu 75 Vol.% und nutzbare FK von bis zu 60 Vol.% berechnet, was den Beitrag zu Wasserversorgung und Hochwasserschutz in Gebirgseinzugsgebieten aufzeigt: 40 cm Auflage halten 250-300 l/m<sup>2</sup> kurzfristig zurück.

Im Jahr 2018 wurde das Austrocknen der Waldböden örtlich von signifikant erhöhten Nitratkonzentrationen (bis zu 35 mg/l) im Sickerwasser begleitet.



Abb. 3: Eingerichtete Fläche zur Messung von Nährstoff-, Wasser- und Temperaturhaushalt im Estergebirge auf 1200 m ü. NN. (Foto: M. Kohlpaintner)

**„DIE MAKROSKALA: POTENZIELLE VERBREITUNG VON MÄCHTIGEN HUMUSAUFLAGEN IN DEN BAYERISCHEN KALKALPEN“**

von Michelangelo Olleck & Jörg Ewald, Institut für Ökologie und Landschaft, HSWT

Die Verortung des Tangelhumus in der Landschaft ist als Grundvoraussetzung für seinen Schutz ein essentielles Ziel des Alpenhumusprojekts. Stratifiziert nach geologischem Substrat, Höhenlage und Relief wurden an zufällig ausgewählten Probestellen Humus-, Bestandes-, Relief- und Vegetationsdaten erhoben. Da sich die Auflagemmächtigkeit aus der Mineralbodenentwicklung vorhersagen lässt (Abb. 4), wurde Letztere zur Vorhersage potenzieller Tangelhumus-Standorte nach dem Prinzip „vom Punkt auf die Fläche“ an Hand flächiger Geodaten zu Hangneigung, Lage, Substrat-Physik, Substrat-Chemie und Meereshöhe mit einem Generalisierten Additiven Modell (GAM) modelliert. Von 11.785 Bodeneinstichen wiesen 2.050 org. Auflagen ≥ 15 cm und Mineralbodengründigkeiten ≤ 20 cm auf. Unter den Waldflächen

der Bayerischen Alpen wird die Verbreitung des Tangelhumus auf 8,4 % geschätzt.

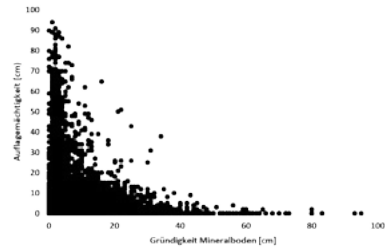


Abb. 4: Zusammenhang zwischen der Mächtigkeit der organischen Auflage (Ordinate) und der Gründigkeit des darunterliegenden Mineralbodens (Abszisse) (n = 11.785)

**„BODEN DES JAHRES 2018: ALPNER FELSHUMUSBODEN“**

von Christian Bremer, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Der Alpine Felshumusboden tritt im Alpenraum bis in Höhenlagen von 2.000 m auf. Für das Jahr 2018 wurde der alpine Felshumusboden zum „Boden des Jahres“ gewählt.

Das Bayerische Umweltministerium hat eine Wanderausstellung mit folgenden Bodenprofilen bereitgestellt:

- » Felshumusboden auf Dachsteinkalk (Königssee),
- » Skeletthumusboden auf Hauptdolomit-Grus (Mittenwald) und
- » Skeletthumusboden auf Wettersteinkalkschutt (Inzell)

**RAHMENDATEN PROJEKT**

Verbundprojektleitung:	Prof. Dr. Jörg Ewald
Teilprojektleitung:	Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein (TUM)
Projektbearbeitung:	Michelangelo Olleck   Dr. Birgit Reger
Projektzuordnung:	Institut für Ökologie und Landschaft
Projektdauer:	01.07.2016 – 31.12.2019
Projektpartner:	Technische Universität München – Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt   Technische Universität München – Lehrstuhl für Bodenkunde
Projekträger:	Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
Projektförderung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft   Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Förderprogramm:	Waldklimafonds



## ADAPTIVE UND SENSORGESTÜTZTE BEWÄSSERUNG EXTENSIVER GRÜNDÄCHER ZUR OPTIMIERUNG DES URBANEN WASSERMANAGEMENTS IM HINBLICK AUF NIEDERSCHLAGSRÜCKHALT UND VERDUNSTUNGSKÜHLUNG

Begrünte Dachflächen spielen eine wichtige Rolle im städtischen Wassermanagement. Sie sind in zweierlei Hinsicht zentrale Bausteine von Mitigationsstrategien bezogen auf die Auswirkungen des Klimawandels im urbanen Raum. Zum einen sollen sie die Gefahr von urbanen Sturzfluten in Folge von Stark- bzw. Extremregeneignissen durch eine Verzögerung des Regenwasserabflusses mindern, zum anderen die zunehmende Hitzebelastung im städtischen Raum durch eine möglichst hohe Evapotranspirationsleistung reduzieren. In der praktischen Umsetzung stellen die gleichzeitige Maximierung von Verdunstungsleistung und Regenwasserrückhalt jedoch einen nur schwer zu lösenden Zielkonflikt dar. Um eine hohe Verdunstungskühlung zu erzielen, müssen die Flächen gut mit Wasser versorgt sein, was aber ihr Wasserrückhaltevermögen mindert.

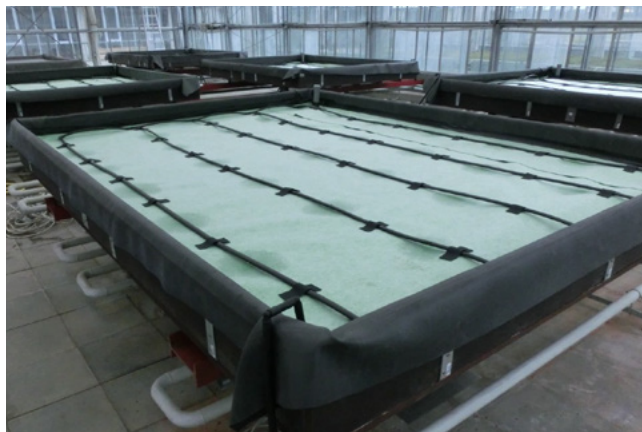


**Abb. 1:** Einbau volumetrischer Bodenfeuchtesensoren in ein extensives Dachsubstrat (links) und wägbaren Teststand zur Kalibrierung volumetrischer Bodenfeuchtesensoren mit Lupine als Testpflanze (rechts)

Zur Lösung dieses Konflikts soll ein sensorgestütztes, adaptives Bewässerungssystem für Dachbegrünungen entwickelt werden, in dem der bisher nur temporäre Wasserspeicher von Retentionsdächern aktiv für das urbane Wassermanagement genutzt wird. Im ersten Projektabschnitt werden unterschiedliche volumetrische Bodenfeuchtesensoren auf ihre Eignung zur Messung des Wassergehaltes von extensiven Dachsubstraten geprüft (Abb. 1).

Unter anderem auf Basis solcher Sensordaten soll eine innovative Bewässerungssteuerung entwickelt werden. Zusätzlich zur Bodenfeuchte sollen der Wasservorrat im Unterbau der Dachbegrünung, aktuelle Wetterdaten sowie die Wettervorhersage einfließen. Für die Entwicklung der entsprechenden Steueralgorithmen werden derzeit sechs kleinmaßstäbliche Dachbegrünungsmodelle mit einer Fläche von jeweils 8 m<sup>2</sup> aufgebaut (Abb. 2).

Zusätzlich zu den Bodenfeuchtesensoren werden in und an den Modellen weitere Klimasensoren verbaut. Desweiteren sind die Modelle wägbare und mit einer Niederschlagssimulationsanlage ausgestattet. Über weitere Wägezellen kann zudem der Regenwasserablauf präzise erfasst werden. Abschließend sollen die auf Basis dieser Modelle entwickelten Bewässerungsstrategien unter Freilandbedingungen validiert werden.



**Abb. 2:** Kleinmaßstäbliches Dachbegrünungsmodell mit eingebauter Unterflurbewässerung

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Elke Meinken
Projektbearbeitung:	Dr. Dieter Lohr   Heinz-Josef Schmitz
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektdauer:	01.11.2018 – 01.03.2021
Projektförderung:	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung   ZinCo GmbH







## BAYSICS TEILPROJEKT 6: HÖHENGRENZEN VON BAUMARTEN SELBST ERKUNDEN

Gletscher und Permafrost gehen zurück – aber wie wirkt sich die globale Erwärmung eigentlich auf die Pflanzenwelt im Gebirge aus? Die Vermutung liegt nahe, dass sich für viele Pflanzenarten die Höhengrenzen nach oben verschieben und damit auch die Höhenzonierung der Vegetation im Gebirge.

In Teilprojekt 6 des Verbundprojekts BAYSICS (Bayerisches Synthese-Informationen-Citizen Science-Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation) wird deshalb untersucht, wo zurzeit die höchstgelegenen Bäume in den Bayerischen Alpen vorkommen. Historische Vergleichsdaten vom Ende der sogenannten „Kleinen Eiszeit“ aus der Mitte des 19. Jahrhunderts sind vorhanden, als der Botaniker Otto Sendtner die Höhengrenzen von Pflanzenarten in den Bayerischen Alpen barometrisch bestimmt hat. Sendtners Fundort- und Höhenangaben von Bäumen werden derzeit in ein digitales Höhenmodell überführt, wo sie mit den aktuellen Beobachtungsdaten verglichen werden können.

Das Teilprojekt ist auf möglichst viele Baum-Meldungen aus allen Teilen der Bayerischen Alpen angewiesen und verfolgt daher einen Citizen Science-Ansatz: Bürgerinnen und Bürger tragen zur Forschung bei, indem sie Daten sammeln und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bergwald sichtbar machen. Über die Medien des Deutschen Alpenvereins und der Bayerischen Staatsforsten wird für die Teilnahme geworben.



Abb. 1: Latschen an ihrer oberen Höhengrenze: *Rhododendro-Pinetum ericetosum* im Kistenkar (Estergebirge)

Es geht dabei immer um die höchsten Vorkommen der jeweiligen Baumart, auch unterhalb der Waldgrenze. Durch Unterscheidung von ausgewachsenen Bäumen, strauchförmigen Vorkommen und Jungwuchs wird der Prozess des Höherwanderns genauer unter die Lupe genommen. Besonders spannend sind bereits vorhandene Vorposten in den alpinen Matten.

Bei den Nadelgehölzen sollen Fichte, Tanne, Lärche, Zirbe, Latsche, Wald-Kiefer, Eibe und Wacholder erfasst werden. Bei den Laubgehölzen sind es Berg-Ahorn und Spitz-Ahorn, Eberesche, Rot-Buche, Berg-Ulme, Mehlbeere, Grau-, Grün- und Schwarz-Erle, Sand-Birke und Moor-Birke, Aspe, Esche, Vogel-Kirsche, Traubenkirsche, Stiel-Eiche, Sommer-Linde und Winter-Linde sowie Lavendel-Weide.



Abb. 2: Ziel des Teilprojektes ist es, die höchsten Vorkommen von Bäumen mit dem Smartphone zu erfassen.

Für die Meldung werden die Koordinaten des Fundorts, die Größe des Baums und ein digitales Foto benötigt. Bereits jetzt können Meldungen eingereicht werden. Ab Sommer 2019 steht auch ein Datenportal im Internet zur Verfügung. Eine komfortable Handy-App für die Datenerfassung auf der Wanderung (Abb. 2) soll ab Sommer 2020 zur Verfügung stehen.

Möchten Sie mitmachen?

Kontakt: Dr. Sabine Rösler, [sabine.roesler@hswt.de](mailto:sabine.roesler@hswt.de)

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Annette Menzel (TU München)

Teilprojektleitung: Prof. Dr. Jörg Ewald

Projektbearbeitung: Dr. Sabine Rösler | Dr. Birgit Reger

Projektzuordnung: Institut für Ökologie und Landschaft

Projektdauer: 01.05.2018 – 30.04.2023

Projektpartner: Technische Universität München – Professur für Ökologie und Ökosystemmanagement

Projektträger: Bayerisches Netzwerk für Klimaforschung (BayKlif)

Projektförderung: Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst



## VEGETATION DER BAYERISCHEN NORMAL- LANDSCHAFT ZWISCHEN KLIMAERWÄRMUNG UND LANDNUTZUNGSDRUCK (LANDKLIF TEILPROJEKT 3)

Erfassungen zu Biodiversität sind oft nur auf einzelne Arten oder bestimmte Lebensraumtypen konzentriert, welche nur einen kleinen Teil der vorherrschenden Landschaft repräsentieren. Wenig Aufmerksamkeit erhalten häufig vertretene Ökosysteme wie Wirtschaftswälder, Hecken, intensiv genutztes Grünland, Ackerränder oder städtisches Grün, obwohl diese Strukturen den größten Teil unserer Landschaften ausmachen und Lebensgrundlage für zahlreiche Tiere und Pflanzen sind.

Im LandKlif-Projekt werden genau diese wenig beachteten Ökosysteme in den Fokus gerückt. Anhand einer stratifizierten Stichprobe aus 60 Landschaftsausschnitten wird untersucht, wie sich klimatische Faktoren und Landnutzung auf Biodiversität und Ökosystemleistungen in der bayerischen Normallandschaft auswirken. Dafür werden die Landschaftsausschnitte in fünf verschiedene Klimazonen und drei Landnutzungstypen unterteilt (naturnah, landwirtschaftlich, urban). Innerhalb eines jeden Landschaftsausschnitts werden drei Probeflächen gelegt, die die vorherrschenden Habitattypen innerhalb der jeweiligen Landschaft repräsentieren. Auf den Probeflächen werden im Sommer 2019 Daten zu Pflanzen- und Insektenvielfalt erfasst und verschiedene Experimente zu Bestäubung, Schädlingskontrolle sowie Zersetzung von Totholz und anderem organischen Material durchgeführt. Beobachtungen zu Phänologie und Wildtiervorkommen sind ebenfalls Teil der Datenaufnahme.



Abb. 1: „Normallandschaft“ nördlich von Freising

Teilprojekt 3 im LandKlif-Verbund untersucht Auswirkungen von Klima- und Landnutzung auf Vegetation auf verschiedenen Skalenebenen. Neben der Auswertung vorhandener Florendaten werden 2019 und 2020 sowohl durch Einzelaufnahmen auf den 180 Probeflächen als auch durch floristische Schnellerfassungen auf Landschaftsebene aktuelle Daten zu Vielfalt und Zusammensetzung von Gefäßpflanzen erhoben. Anhand dessen wird unter anderem geprüft,

- » unter welcher Nutzungsintensität Pflanzengemeinschaften am stärksten vom Klima beeinflusst werden,
- » ob Wälder mikroklimatische Refugien für empfindliche Arten darstellen können und
- » inwiefern Waldränder als Vernetzungsstrukturen fungieren.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung:	Prof. Dr. Ingolf Steffan-Dewenter (Universität Würzburg)
Teilprojektleitung:	Prof. Dr. Jörg Ewald
Projektbearbeitung:	Cynthia Tobisch
Projektzuordnung:	Institut für Ökologie und Landschaft
Projektdauer:	01.05.2018 – 30.04.2023
Projektpartner:	Universität Würzburg – Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie
Projektträger:	Bayerisches Netzwerk für Klimafor- schung (BayKlif)
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Wis- senschaft und Kunst

## DIE BIOTOP-AUSSTATTUNG DER BRUNNENKOPFALM IM AMMERGERBIRGE ZU BEGINN DER WIEDERBEWIDUNG

Die Brunnenkopfmalm im Naturschutzgebiet Ammergebirge (Landkreis Garmisch-Partenkirchen) wurde, initiiert durch das SusAlps-Projekt, nach 63 Jahren Brache im Sommer 2018 mit fünf Rindern der alten Rassen Murnau Werdenfelser und Tiroler Grauvieh erneut beweidet (Abb. 1). Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurden die zu Beginn des Beweidungsexperiments vorhandenen Vegetations-, Biotop- und Lebensraumtypen bestimmt, abgegrenzt und naturschutzfachlich bewertet. In jedem Biotop- bzw. Lebensraumtyp wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Belegt wurden die Biotoptypen „Alpine Rasen“, „Quellmoore“, „Latschengebüsch“, „Alpine Hochstaudenflur“ und „Borstgrasrasen“, die vier nach Anhang I der FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) geschützte Lebensraumtypen beinhalten. Für die verschiedenen Typen wurden mögliche Gefährdungen, Pflegemaßnahmen oder Entwicklungstendenzen festgestellt. Bei der Analyse der Vegetationsaufnahmen wird deutlich, dass die Brunnenkopfmalm eine hohe floristische Vielfalt aufweist (insgesamt ca. 228 Gefäßpflanzen-Arten auf 3,4 ha), darunter zahlreiche wertgebende und seltene Arten. Die alpinen Rasen, von denen verschiedene Varianten unterschieden und kartiert wurden, weisen in ihrer typischen Ausprägung mit bis zu 60 Arten pro 9 m<sup>2</sup> die höchste Vielfalt auf. Die Wiederbeweidung kann auf die Artzusammensetzung sowie die Qualität der Biotop- und Lebensraumtypen positive wie negative Effekte haben, was im Rahmen einer naturschutzfachlich optimierten Weideführung auf Grundlage der vorliegenden Arbeit gezielt gesteuert werden kann.

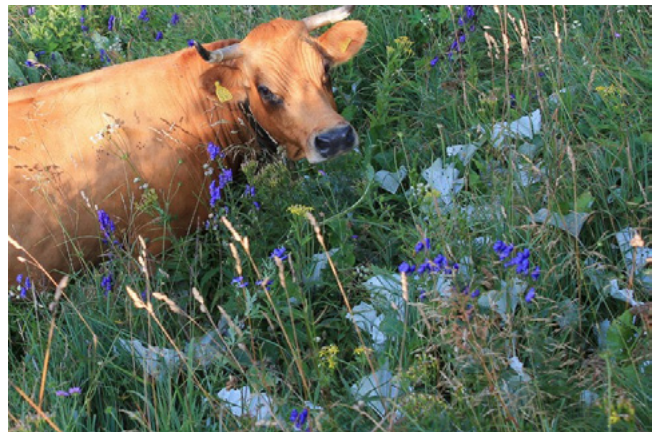


Abb. 1: Eine Murnau-Werdenfelser Jungkuh beweidet einen hochgras- und staudenreichen Alpinen Rasen.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Jörg Ewald
Projektbearbeitung:	Sarah Fütterer
Projektzuordnung:	Fakultät Wald und Forstwirtschaft
Projektdauer:	01.04.2018 bis 31.01.2019
Projektpartner:	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Campus Alpin, Garmisch-Partenkirchen

## SCHNITTMUSTER – MAHDMOSAİK UND VIELFALT IN EINER GRÜNLANDDOMINIERTEN LANDSCHAFT

Das öffentliche Interesse an der abnehmenden Biodiversität in unseren Ökosystemen steigt in den letzten Jahren stetig an. Wissenschaftliche Studien, die mittlerweile auch die breite Öffentlichkeit erreichen, belegen, dass Vogel-, Insekten- und Pflanzenbestände in bedrohlichem Tempo schwinden. Mögliche Gründe hierfür sind der Rückgang von artenreichem Grünland (aufgrund von Landnutzungswechsel, landwirtschaftlicher Intensivierung, Grünlandumbruch, Brachlegung und Aufforstung) und die allgemeine Flächeninanspruchnahme für Infrastruktur und Siedlungsbereiche.

Als Reaktion darauf wurden die nationale Biodiversitätsstrategie sowie die bayerische Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt ins Leben gerufen.

Es sollen besonders artenreiche Bereiche erhalten und sinnvoll miteinander verbunden werden, um dauerhaft wenigstens das aktuelle Maß an vorhandener Vielfalt auch außerhalb von Schutzgebieten zu erhalten oder noch besser wieder zu steigern. Das am Campus Triesdorf der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf laufende Projekt soll aufzeigen,

- » welche Lebensräume im Untersuchungsgebiet „Oberes Altmühltal“ besonders artenreich sind,
- » welcher Reichtum an Gefäßpflanzenarten und Vegetationstypen im Durchschnitt vertreten ist und
- » was bei mehrjährigen Anstrengungen über die Naturschutzmaßnahmen erreicht werden kann.



Abb. 1: Feuchtwiese bei Geslau

Als Projektgebiet wird das obere Altmühltal ausgewählt. Hier finden sich in der Normallandschaft aufgrund des geringen Gefälles vergleichsweise ausgedehnte Überflutungsbereiche, die eine Grünlandnutzung bedingen. Der detailliert zu untersuchende Bereich (Landschaftsausschnitt) wird dann im Wiesmet liegen, einem Natura2000-Gebiet, das in Bayern eine sehr hohe Bedeutung für die Wiesenbrüter besitzt. Das Gebiet bietet sich in mehrerer Hinsicht an. Zum einen liegen neben konventionell genutzten vielschürigen Wiesen und Reinsaatflächen auch Vertragsnaturschutzflächen mit spätem Erntetermin. Zum anderen werden hier seit vielen Jahren Maßnahmen zur Erhaltung der Nutzungsvielfalt umgesetzt. Aus diesen Umständen kann abgeleitet werden, wie artenreich die Bestände werden können, wenn Naturschutzmaßnahmen über längere Zeit greifen.

Neben der Erfassung der Diversität vaskulärer Pflanzen in Abhängigkeit zum Mahdtermin sollen auch mikroklimatische Messungen erhoben und die vertikale Struktur der Vegetation untersucht werden. Das Mikroklima im Bestand und die vertikale Pflanzenstruktur und Dichte spielen unter Umständen eine entscheidende

Rolle für die Überlebenschancen der Wiesenbrüterjungtiere. Zudem sollen im gesamten Untersuchungsgebiet mittels Nutzung von Satellitendaten flächendeckend Diversitätsstrukturen herausgearbeitet werden. Besondere Berücksichtigung findet dabei das jeweilige Nutzungsregime.



Abb. 2: *Sanguisorba officinalis* – Großer Wiesenknopf

Letztendlich soll beurteilt werden, wie groß der Bedarf an Maßnahmen zugunsten der Vielfalt der Gefäßpflanzen in der Normallandschaft ist. So kann entschieden werden, ob bisherige Naturschutzmaßnahmen wie bisher weitergeführt werden können. Die Ergebnisse finden Anwendung in der Praxis des Vertragsnaturschutzes und schaffen zugleich einen Bewertungsrahmen für Vielfalt. Sie unterstützen die Entscheidungen der Naturschutzbehörden und des Landschaftspflegeverbandes zur Steuerung der Nutzung und des Wasserregimes.



Abb. 3: Feuchtwiese mit *Fritillaria meleagris* – Schachbrettblume (Sinngrund)

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Michael Rudner
Projektbearbeitung:	Esther Baumann   Anna Guthmann
Projektzuordnung:	Biomasse-Institut
Projektdauer:	01.01.2018 – 31.12.2020
Projektpartner:	Landschaftspflegeverband Mittelfranken e. V.   Regierung von Mittelfranken
Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst



## BIODIVERSITÄT IN BAYERN: INVENTAR DER ARTENVIELFALT ANHAND DER TAXONOMISCHEN REFERENZLISTE DES BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR UMWELT

Die der Datenerfassung und Auswertung aller faunistischen Daten Bayerns zu Grunde liegende taxonomische Referenzliste (LfU-Arten-Codeplan) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt entspricht nicht mehr dem Stand der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse und ist in Teilen unvollständig. Die Anknüpfung der Daten an internationale wissenschaftliche Standards ist so nicht gewährleistet und eine nachvollziehbare Abschätzung der biologischen Vielfalt Bayerns ist aktuell nicht möglich. In der Folge verlieren auch die mit diesem Codeplan in Verbindung stehenden, planerisch hochgradig relevanten Datenbanken wissenschaftlichen Anschluss und Relevanz. Insbesondere die Artenschutzkartierung (ASK) und die Aktualisierung der Roten Listen Bayerns ist unmöglich. Auch eine Verknüpfung mit modernen Barcoding-Methoden oder aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen, beispielsweise zu phänologischen Auswirkungen des Klimawandels, sind nur sehr eingeschränkt möglich.

An dieser Stelle setzt das Forschungsvorhaben an. Der Arten-Codeplan soll wissenschaftlich fundiert aufbereitet werden, sodass er an zukunftsfähige Datenbankformate angeschlossen werden kann und erstmals eine präzise Katalogisierung der bayerischen Artenvielfalt auf verlässlicher Basis möglich ist (Helfrich 2010). Ziel ist ein wissenschaftlich fundierter Katalog und eine darauf basierende, auswertende wissenschaftliche Publikation.

### VORGEHENSWEISE

In einem ersten vorbereitenden Schritt wurde in Kooperation mit den Staatlichen Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns (SNSB) sowie der Gesellschaft für Umweltplanung und Computergrafik mbH (GUC) der Arten-Codeplan mit der Barcoding of Life Database (BOLD; <http://www.boldsystems.org>) verknüpft. Dadurch erfolgte eine erste automatisierte Aktualisierung und Vervollständigung der taxonomischen Referenzliste.

Für die nachfolgenden Arbeiten wird der Codeplan in handhabbare Pakete zerlegt und so eine schrittweise Bearbeitung der einzelnen Artengruppen ermöglicht. Die Artenpakete werden nacheinander und soweit möglich in enger Abstimmung mit Experten vervollständigt und aktualisiert. Wesentliche Arbeitsschritte dabei sind:

1. Überprüfung und Aktualisierung von Taxonomie und Nomenklatur gemäß dem aktuellen wissenschaftlichen Stand, z. B. durch Ergänzung neuer Arten und Synonyme
2. Ergänzung der neu eingeführten Spalten „rang“ und „id\_agg“, die Auskunft über die taxonomischen Ebene eines Eintrags geben und jeden Eintrag mit der nächsthöheren taxonomischen Einheit verknüpfen (z. B. Art verweist auf Gattung, Gattung auf Familie usw.)
3. Dokumentation des Status der Arten in Bayern in der neuen Spalte „staby“ (vorkommend, fehlend, unsicher) anhand vorliegender Checklisten und Expertenbeteiligung
4. Verknüpfung des Codeplans mit externen Datenbanken und Referenzlisten durch Integration der jeweiligen Referenznummern (z. B. Lucht-Code bei Käfern)

Parallel zur Überarbeitung des Arten-Codeplans werden durch die Eingabe neuer Funddaten grundlegende Angaben in der ASK ergänzt.

### ZWISCHENSTAND DER BEARBEITUNG

Bisher konnten 20 Artengruppen fertiggestellt und wieder in die zentrale Datenbank eingespielt werden. 7 Gruppen befinden sich aktuell in Bearbeitung, weitere Gruppen sind in Planung. Einen Schwerpunkt der bislang bearbeiteten Gruppen bilden die Insekten. So konnte die Überarbeitung einiger artenreicher Großgrup-

pen wie Käfer und Schmetterlinge sowie Wildbienen, Wespen, Zikaden und Wanzen erfolgreich abgeschlossen werden. Daneben wurden auch kleinere Insektengruppen wie Heuschrecken, Libellen, Flöhe, Schaben, Netzflügler, Schlamm- und Kamelhalsfliegen aktualisiert. Neben den Insekten wurden auch weitere Tiergruppen wie Spinnentiere, Vögel, Fische, Amphibien und Reptilien sowie Schnecken und Muscheln überarbeitet. Außerdem wurde die Taxonomie der Moose, Flechten und Pilze aktualisiert.

Die Bearbeitung der Artenpakete erfolgte stets in enger Zusammenarbeit mit Experten für die jeweiligen Gruppen. Eine zeitliche Übersicht der schrittweisen Aktualisierung des Codeplans sowie eine Auflistung der beteiligten Experten findet sich unter [https://www.lfu.bayern.de/natur/taxonomische\\_referenzliste/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/natur/taxonomische_referenzliste/index.htm)

Weitere Schritte im Zuge der geplanten Projektverlängerung bis März 2020 sind die Bearbeitung weiterer Artengruppen sowie die Verknüpfung des Arten-Codeplans an externe Referenzlisten wie z. B. die Liste der Gewässerorganismen Deutschlands (LfU 2017) sowie die Liste deutscher Höhlentiere (Zanker et al. 2018).



Abb. 1: Springfrosch – *Rana dalmatina*

### ERWARTETE POSITIVE WIRKUNGEN DER PROJEKTERGEBNISSE

Durch die Neueinführung der Angabe des taxonomischen Ranges sowie die Verknüpfung aller Einträge mit der nächsthöheren taxonomischen Ebene wird gewährleistet, dass jedes Taxon in einer definierten Beziehung eingeordnet ist. Dadurch werden Aussagen zu Artenzahlen auf allen taxonomischen Ebenen ermöglicht. Zudem können Auszählungen künftig automatisiert werden. Die Vernetzung zu anderen Datenbanken durch die Integration externer Referenznummern wird künftig den Datenaustausch erheblich vereinfachen. Die Angabe eines Vorkommensstatus in Bayern erlaubt nicht nur eine nachvollziehbare und genauere Abschätzung der Artenvielfalt in Bayern, als es bisher möglich war, sondern kann außerdem zur Reduktion von Falschmeldungen beitragen. Darüber hinaus entsteht durch die Katalogisierung eine wichtige Grundlage für wissenschaftliche Publikationen, die die Biodiversität in Bayerns Landschaften untersuchen. Mit der grundlegenden Überarbeitung gewinnen sowohl der Arten-Codeplan als auch die damit verknüpften Daten in entscheidendem Maße an Aktualität und damit auch an planerischer Relevanz.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Christoph Moning
Projektbearbeitung:	Cynthia Tobisch
Projektzuordnung:	Institut für Ökologie und Landschaft
Projektdauer:	01.05.2018 – 15.06.2019
Projektpartner:	Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns – Zoologische Staatssammlung   Gesellschaft für Umweltplanung und Computergrafik mbH (GUC)
Projektförderung	Bayerisches Landesamt für Umwelt



## ENTWICKLUNG EINES SENSORBASIER- TEN INTELLIGENTEN GEWÄCHSHAUS- MANAGEMENTSYSTEMS (PROSIBOR)

Für die Produzenten wird die Kommunikation von Nachhaltigkeit immer wichtiger, was sich vor allem durch steigende Anforderungen seitens der Abnehmer äußert. In Zukunft könnte für die Produzenten eine deutlich detailliertere Auskunft über die Art und Menge der eingesetzten Ressourcen notwendig werden. Um die Ressourceneffizienz in der Produktion zu erhöhen, wird ein Gewächshausmanagement-Tool entwickelt, welches den Produktionsprozess simuliert: Process simulation based on plant response (Prosibor).

Hierfür werden standardmäßig erfasste Daten und Beobachtungen um weitere, mittels Sensoren zu erfassende physikalische Informationsgrößen (Lichtintensität im PAR-Bereich, Luftfeuchte im Pflanzenbestand, Wasser- und Energieverbrauch) ergänzt. Zusätzlich werden kontinuierlich pflanzenphysiologische Parameter (Photosynthese- und Transpirationsrate) erfasst und in den Datenpool integriert (Abb. 1).

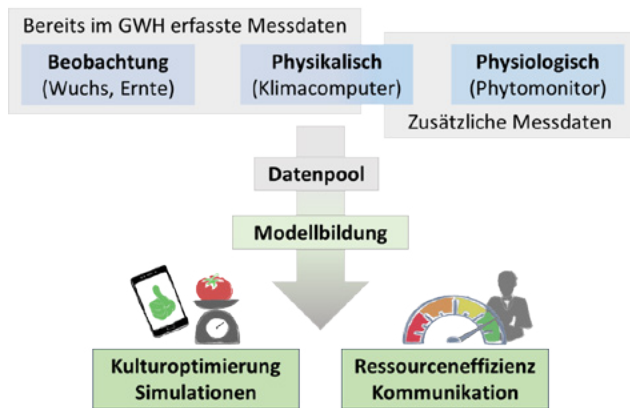


Abb. 1: Schema des Projektablaufs

Aufbauend werden neuronale Netze zur Modellbildung verwendet, welche die tatsächlichen Reaktionen des Pflanzenbestands unter verschiedenen Einflussbedingungen (Licht, Temperatur, Luftfeuchte, CO<sub>2</sub> etc.) möglichst detailliert abbilden. Damit lassen sich am Computer verschiedene Szenarien (z. B. Pflanzen- und Ertragsentwicklungen) hinsichtlich sich ändernder Lichtverhältnisse durch eine zusätzliche Belichtung oder einer Veränderung der klimatischen Bedingungen (z. B. gezielte Be- oder Entfeuchtung, zielgerechte CO<sub>2</sub>-Düngung, Temperaturführung) simulieren.

Daneben werden auch Größen zum Wasser- und Energieverbrauch erfasst und in das Modell integriert. Dies ermöglicht neben einer detaillierten Modellierung eine einfache Visualisierung des Ressourcenverbrauchs und der -effizienz, bezogen auf verschiedene funktionelle Einheiten und verschiedener Szenarien, welche das interne Controlling zur Förderung einer ressourceneffizienten Produktion unterstützen. Zudem können die erfassten Daten zum Wasser- und Energieverbrauch als Marketingtool und zur Markttransparenz für die Kommunikation mit anderen Teilnehmern der Wertschöpfungskette (Zulieferer, Abnehmer) genutzt werden.

Hierfür werden bereits vorhandene Umweltzeichen zur Kommunikation produktbezogener Umweltinformationen charakterisiert und hinsichtlich ihrer Anforderungen, der methodischen Umsetzung und der erfolgreichen Kommunikation gegenüber dem Verbraucher (Marketingtool, Markttransparenz) analysiert. Tabelle 1 zeigt anhand einer ersten Umfrage die steigenden Anforderungen und vorhandene Potenziale hinsichtlich einer umweltbezogenen

Dokumentation und Kommunikation für Gemüsebaubetriebe mit Unterglasproduktion.

Tab. 1: Auswahl an Umfrageergebnissen aus der Praxis

Kategorie	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	
Produktion GWH	Anbauart	Konv.	Konv.	Konv.	Konv.
	Anbaufläche (ha)	10	17	n.A.	7
	Mehrere Sorten pro GWH	Ja	Ja	Ja	Ja
Steigende Anforderungen bzgl. Ressourcenverbrauch	Wasser	Nein	Freiwillig	Ja	Ja, langfristig
	Energie	Nein	Freiwillig	Ja	Ja, Quelle wichtiger als Verbrauch
	Abfall	Nein	n.A.	n.A.	Ja
Wettbewerbsvorteile in der Kommunikation	Nein	Ja	Ja, vor allem Proaktiv	Ja	
Potential zur Optimierung des Ressourcenverbrauchs	Hoch	Mittel	Hoch	Bei Bedarf vorhanden	
Datenerfassung (kleinste Einheit zur Erfassung des Ressourcenverbrauchs)	Wasser	GWH	Saison	GWH	Rinne
	Energie	GWH	Saison	GWH	GWH
Anteil Regenwasser	Nein	Nein	Nein	Nein	
Bedeutung einer ganzjährigen Tomatenernte	Mittel	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	
Zusatzbelichtung als Standard	Regional Abh.	Preisproblem	Preisproblem	In Betriebsteilen	

### RAHMENDATEN PROJEKT

- Verbundprojektleitung: Dr. Dennis Dannehl (Humboldt-Universität zu Berlin)
- Teilprojektleitung: Prof. Dr. Heike Mempel
- Projektbearbeitung: Sabine Wittmann
- Projektzuordnung: Institut für Gartenbau
- Projektdauer: 01.09.2017 – 31.10.2020
- Projektpartner: Biogärtnerei Watzkendorf | Humboldt-Universität zu Berlin – Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften | Neber-Gemüse | RAM Mess- und Regeltechnik
- Projektträger: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- Projektförderung: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

## OUR COMMON FUTURE: DIAGNOSE VON SCHADERREGERN ALS BASIS FÜR EINEN NACHHALTIGEN PFLANZENSCHUTZ

Das Projekt wurde als P-Seminar in der Oberstufe am Camerloher-Gymnasium Freising durchgeführt, an dem 13 Schülerinnen und Schüler sowie zwei Lehrerinnen als Begleitpersonen teilnehmen. Im Fokus der Diagnose von Schaderregern als Basis für einen nachhaltigen Pflanzenschutz steht die Rose. Rosen wachsen in städtischen Grünanlagen von Freising, an Gebäuden von Wohn- und Geschäftshäusern und anderen Standorten. Ein weiteres Argument, diese Kultur in den Mittelpunkt zu stellen, war, dass die Stadt Freising durch die bundesweit tätige Gesellschaft Deutscher Rosenfreunde e. V. 2001 zur ersten bayerischen Rosenstadt ernannt wurde.



**Abb. 1: Diagnose- Beispiel – Fraßschäden an Rosen verursacht durch Blattschneiderbienen**

In einem ersten Schritt wurden an ausgewählten Standorten im Stadtgebiet von Freising die an Rosen auftretenden Schaderreger sowie abiotischen Schadursachen erfasst und diagnostiziert. Die Probenahme der symptomtragenden Blätter, Blüten oder Triebabschnitte erfolgte dabei in regelmäßigen Abständen innerhalb der Vegetationsperiode. Im Labor der Hochschule sowie in den Praktikumsräumen des Gymnasiums untersuchten die jungen Forscherinnen und Forscher dann gemeinsam mit den Experten das gesammelte Pflanzenmaterial mit Hilfe unterschiedlicher Methoden (u. a. lichtmikroskopisch, serologisch). Darauf aufbauend wurde geprüft, welche Möglichkeiten zur Vorbeugung und Bekämpfung am jeweiligen Standort im Sinne eines nachhaltigen Pflanzenschutzes optimiert werden können. Der Schwerpunkt der Untersuchungen und Arbeiten erfolgte vegetationsbedingt ab dem Frühjahr 2019. Begleitend wurden Fach-Exkursionen zum Pflanzenschutzamt und einer Rosenbaumschule sowie Bibliotheksführungen zur Einführung in die wissenschaftliche Literaturrecherche durchgeführt. Das von der Robert Bosch Stiftung geförderte Projekt läuft im Rahmen des Programmes „Our Common Future: Schüler, Lehrer, Wissenschaftler forschen zur Nachhaltigkeit“.

### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Birgit Zange
Projektbearbeitung:	Thomas Lohrer   Gisela Westermeier   Carola Engert
Projektzuordnung:	Institut für Gartenbau
Projektdauer:	01.09.2018 – 31.12.2019
Projektpartner:	Camerloher-Gymnasium – Fachbereich Biologie/Chemie und Kunst   Landratsamt Freising – Untere Naturschutzbehörde
Projektförderung:	Robert Bosch Stiftung GmbH





## ENTFERNUNG VON ARSEN AUS TRINKWASSER DURCH EIN NEUES VERFAHREN AUF BASIS VON EISENHYDROXID-MIKROPARTIKELN (MIKROAD)

Arsen kommt weltweit häufig in Konzentrationen weit über dem WHO-festgelegten Grenzwert von 10 µg/L im Trinkwasser vor. Auch in Deutschland gibt es Brunnen mit erhöhten Werten. Eine der effizientesten und einfachsten Technologien zur Entfernung von Arsen aus Trinkwasser ist die Adsorption an granulare Eisenoxide und Eisenhydroxide im Festbettreaktor. Der laufende Bedarf von frischen Sorptionsmitteln ist der größte Kostenfaktor dieses Verfahrens.

Im kooperativen Projekt MikroAd ist ein neues Verfahren auf Basis von Eisenhydroxid-Mikropartikeln untersucht worden. Mikropartikel zeigen unter anderem einen günstigeren Anschaffungspreis und beschleunigte Adsorptionskinetik gegenüber dem Granulat. Jedoch ist die Anwendung dieser Mikropartikel im einfachen Festbettreaktor nicht möglich, da ein nicht hinnehmbarer Druckverlust entstehen würde. Daraus ergibt sich eine zentrale Fragestellung, die durch dieses Projekt beantwortet werden sollte: Können die Vorteile der Mikropartikel die erforderliche erhöhte Komplexität der Prozessdurchführung rechtfertigen und insofern tatsächlich eine günstigere Alternative anbieten?

### VORGEHENSWEISE

An der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) sind vor allem die folgenden praktischen Aspekte der Verwendung der Mikropartikeln erprobt worden.

#### 1. Die physikalische Charakterisierung des Materials

Als vergleichende Materialien sind das granuliertes Eisenhydroxid (GEH®) und die aus der Herstellung daraus resultierenden Siebdurchfälle – ein schlammförmiges Nebenprodukt – ausgewählt worden (Abbildung 1). Um einen Vergleich zwischen den zwei Materialien sowie die Konzipierung einer passenden Pilotanlage zu ermöglichen, sollten deren physikalische und chemische Eigenschaften quantifiziert werden, insoweit sie noch nicht bekannt sind.



Abb. 1: Granuliertes Eisenhydroxid (links) und pulverförmiges Eisenhydroxid (rechts)

#### 2. Die Betrachtung der Adsorptionskapazität und Adsorptionskinetik unter verschiedenen chemischen und physikalischen Bedingungen

Um die Pilotanlage zielorientiert zu konzipieren, sowie um die Modellierung und eine grundlegende wirtschaftliche Betrachtung des Verfahrens zu ermöglichen, sind Daten über der Adsorptionskapazität und Adsorptionskinetik nötig. Isotherm- und Kinetikversuche sind zur Erzeugung von den entsprechenden charakteristischen Größen unter verschiedene wasserschemischen und physikalischen Bedingungen durchgeführt.

#### 3. Die Konzeptualisierung, Projektierung und Validierung der Pilotanlage

Auf Basis von Ergebnissen zur Adsorptionskapazität und -kinetik sowie zur Partikelabtrennung ist in Zusammenarbeit mit dem Anlagenbauer ATN die Konzipierung der Pilotanlage durchgeführt worden. Insbesondere wurde auf eine wiederholbare und schlüssige Erzeugung von Ergebnissen sowie auf die Flexibilität im Aufbau und im Prozessablauf geachtet.

#### 4. Die Durchführung von halbtechnischen Versuchen mit synthetischen und realen Wässern

Das Verfahrensprinzip sollte zuerst im Rahmen von halbtechnischen Versuchen an der HSWT validiert werden. Weitere Pilotversuche in Freising sollten die Störeinflüsse des Prozesses identifizieren und die Parametrisierung optimieren. Anschließend sind Pilotversuche mit echten Grundwässern, die von der Natur aus Arsen enthalten (Realwässer), geplant worden.

#### 5. Die Betrachtung der Regenerierung, Weiterverwendung und/oder Entsorgung von beladenem Adsorptionsmittel, um ein ganzheitliche Abfallstrategie zu entwickeln

Beim Einsatz der Mikropartikel fällt ein arsenhaltiger Schlamm als Abfall an, der beim Austrocknen Staub bilden kann. Eine technische, wirtschaftliche und rechtliche Entsorgungsstrategie ist daher zwingend notwendig, um den Prozess im industriellen Maßstab einsetzen zu können. Die Möglichkeit einer Regenerierung des Feststoffs sollte ebenso betrachtet werden. Zusammen mit einem robusten Modellierungstool und der wirtschaftlichen Betrachtung sollte die zentrale Fragestellung der Machbarkeit gegenüber dem Festbettverfahren dargestellt werden.

### ERGEBNISSE

Die physikalische und chemische Charakterisierung hat bestätigt, dass die zwei Materialien bis auf die Partikelgrößenverteilung gleich sind. Sie bestehen aus Akagenéite und Ferrihydrit, zeigen Porendurchmesser im Bereich von 4 – 5 nm und besitzen eine spezifische Oberfläche von 300 m<sup>2</sup>/g. Insofern ist auch die gleiche materialcharakteristische Adsorptionskapazität zu erwarten. Versuche zur Erstellung der Adsorptionsisotherme haben diese Annahme unter verschiedenen Bedingungen bestätigt. Dagegen hat die Wasserchemie und eine Trocknung des Materials sehr wohl einen Einfluss auf der Adsorptionskapazität.

Die Partikelgrößenverteilung und daraus resultierende sekundäre Eigenschaften sind die einzigen Unterschiede zwischen den Materialien. Mit Partikeln im Bereich 200 – 2000 µm (D05 bis D95) hat das Granulat eine äußere Oberfläche von unter 0,02 m<sup>2</sup>/g, berechnet aus der D05. Die Mikropartikel sind dagegen 4 – 200 µm und besitzen dadurch eine viel größere äußere Oberfläche von bis zu 1 m<sup>2</sup>/g – 50-fach höher als dem Granulat. Die reduzierten Partikeldurchmesser führen zu einem erhöhten Stofftransport und deshalb zu einer stark beschleunigten Adsorptionskinetik gegenüber dem Granulat.

Die Pilotanlage wurde im März 2017 am Institut für Lebensmitteltechnologie eingefahren (Abbildung 2). In einem Rührkessel wird das Sorptionsmittel in Kontakt mit dem Wasser gebracht und über Querstromfiltration wieder abgetrennt. Die Auswahl der Querstromfiltration hat sich unter anderem aus der geplanten Feststofffracht, Partikelgrößenverteilung und Durchsatz des Wassers ergeben. Da die benötigte Verweilzeit des Sorptionsmittels bis zur maximalen Beladung viel länger ist als die des aufzuberei-



tenden Wassers, wird das abgetrennte Sorptionsmittel wieder in den Rührkessel zurückgeführt.



Abb. 2: MikroAd Pilotanlage

Abbildung 3 zeigt die Durchbruchskurve von Phosphat bei einem Pilotversuch mit Freisinger Leitungswasser. Phosphat ist chemisch und in seinem Adsorptionsverhalten sehr ähnlich zur eigentlichen Zielkomponente Arsenat bzw. As(V) und ist sogar ein wichtiges konkurrierendes Ion bei der adsorptiven Entfernung von Arsen. Es eignet sich demnach zur Validierung des Verfahrenskonzepts mit wesentlich unbedenklicherem Handling und Entsorgung. Bei der Zugabe vom Adsorbens nach ca. 20 Stunden sank die Auslaufkonzentration vom Phosphat auf Null ab. Danach stieg sie langsam wieder bis auf 0,12 mg (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)/L bei 450 Stunden, wobei die Beladung im Feststoff ca. 20 mg (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)/g(TM) entsprochen hatte. Die spezifische Adsorptionsgeschwindigkeit, also die Menge des Phosphats, das pro Gramm Feststoff pro Minute aufgenommen wird, hat die Erwartungen aus den Kinetikversuchen erfüllt.

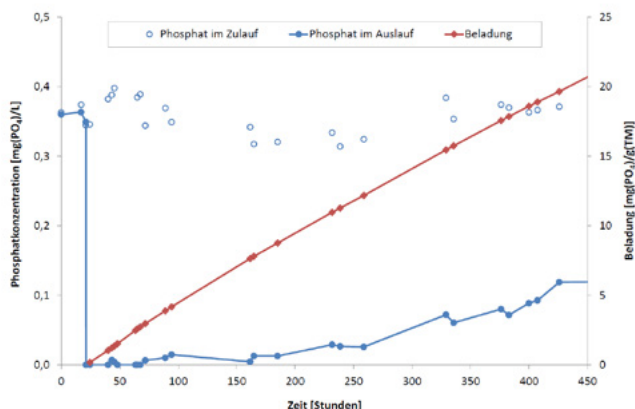


Abb. 3: Durchbruchskurve von Phosphat in Freisinger Leitungswasser bei pH 7,75

Weitere Pilotversuche haben die Unabhängigkeit des Adsorptionsvorgangs an der Filmdiffusion bewiesen, indem stufenweise Änderungen in der Mischintensität in verschiedenen Konzentrationsbereichen keinen Einfluss auf die Auslaufkonzentration hatten. Dies entsprach ebenfalls der Erwartung aus der Betrachtung der Adsorptionskinetik und der Literatur zur Suspensionsadsorption mit pulverförmigem Adsorbens.

Anschließend wurde der Einfluss der Konzentration vom Adsorbens im Rührkessel untersucht. Ziel war es, bei den verschiedenen Adsorbenskonzentrationen den Abstand zwischen der dynamischen Auslaufkonzentration und der thermodynamischen Gleichgewichtskonzentration zu quantifizieren. Durch die Be-

trachtung der spezifischen Adsorptionsgeschwindigkeit kann die Erhaltung von Gleichgewichtsbedingungen und somit eine maximale Ausnutzung des Adsorbens gesichert werden. Dadurch wird bei einer bestimmten Zulaufkonzentration von Arsen und Durchsatz von Wasser die nötige Adsorbenskonzentration im Reaktor festgestellt.

Die Praxisversuche haben das Verfahrensprinzip bestätigt. Ein direkter Vergleich zwischen einem einstufigen MikroAd-Verfahren und einem Festbettfilter hat ungefähr den gleichen Adsorbensbedarf aufgewiesen, sodass mit dem reduzierten Anschaffungspreis eine Ersparnis bei den laufenden Adsorbenskosten realisiert werden könnte. Einerseits läuft das MikroAd-Verfahren mit minimalen Diffusionslimitierungen, allerdings besteht es nur aus einer Trennstufe. Andererseits hat das herkömmliche Festbettverfahren mehrere Trennstufen, leidet jedoch scheinbar unter starker Diffusionslimitierung.

Der Einbau von weiteren Trennstufen im MikroAd-Verfahren ist als interessante Intensivierung des Prozesses identifiziert worden. Die Erweiterung auf zwei Einheiten wurde anhand den Versuchsdaten simuliert und hat für diese Bedingungen einen 5,6-fach reduzierten Adsorbensbedarf gegenüber dem Festbettverfahren gezeigt. Dieses Ersparnis fordert jedoch einen deutlich erhöhten Aufwand und eine höhere Komplexität der Anlage. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse hat darauf hingewiesen, dass bei einem höheren Gesamtbedarf an Adsorbens mit den dadurch größeren Ersparnissen beim Einkauf die erhöhten Anlagenkosten gerechtfertigt werden können.

#### FAZIT

Das MikroAd-Verfahren wurde als interessante Alternative zum herkömmlichen Festbettverfahren validiert. Vor allem bei einem höheren absoluten Bedarf an Adsorbens könnten die Ersparnisse der laufenden Adsorbenskosten attraktiv sein, sodass der erhöhte Aufwand und die Komplexität des Prozesses gerechtfertigt werden kann.

#### RAHMENDATEN PROJEKT

Projektleitung:	Prof. Dr. Eckhard Willibald Jakob   Prof. Dr. Dirk Rehmann
Projektbearbeitung:	Kenneth Walsh   Dr. Peter Rose
Projektzuordnung:	Institut für Lebensmitteltechnologie
Projektdauer:	01.07.2015 – 30.06.2018
Projektpartner:	ATN – Aqua Technologie Nörpel   HI – Hydroisotop GmbH   Technische Universität München – Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und molekulare Sensorik
Projekträger:	AiF Projekt GmbH
Projektförderung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm:	ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

## TOPAS – PRAXISORIENTIERTE AUSBILDUNG FÜR STUDIERENDE IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN DISZIPLINEN

Seit Auflösung der Sowjetunion im Jahr 1991 entwickeln sich Landwirtschaft und Agrarsektoren der nun unabhängigen Staaten Osteuropas und Zentralasiens zunehmend entlang marktwirtschaftlicher Vorgaben. Der dadurch stetig wachsende Bedarf an Fachkräften mit konkurrenzfähigem Wissen im Bereich Agrarmanagement und Agribusiness stellt entsprechende Anforderungen an die Weiterentwicklung nationaler Einrichtungen für höhere Bildung.

Im ersten Schritt des Anpassungsprozesses haben die nationalen Hochschulen entsprechende Studiengänge in landwirtschaftlichen Disziplinen eingeführt. Die Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) unterstützt diesen Prozess seit vielen Jahren durch die internationale Ausbildung geeigneter Lehrkräfte im Rahmen des Programms „International Master in Agricultural Management“ (<https://ima.hswt.de>). Komplementär dazu werden seit 2017 im Rahmen des Erasmus+ Projektes TOPAS angepasste Methoden zur Umgestaltung bestehender Curricula und Lehrinhalte von dozentenorientierter Lehre hin zu praxisbasierter und studentenorientierter Wissensvermittlung entwickelt. Die HSWT trägt dabei die inhaltliche Leitung und Projektkoordination in Zusammenarbeit mit neun Hochschulen aus Großbritannien, Polen, Rumänien, Usbekistan, Armenien und der Ukraine.

### ZIELSETZUNG

Das übergeordnete Ziel der Zusammenarbeit ist die Verbesserung der Qualifizierung von Hochschulabgängern und -abgängerinnen für nationale und internationale Arbeitsmärkte im Agrarsektor Usbekistans, Armeniens und der Ukraine. Das Ziel soll durch die Transition der derzeitigen Struktur der Ausbildung im Agrarmanagement hin zu praxisbasiertem Lernen unter Berücksichtigung europäischer Standards und moderner Lehrmethoden erreicht werden. Zentrale Elemente des Transitionsprozesses sind die Lehrmethoden, die Organisation von studienbegleitenden Praktika und die Nutzung empirischer Daten zur lokalen Landwirtschaft in Lehre und Forschung (Abb. 1). Die Ziele des Projekts in Bezug auf die drei Kernelemente sind

1. Lehrmethoden: Fortbildung von Lehrkräften in studentenorientierten didaktischen Methoden sowie in der Entwicklung und dem Einsatz von Möglichkeiten des „Distanzlernens“ mithilfe Internet-basierter Technologien.
2. Studienbegleitende Praktika: Institutionalisierung kontrollierter Praktikumsstrukturen entlang den Leitlinien der „European Quality Charter on Internships & Apprenticeships (EQCIA)“ und deren Umsetzbarkeit unter den jeweiligen lokalen Gegebenheiten.
3. Empirische Daten über die lokale Landwirtschaft: Ersatz der bisher in der Lehre verwendeten Sekundärdaten aus internationalen Quellen und nationalen Versuchsanstalten durch selbst erhobene Primärinformationen über existierende agrarwirtschaftliche Betriebe im Umfeld der Hochschulen.

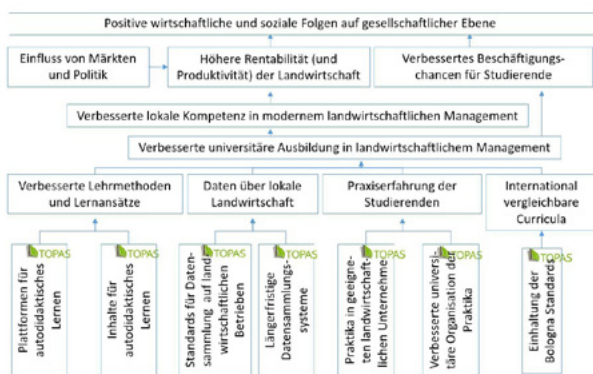


Abb. 1: Elemente der Transition von Studiengängen in Agrarmanagement und Agribusiness

Beigeordnetes Ziel der internationalen Zusammenarbeit ist die Erstellung einer Blaupause für die Übertragbarkeit der Projekterfahrungen in Hochschulen anderer Länder der ehemaligen Sowjetunion und des West-Balkans.

### MASSNAHMEN

Die Struktur von TOPAS umfasst fünf Arbeitsgruppen („work packages“) unter Federführung spezialisierter Mitglieder des Konsortiums. Vorgehensweisen, Ergebnisse und Folgeschritte der Arbeitsgruppen werden im Rahmen von drei bis vier Treffen der Beteiligten pro Jahr begutachtet und harmonisiert. Das praktische Training von Angehörigen der Partnerhochschulen erfolgt in mehrwöchigen Trainingseinheiten an den beteiligten Instituten der EU-Länder (Abb. 2).



Abb 2: Am Training auf dem Campus Triesdorf Teilnehmende aus Usbekistan, Armenien und der Ukraine

Die Qualitätskontrolle der Umsetzung von Maßnahmen an den Partnerhochschulen folgt einem gemeinsam erarbeiteten Monitoring-Plan und beruht auf der Sammlung von Informationen bei Lehrenden, Studierenden, Administratoren und prospektiven Arbeitgebern in den beteiligten Ländern sowie auf den kontinuierlichen Evaluierungsergebnissen eines externen Gutachters.

Auftrag der ersten Arbeitsgruppe unter Leitung der Universität Wroclaw in Polen ist die Dokumentation und Betreuung der studienbegleitenden Praktika der Partnerhochschulen. In diesen Aufgabenbereich fällt auch die Organisation des Austauschs von Praktikumsrichtlinien und Erfahrungen zwischen Hochschulen in EU-Ländern und den Partnern in Nicht-EU Ländern. Dieser Austausch geht mit der Identifizierung von Problemen in der Übertragbarkeit und der Erarbeitung möglicher Lösungen einher.

Die zweite Arbeitsgruppe unter der Federführung des University College Writtle in Großbritannien fokussiert das Training von Lehrenden und Studierenden in modernen Lehrmethoden und der Erhebung relevanter betriebswirtschaftlicher Daten. In der Folge wird die Einführung der Methoden an Partnerhochschulen unterstützt. Die HSWT unterstützt diese Aufgabe mit der Hilfe beim Aufbau von „Massive Open Online Courses (MOOCs)“.

Die dritte Arbeitsgruppe unter der Verantwortung der Sumy National University in der Ukraine betreut das Qualitätsmanagement. Die Aufgaben umfassen Umfragen bei den Zielgruppen und deren Auswertung. Die HSWT unterstützt die technische Erstellung von Befragungs- und Auswertungsschemata und übernimmt die Betreuung des externen Gutachters.

Die vierte Arbeitsgruppe unter der Leitung der Universität Iasi in Rumänien übernimmt die Öffentlichkeitsarbeit des Projekts. Neben kontinuierlichen Auftritten im Internet (<https://erasmus-topas.eu>) und in den sozialen Medien ergänzen Präsentationen auf nationalen und internationalen Veranstaltungen den Außenauftritt des Projekts. Die HSWT stellt Materialien für die Kommunikationsplattformen zur Verfügung und unterstützt bei der Organisation von Veranstaltungen auf internationalen Messen und Tagungen in Deutschland bei (Abb 3).



Abb. 3: Präsentation von TOPAS auf der EuroTier 2018

Die fünfte Arbeitsgruppe unter der Leitung der HSWT ist verantwortlich für die Gesamtkoordination des Projekts. Hauptaufgaben neben den administrativen und kommunikativen Aufgaben ist die funktionale Vernetzung der Teilbereiche sowie die methodische Unterstützung. Schwerpunkte dabei sind Lehrinhalte und der Aufbau von Systemen zur Erfassung und Nutzung von Daten aus lokalen landwirtschaftlichen Betrieben. Im Rahmen studienbegleitender Praktika werden die Möglichkeiten der Datenerfassung von der sachgerechten Aufarbeitung der Informationen bis hin zur Nutzung im Rahmen der modernen Lehrmethoden gefördert. Fortbildungen im Bereich Datenerfassung unterstützt das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL, Darmstadt).

## ERGEBNISSE

Lehrmethoden: Als Ergebnis des Projekttreffens am Writtle University College und dem darauffolgenden Training für 24 Lehrende und Studierende der Partnerhochschulen aus Nicht-EU Ländern im Frühjahr 2019 wurden jeweils drei Veränderungen pro Hochschule identifiziert, die ab dem 3. Quartal 2019 umgesetzt werden. Die Wahl der Veränderungen erfolgte situationsspezifisch und beinhaltet sowohl neue didaktische Ansätze als auch die Institutionalisierung zusätzlicher sozialer Betreuung der Studierenden. Die Aufzeichnung von Videos für den ersten MOOC hat während der Trainingseinheit in Triesdorf im Februar 2019 begonnen.

Studienbegleitende Praktika: Eine Schwachstellenanalyse der gegenwärtigen Integration von Praktika in die Curricula der Partneruniversitäten im Herbst 2018 führte zu einer Reihe Empfehlungen, deren Umsetzung zumindest im organisatorischen Bereich an allen Hochschulen zu Änderungen geführt hat. Dies betrifft beispielsweise die Art der Betreuung und Auswahlkriterien prakti-

kumsgeeigneter Betriebe. Entscheidungen über Änderungen mit finanziellen Folgen für Hochschulen, Betreuer und Studierende erfordern einen längeren Vorlauf und sind voraussichtlich im letzten Jahr des Projekts in 2020 zu erwarten.

Empirische Daten über die lokale Landwirtschaft: Die Definition der gewünschten Daten erfolgte über die an der HSWT entwickelten Vorlagen für Berechnungsverfahren und wurde von allen Partnerhochschulen übernommen. Erste Datenerfassungen durch Studierende nach diesem Schema werden aus den laufenden Praktika und von Studienmodulen 2019 erwartet. Zum Aufbau geeigneter Abläufe zur Datenspeicherung, Bearbeitung und Verwertung wurden Arbeitsgemeinschaften mit den beteiligten Hochschulen eingerichtet.

## ABSTRACT

Mit dem ERASMUS+ geförderten Projekt TOPAS unterstützt die Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) den strukturellen Transformationsprozess an sechs landwirtschaftlichen Hochschulen in Usbekistan, Armenien und der Ukraine. Ziel ist die Kompatibilität zentraler Elemente der Studiengänge im Bereich Agrarmanagement und Agribusiness mit europäischen Standards. Damit soll eine verbesserte Konkurrenzfähigkeit von Hochschulabgängern und -abgängerinnen auf nationalen und internationalen Arbeitsmärkten im Agrarsektor erreicht werden. Das Projekt wird unter der Federführung der HSWT mit Beteiligung europäischer Partner aus Großbritannien, Polen und Rumänien durchgeführt.

Kernpunkte der Unterstützung sind die Einführung moderner Lehrmethoden, die verbesserte Organisation studienbegleitender Praktika und die Bereitstellung und Nutzung empirischer Daten über die lokale Landwirtschaft. Die bisherigen Erkenntnisse unterstreichen die Annahme, dass die Implementierung solcher Änderungen umfänglich von der spezifischen Situation der Hochschulen determiniert wird. Die Herangehensweise und grundsätzliche Art der Veränderungen erlauben jedoch Verallgemeinerungen, die nachzeitigem Urteil auf andere Hochschulen übertragbar erscheint.

## RAHMENDATEN PROJEKT

Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Ralf Schlauderer

Projektbearbeitung: Dr. Heinz-Peter Wolff

Projektzuordnung: Biomasse Institut

Projektdauer: 15.10.2017 – 14.10.2020

Projektpartner: Andijan Agricultural Institute – Agricultural economics and management | Armenian National Agrarian University | National University of Life and Environmental Sciences | Samarkand Agricultural Institute – Agricultural economics and management | Sumy National Agrarian University | Writtle College – Agriculture. Sci. of Sustainable Environ | Wroclaw University of Environmental and Life Sciences | Yerevan State University

Projektförderung: Europäische Kommission | Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA)

Förderprogramm: ERASMUS+: Higher Education – International Capacity Building



**SOLARE TROCKNUNG IM RAHMEN EINES WEITERBILDUNGSPROJEKTES FÜR AFRIKA**

Am Campus Triesdorf der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf wird das Weiterbildungsprojekt „Food Chains in Agriculture“ für afrikanische Master-Absolventinnen und -Absolventen durchgeführt. Initiator des Projektes war Prof. Dr. Otmar Seibert. In einem 5-monatigen Postgraduiertenkurs „Postgraduate Training Course Food Chains in Agriculture“ [1] werden die maximal 25 Teilnehmenden aus afrikanischen Ländern in folgenden Bereichen geschult:

1. Nachhaltige Landbewirtschaftung
2. Verbesserung von Nachernte-Prozessen
3. Effizientere Nutzung von Ressourcen, einschließlich der lokalen Erzeugung
4. Verwendung erneuerbarer Energien
5. Aufbau Agrarprodukt-spezifischer regionaler Wertschöpfungsketten
6. Erschließung neuer (regionaler) Märkte für Agrarprodukte
7. Gründung unternehmerischer Existenzen



Abb. 1: 25 Teilnehmende aus 10 afrikanischen Ländern am Kurs 2018

Die Teilnehmenden am Kurs 2018 stammten aus Zentral- und Nord-Afrika. Als Beitrag zu den Punkten 2) bis 4) wurde die Möglichkeit zur solaren Erntetrocknung im Rahmen einer Bachelorarbeit [2] untersucht. Die Ergebnisse fließen in das Weiterbildungsprogramm ab 2019 ein. Ziel des Gesamtprojektes ist ein kleiner Beitrag zur Verbesserung der Lebensgrundlagen in Afrika.



Abb. 1: Varianten 1 und 5 des Solartrockners

**UNTERSUCHTE SOLARTROCKNER**

In [2] werden 5 Solartrockner Varianten untersucht (Tab.1 und Abb.1). Der Trockner besteht aus einem Kasten (1m x 1m x 1m) und optional aus einem angeschlossenen Solar-Luftkollektor (Grammer TwinSolar 1.3, 1,29 m<sup>2</sup> Absorberfläche). Der Trocknerkasten wird von unten nach oben mit Luft durchströmt, auf etwa halber Höhe wird das zu trocknende Material auf einem Gitter gelagert. Die Vorder- und Oberseite besteht aus transparentem Kunststoff. Bei Variante 2 sind alle Kastenwände intransparent. Bei Variante 4 wurden die Innenwände mit Alu-Folie beschichtet, um Solarstrahlung auf die Probe zu reflektieren. Bei Variante 5 wurden die Innenwände geschwärzt um eintretende Solarstrahlung besser zu absorbieren.

Tab.1: Untersuchte Trocknervarianten

VARIANTE	SOLAR-LUFT KOLLEKTOR	BEHANDLUNG BOX- INNEN- WÄNDE	APERTUR- FLÄCHE
1	Ja	–	2,88 m <sup>2</sup>
2	Ja	–	1,29 m <sup>2</sup>
3	–	–	1,59 m <sup>2</sup>
4	–	Alu	1,59 m <sup>2</sup>
5	–	Schwarz	1,59 m <sup>2</sup>

**DURCHFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

In [2] wurden die 5 untersuchten Solartrockner-Varianten mit etwa 1 kg frischem Gras (Wassergehalt ca. 74 %) beladen und bei gutem Wetter (gemittelt über den gesamten Messzeitraum: Globalstrahlungsintensität von 509 W/m<sup>2</sup> und Umgebungstemperatur von 22 °C) 10 Stunden unter natürlichen, zeitlich variablen Bedingungen betrieben. Zum Vergleich wurde gleichzeitig eine gleich dicke Grasschicht vor dem Gerät im Freien als Vergleichsprobe getrocknet. Die Proben wurden vor und nach der Trocknung gewogen. Die Wetter- und Prozessdaten wurden messtechnisch erfasst.

**ERGEBNISSE**

Abb. 2 zeigt die Messergebnisse beispielhaft für Variante 4. Die Differenz zwischen eintretendem und austretendem Wasserdampf-Massenstrom entspricht dem der Probe entzogenem Wasserdampf-Massenstrom. Man erkennt, dass dieser von der Strahlungsintensität sowie von der verstrichenen Trockenzeit abhängt. Die Abhängigkeit von der verstrichenen Zeit weist auf eine Abhängigkeit vom momentanen Wassergehalt der Probe hin.

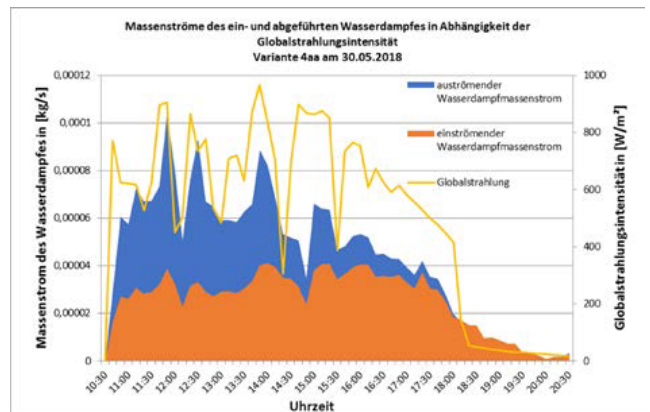


Abb. 2: Zeitliche Verläufe der in den Trockner ein- und austretenden Wasserdampf-Massenströme für Variante 4

In Abbildung 3 werden die Ergebnisse für die 5 Varianten gegenübergestellt. Es wird betrachtet, wie stark der Restwassergehalt nach 10 Stunden unter dem einer gleichzeitig im Freien getrock-

neten Vergleichsprobe liegt. Es ist zu erkennen, dass Variante 4 die besten Ergebnisse erzielt. Hier liegt der Restwassergehalt der Probe nach 10 Stunden Trockenzeit um 35 %-Punkte unter dem der im Freien getrockneten Vergleichsprobe. Dieses positive Ergebnis ist auf die Aluminiumbeschichtung auf der Innenseite der Trocknerwände zurückzuführen, durch welche die eintretende Solarstrahlung teilweise auf das zu trocknende Material reflektiert wird.

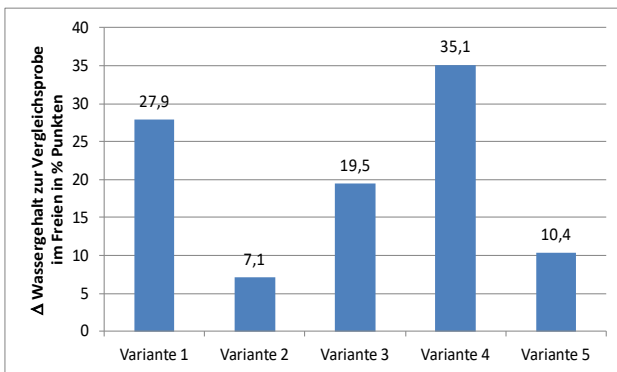


Abb. 3: Unterschied des Restwassergehalts zwischen im Trockner getrockneter Probe und Vergleichsprobe für die 5 Trockner-Varianten

#### FAZIT

Nach 10 Stunden Trockenzeit kann mit Variante 4 für Gras (ca. 1 kg) eine Trocknung bis zur Konservierungsgrenze von 14 % Wassergehalt erreicht werden.

Als leicht zu realisierende und kostengünstige Optimierungsmaßnahme führt eine reflektierende Beschichtung auf den Innenwänden zu einer Verbesserung der Trocknung.

Der Wassergehalt der Probe sowie variable Umweltbedingungen wie Solarstrahlungsintensität, Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit haben einen großen Einfluss, so dass weitere Messungen (eventuell unter Laborbedingungen) notwendig sind.

Abb. 3 (s. rechts): Teilnehmende am Postgraduiertenkurs 2018

#### Quellen

- [1] „Postgraduate Course „Food Chains in Agriculture“ – Vorschlag zur Projektdurchführung“; Otmar Seibert; HSWT; 2017  
 [2] „Solares Trocknen“; Jens Hack; Bachelor Arbeit, Fakultät Umweltingenieurwesen, HSWT; 2018

#### Autoren des Beitrags

Prof. Dr. Andreas Ratka | Jens Hack | Wolfgang Ernst | Prof. Dr. Otmar Seibert | Prof. Dr. Ralf Schlauderer

#### RAHMENDATEN WEITERBILDUNGSPROJEKT „FOOD CHAINS IN AGRICULTURE“

Verbundprojektleitung: Prof. Dr. Ralf Schlauderer  
 Projektleitung: Prof. Dr. Otmar Seibert  
 Projektzuordnung: Biomasse-Institut  
 Projektdauer: 01.04.2018 – 31.12.2020  
 Projektförderung: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ)





## FACHFORUM VERBUNDPROMOTIONEN

Mit dem Fachforum Verbundpromotionen stärkt das Bayerische Wissenschaftsforum (BayWISS) seit 2016 die Promotionsbedingungen für junge Forscherinnen und Forscher und die Durchlässigkeit des bayerischen Bildungssystems. Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) ist seit Dezember 2018 Sitzhochschule des Verbundpromotionskollegs „Life Sciences und Grüne Technologien“. Das Kolleg ist das jüngste der aktuell zehn Verbundkollegs. Weitere Trägerhochschulen sind die Universität Bayreuth, die Technische Hochschule Deggendorf und seit Juli 2019 auch die Universität Passau. Ziel von BayWISS ist es, für Absolventinnen und Absolventen von Hochschulen angewandter Wissenschaften planbare Wege zur Verbundpromotion zu schaffen. Bei dieser Form der Promotion betreuen Lehrende von Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften Doktorandinnen und Doktoranden gemeinsam.

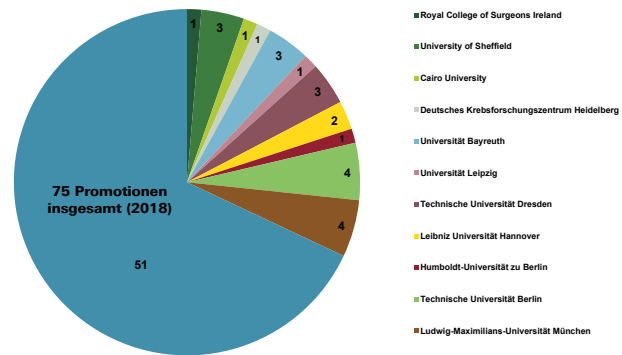
### BAYWISS-VERBUNDKOLLEG „LIFE SCIENCES UND GRÜNE TECHNOLOGIEN“

Das Verbundkolleg wird in einem inter- und transdisziplinären Verbund mit sich ergänzenden Forschungsansätzen umgesetzt. Absolventinnen und Absolventen aus Agrar- und Forstwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Soziologie und Ökonomie sowie verwandten Wissenschaften bietet das Verbundkolleg ein Netzwerk und einen strukturierten Weg zur Promotion. Dabei richtet sich der wissenschaftliche Fokus vorwiegend auf die Themenfelder Ernährungssicherheit, nachhaltige Landwirtschaft bzw. Landnutzungen, Wasser, Klimawandel sowie Umwelt und Management natürlicher Ressourcen. Die Schwerpunkte dabei sind: Analyse der Wertschöpfungsketten in den grünen Wirtschaftszweigen; Erfassung und Bewertung der umweltseitigen Auswirkungen dieser Wirtschaftszweige und Wertschöpfungsketten insbesondere auch in Bezug auf das menschliche Wohlbefinden; Erarbeitung von Szenarien für einen gesellschaftspolitischen Diskurs zur nachhaltigen Lösung künftiger sektoraler und insbesondere interdisziplinärer Aufgaben; Entwicklung innovativer Ansätze für nachhaltige Lösungen auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene (u. a. Landnutzungssysteme, Wertschöpfungsketten, technische Weiterentwicklungen, Digitalisierung, globale Vernetzung, gesellschaftliche

Trends, Versorgungssicherheit und Ernährungsgewohnheiten). Die Promovierenden werden im Verbundkolleg über ihre individuelle Forschungsarbeit hinaus und ergänzend zu Promotionsprogrammen an den betreuenden Hochschulen forschungs- und berufsbezogen qualifiziert. Darüber hinaus unterstützt das BayWISS-Verbundkolleg die effektive Zusammenführung verschiedener, bislang separater Netzwerke und fördert die Kultur wissenschaftlicher Zusammenarbeit. Dem Motto „Gemeinsam forschen für eine bessere und nachhaltigere Zukunft“ folgend, blickt das BayWISS-Verbundkolleg „Life Sciences und Grüne Technologien“ zukünftigen Forschungsaktivitäten zuversichtlich entgegen.

### PROMOTIONSSTATISTIK

Die meisten Promotionen liefen 2018 in Kooperation mit der Technischen Universität München. Drei Promotionen laufen inzwischen mit dem Verbundkollegpartner Universität Bayreuth, eine davon ist die erste Promotion im neuen Verbundkolleg „Life Sciences und Grüne Technologien“.



**75 Doktorandinnen und Doktoranden haben im vergangenen Jahr an der HSWT in Kooperation mit Partneruniversitäten promoviert, davon haben sieben ihre Promotion abgeschlossen.**

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen eine Auswahl abgeschlossener Promotionen 2018 vor.

DOKTORAND/IN	DISSERTATIONSTHEMA	DAUER	BETREUER HSWT	PARTNERUNIVERSITÄT
Dr. Ing. Christine Höfer	Einfluss der Holzfasslagerung von Destillaten auf ihre sensorischen Eigenschaften	29.06.2015 – 22.02.2018	Prof. Dr. Dirk Rehmann	Technische Universität Berlin
Dr. rer. pol. Katharina Langer	Factors influencing citizens' acceptance of wind energy in Germany	15.02.2014 – 28.04.2018	Prof. Dr. Klaus Menrad	TUM – School of Management
Dr. rer. pol. Johannes Gamel	Individual investors and socially responsible investments – Attitudes and preferences in the context of wind energy investments	01.08.2013 – 26.04.2018	Prof. Dr. Klaus Menrad	TUM – School of Management
Dr. Ing. Osama Hamid	Quality evaluation of some citrus fruits during maturity stages using laser and image analysis techniques	01.03.2013 – 30.06.2018	Prof. Dr. Iryna Smetanska	TUM – School of Management
Dr. agr. Andreas Gabriel	Integrated system analysis for understanding complexity in small business management – Concept development and applications in horticultural retail companies	12.10.2012 – 30.09.2018	Prof. Dr. Klaus Menrad	Technische Universität München
Dr. rer. pol. Cord-Christian Gaus	Verkaufsbereitschaft für biogene Ressourcen – Marktpotenzial von Stroh in Abhängigkeit des landwirtschaftlichen Entscheidungsverhaltens	20.09.2012 – 26.04.2018	Prof. Dr. Klaus Menrad	TUM – School of Management
Dr. agr. Severin Fleischman	Aufbereitung von Biertrebern für eine optimierte energetische und stoffliche Nutzung	01.01.2011 – 05.09.2018	Prof. Dr. Winfrid Maria Ruß	Universität Kassel



**INTEGRATED SYSTEM ANALYSIS FOR UNDERSTANDING  
COMPLEXITY IN SMALL BUSINESS MANAGEMENT  
– CONCEPT DEVELOPMENT AND APPLICATIONS IN  
HORTICULTURAL RETAIL COMPANIES**

---

Doktorand:	Dr. agr. Andreas Gabriel
Betreuer:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Fakultät:	Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Partner-Uni:	TUM – Wissenschaftszentrum Weihen- stephan   Prof. Dr. Vera Bitsch
Zeitraum:	12.10.2012 – 30.09.2018

---

Bei den bislang verwendeten Methoden zur Analyse von strategischen Entscheidungen in kleinen und mittelständigen Unternehmen (KMU) wurden häufig nur einzelne wissenschaftliche Disziplinen berücksichtigt oder sie adressieren eng abgegrenzte Problemstellungen, vernachlässigen allerdings oft die komplexen und dynamischen Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen, beteiligten Akteuren und dem Unternehmensumfeld. Insbesondere bei längerfristig wirksamen Entscheidungen ist es wichtig, die dynamischen Auswirkungen von Entscheidungen oder von besonderen Ereignissen auf alle Bereiche eines Unternehmens und die beteiligten Akteure zu erkennen. Die Dissertation von Dr. Gabriel widmet sich daher der Frage, inwiefern Komplexität im Management von kleinen Unternehmen (in der Dissertation untersucht bei gärtnerischen Einzelhandelsunternehmen) durch ein Instrument zur Entscheidungsunterstützung analysiert und wiedergegeben werden kann, das auf Systemtheorie und Managementkybernetik basiert.

Die Ergebnisse dieser Dissertation sind in vier wissenschaftlichen Publikationen niedergelegt:

Der erste Artikel „Conceptual framework for system analysis of family-run agricultural enterprises“ wurde 2016 in der Zeitschrift „Journal of Small Business and Entrepreneurship“ veröffentlicht und untersucht, inwiefern Systemanalysen für landwirtschaftliche Familienunternehmen mit ihren komplexen Strukturen und besonderen Problemlagen geeignet sind. Dr. Gabriel kommt zu dem Schluss, dass sich dafür v. a. eine systemorientierte Modellierung anbietet und entwickelt in dem Artikel einen konzeptionellen Rahmen, um Terminologien zu klären und eindeutige Systemstrukturen und –grenzen zu definieren. Dieser Rahmen beruht auf den Prinzipien der Systemtheorie, kybernetischer Grundregeln und diverser Konzepte systemorientierter Managementmodelle, und berücksichtigt wichtige interne Unternehmensbereiche, die Sichtweisen beteiligter Stakeholder sowie Wechselwirkungen mit dem externen Unternehmensumfeld.

Im zweiten Essay „Feasibility-oriented application of system analysis in SMEs – the cybernetic approach of VSM applied to horticultural retail companies in Germany“, das 2017 in der Zeitschrift “Systemic Practice and Action Research“ veröffentlicht wurde, erläutert Dr. Gabriel die methodische Umsetzung einer Systemanalyse für eine repräsentative Einzelhandelsgärtnerei in Deutschland. Dabei nutzt er die Methode VSM und verwendet einen partizipativen Ansatz, um das Referenzunternehmen in mehreren Schritten in einem Systemmodell abbilden zu können. Das von ihm generierte Systemmodell der Einzelhandelsgärtnerei besteht aus insgesamt 35 Elementen mit unterschiedlichen Funktionen im System, die in vielfältigen Wirkungsbeziehungen miteinander interagieren.

Die dritte Veröffentlichung hat den Titel „Systemanalytische Betrachtung der Bedeutung einzelner Nachhaltigkeitsfelder in Ein-

zelhandelsgärtnereien“ und wurde im Tagungsband zum 2. Symposium für Ökonomie im Gartenbau im Jahr 2016 veröffentlicht. Darin werden zunächst diejenigen Bereiche in dem entwickelten Systemmodell identifiziert, die mit Nachhaltigkeitsaspekten in Verbindung stehen, um anschließend deren Wirkungen auf das Gesamtunternehmen und auf einzelne Unternehmensbereiche bewerten zu können.

Das vierte Manuskript „Impacts of succession in family business – a systemic approach for understanding dynamic effects in horticultural retail companies in Germany“ befasst sich mit Folgeerscheinungen einer innerfamiliären Betriebsübergabe in Einzelhandelsgärtnereien. Hierfür wurden wesentliche Systemelemente des Modells, die besonders stark mit der Nachfolgesituation der Mustergärtnerei interagieren (z. B. Strategische Planungsweise, Produktivität, Lieferantenbeziehungen), in einem Teilszenario zusammengefasst. Danach werden verschiedene Ursache-Wirkungssituationen dieses „Nachfolgeszenarios“ simuliert und deren vielfältige und oftmals zeitverzögerte Auswirkungen aufgezeigt. Dabei stellt er fest, dass insbesondere Bereiche wie „Konflikte zwischen Familie und Beruf“, „Situation der Mitarbeiter“ sich als sehr sensibel gegenüber den unterschiedlichen Zuständen im Prozess einer Nachfolgeregelung zeigen.

<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1435414>

**INDIVIDUAL INVESTORS AND SOCIALLY RESPONSIBLE INVESTMENTS – ATTITUDES AND PREFERENCES IN THE CONTEXT OF WIND ENERGY INVESTMENTS**

---

Doktorand:	Dr. rer. pol. Johannes Gamel
Betreuer:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Fakultät:	Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Partner-Uni:	TUM – School of Management   Prof. Dr. David Wozabal
Zeitraum:	01.08.2013 – 26.04.2018

---

Angesichts des hohen Finanzierungsbedarfs für die Umgestaltung der Energiesysteme in Europa und Deutschland sind öffentliche und private Investitionen in diesem Bereich erforderlich. Bei Investitionen in erneuerbare Energien haben private Investoren in den vergangenen Jahren nicht nur in Deutschland eine wichtige Rolle gespielt. Bei sogenannten Social Responsible Investments (SRI) hingegen hatten 2014 institutionelle Anleger einen Anteil von 97 % in der EU. Daher beschäftigte sich Dr. Gamel in seiner Dissertation mit dem Entscheidungsverhalten von privaten Investoren insbesondere im Hinblick auf die Windenergie.

Die Ergebnisse dieser Dissertation sind in drei wissenschaftlichen Publikationen niedergelegt:

Der erste Artikel „Which factors influence retail investors attitudes towards investments in renewable energies?“ wurde 2017 in der Zeitschrift „Sustainable Production and Consumption“ veröffentlicht. Darin bearbeitet Dr. Gamel die Frage, welche Faktoren die Einstellungen privater Anleger in Deutschland gegenüber Investments in erneuerbare Energien beeinflussen. Auf Basis von Literaturanalysen und Experteninterviews entwickelt er fünf Hypothesen, die anhand einer Online-Umfrage bei 2.024 Privatanlegern in Deutschland empirisch getestet werden. Die Ergebnisse eines linearen Regressionsmodells zeigen, dass die Beurteilung der regulatorischen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien, das wahrgenommene Vertrauen in NGOs, soziale Normen sowie die individuelle Risikoneigung signifikante Einflussfaktoren für die Einstellungen von Privatanlegern darstellen, wohingegen ein Einfluss des Vertrauens in die Politik nicht nachgewiesen werden kann.

In dem zweiten Essay „Which factors influence individuals intentions to invest in wind energy?“ geht er der Frage nach, welche Faktoren die Investitionsabsichten privater Anleger in Windenergieprojekte beeinflussen. Als theoretische Basis nutzt er Ajzens Theory of Planned Behavior und erweitert diese um zwei Konstrukte (Consumption profile, Investor experience). Mittels einer Strukturgleichungsmodellierung testet er die Eignung zweier Modelle und kommt zu dem Schluss, dass sein „erweitertes“ Theory of Planned Behavior-Modell die Investitionsabsichten von Privatpersonen in Windenergie mit einem korrigierten Bestimmtheitsmaß  $R^2=0,499$  besser erklärt als das klassische Ajzen-Modell. Dabei kann er einen signifikanten Einfluss subjektiver Normen, der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle, des individuellen („grünen“) Konsumprofils sowie der Investitions-Erfahrung der Anleger nachweisen, wohingegen die Einstellungen der Anleger zur Windenergie keinen signifikanten Einfluss auf ihre Investitionsabsichten in Windenergieprojekte aufweisen.

Die dritte Veröffentlichung von Dr. Gamel „Is it really all about the return on investment? Exploring private wind energy investors’ preferences“ wurde 2016 in Energy Research & Social Science publiziert. Darin untersucht er die Ausgestaltung von Windenergie Investitionsprojekten für private Investoren mittels einer ad-

aptiven Conjointanalyse und kann zeigen, dass neben typischen Eigenschaften von Finanzinvestitionen (wie die Höhe der investierten Summe, Laufzeit und Rendite) für Investitionen in Windenergieprojekte auch Kriterien wie z. B. die Lage des Windparks, Möglichkeiten der Mitbestimmung oder der Initiator des Projektes für private Anleger von Bedeutung sind. Außerdem kann er nachweisen, dass Windenergieprojekte weniger ansprechend sind für ältere Menschen, wohingegen Anleger mit größeren finanziellen Ressourcen Anlagen in Windenergie eher attraktiv finden. Personen mit einem besonders ausgeprägten Umweltbewusstsein akzeptieren nach seinen Ergebnissen in eingeschränktem Umfang finanzielle Nachteile für diese Form des Investments.

<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1367401>

**VERKAUFSBEREITSCHAFT FÜR BIOGENE  
RESSOURCEN – MARKTPOTENZIAL VON STROH IN  
ABHÄNGIGKEIT DES LANDWIRTSCHAFTLICHEN  
ENTSCHEIDUNGSVERHALTENS**

---

Doktorand:	Dr. rer. pol. Cord-Christian Gaus
Betreuung:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Fakultät:	Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Partner-Uni:	TUM – School of Management   Prof. Dr. Ennod Bahrs
Zeitraum:	20.09.2012 – 26.04.2018

---

Der Einsatz von Biomasse wird als einer der wesentlichen Handlungsstränge für einen Rohstoffwandel in der Wirtschaft im Sinne einer Bioökonomie gesehen. Um eine mögliche Konkurrenz zwischen der Nahrungsmittelproduktion und der Nutzung von Biomasse für stoffliche oder energetische Zwecke zu vermindern, wird häufig auf den Einsatz von biogenen Reststoffen oder Koppelprodukten z. B. aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder der Lebensmittelverarbeitung verwiesen, ohne dass bei den zugrunde liegenden Potenzialabschätzungen dem Verkaufsverhalten der Landwirte, insbesondere bei einem Koppelprodukt wie Stroh, das auch in der Landwirtschaft wichtige Funktionen erfüllt, besondere Beachtung geschenkt wird. Vor diesem Hintergrund analysiert Dr. Gaus in seiner Dissertation die Entscheidungsfindung und die Verkaufsbereitschaft von Landwirten für biogene Ressourcen am Beispiel Stroh. Dabei untersucht er v. a. den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Entscheidung von Landwirten für den Strohverkauf, und unter welchen Bedingungen dieser realisiert werden kann. Diese Erkenntnisse nutzt er auch, um das daraus für Bayern resultierende Potenzial für diese biogene Ressource abzuschätzen.

Basierend auf einer Literaturanalyse hat Dr. Gaus zunächst leitfadengestützte Tiefeninterviews mit insgesamt 15 Experten durchgeführt, um aus der wissenschaftlichen Literatur identifizierte Einflussfaktoren für den Strohverkauf der Landwirte zu validieren. Dieses Untersuchungsgerüst bildet die Basis für eine schriftliche Befragung von 15.000 landwirtschaftlichen Betrieben mit Strohaufkommen in Bayern im Januar 2014, die mittels eines weitgehend standardisierten Fragebogens umgesetzt wurde. Insgesamt haben 4.533 Befragte den Fragebogen beantwortet, was einer hohen Rücklaufquote von 30 % entspricht. Die Stichprobe spiegelt auch die Grundgesamtheit der getreideproduzierenden landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern gut wider.

Untersuchungen zur bisherigen Verwendung von Stroh zeigen, dass in den Jahren 2011 bis 2013 9 % des jährlichen Strohaufwuchses in Bayern in den Verkauf gingen und etwa 40 % der Landwirte bislang schon Stroh verkauft haben. Etwas mehr als die Hälfte der Landwirte sind bereit, Stroh in Zukunft zu verkaufen, insbesondere falls sie keine wesentlichen zusätzlichen Arbeitsschritte übernehmen und sich nicht vertraglich binden müssen. Zwar steigt die Verkaufsbereitschaft bei höheren als bislang am Markt erzielbaren Preisen für Stroh partiell an, jedoch liegt in allen untersuchten Szenarien die verfügbare Getreidestrohmenge maximal bei etwa einem Drittel der vorhandenen Strohmenge, da die befragten Landwirte Nachhaltigkeitsaspekten eine hohe Bedeutung beimessen.

Mittels eines Strukturgleichungsmodells wird die Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren für die Verkaufsbereitschaft der Landwirte für Stroh analysiert. Dabei zeigt sich, dass sich die Einstellung der Landwirte zum Strohverkauf stark auf ihre Verkaufsbereitschaft für dieses Produkt auswirkt. Daneben beeinflussen

die Familie, das berufliche Umfeld, der arbeitswirtschaftliche Nutzen eines Strohverkaufs sowie die Innovationsneigung die Bereitschaft der Landwirte zum Strohverkauf. Kann durch den Strohverkauf aufgrund eines gesenkten Krankheitsdrucks und einer geringeren Arbeitsbelastung nach der Getreideernte ein arbeitswirtschaftlicher Nutzen erzielt werden, hat das einen positiven Einfluss auf die Verkaufsbereitschaft für Stroh. Negativ wirkt sich hingegen aus, wenn die Landwirte dem Bodenschutz eine hohe Bedeutung beimessen oder sie beim Strohverkauf hohe z. B. zeitliche oder witterungsbedingte Risiken erwarten. Insgesamt bringt die Arbeit von Dr. Gaus wichtige empirische Erkenntnisse in einem national und international noch wenig bearbeiteten Forschungsfeld.

<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1422031>



**FACTORS INFLUENCING CITIZENS' ACCEPTANCE OF WIND ENERGY IN GERMANY**

---

Doktorandin:	Dr. rer. pol. Katharina Agathe Langer
Betreuung:	Prof. Dr. Klaus Menrad
Fakultät:	Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Partner-Uni:	TUM – School of Management   Prof. Dr. Jutta Roosen
Zeitraum:	15.02.2014 – 28.04.2018

---

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ausbauziele Deutschlands für Erneuerbare Energien bis 2035 und der teilweise heftigen öffentlichen Diskussion über die Etablierung weiterer Windparks, gerade auch in Bayern, widmet sich die kumulative Dissertation von Frau Dr. Langer der Analyse der Einflussfaktoren für die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger gegenüber der Windenergie, unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten in diesem Zusammenhang. Besonders hervorzuheben ist, dass die Dissertation von Frau Dr. Langer im Mai 2018 mit dem Straubinger Wissenschaftspreis ausgezeichnet wurde.

Die Ergebnisse dieser Dissertation sind in 3 wissenschaftliche Publikationen in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht worden:

Der erste Artikel „A qualitative analysis to understand the acceptance of wind energy in Bavaria“ wurde 2016 in der Zeitschrift „Renewable and Sustainable Energy Reviews“ publiziert. Er basiert auf Ergebnissen einer umfangreichen Literaturanalyse, ergänzt durch Erkenntnisse aus Experteninterviews mit Unterstützern und Opponenten der Windenergie in Bayern. Dabei werden die Einflussfaktoren zur Akzeptanz der Windenergie in vier Gruppen (persönliche Merkmale, wahrgenommene Nebeneffekte von Windenergieanlagen, technische Ausstattung und geographische Lage eines Windparks, politische Rahmenbedingungen und Details der Planung und Realisierung eines Windparks) eingeteilt. Zusätzlich zeigen die Ergebnisse dieser Publikation, dass es in der wissenschaftlichen Literatur keine einheitliche Meinung zur Beeinflussung der Akzeptanz der Windenergie in Abhängigkeit von der Entfernung des Wohnortes zu einer Windparkanlage gibt, jedoch die Ausgestaltung der Bürgerbeteiligung einen wesentlichen Einfluss auf die Akzeptanz der Windenergie ausübt.

Im zweiten Paper mit dem Titel „Public participation in wind energy projects located in Germany: which form of participation is the key to acceptance?“, das 2017 in der Zeitschrift „Renewable Energy“ veröffentlicht wurde, geht Frau Dr. Langer mittels einer adaptiven Choice-based Conjoint Analyse der Frage nach, welche Form der Partizipation an Windenergieprojekten von Bürgern bevorzugt wird. Dabei zeigt sich, dass die Beteiligungsmöglichkeit eine der wichtigsten Einflussfaktoren für die Akzeptanz der Windenergie ist und dass Beteiligungsformen, die die Information und die persönliche Einbindung der Bürger betonen, wesentlich positiver beurteilt werden im Vergleich zu einer finanziellen Beteiligung.

Im dritten Artikel „Factors influencing citizens' acceptance and non-acceptance of wind energy in Germany“, der 2018 vom „Journal of Cleaner Production“ zur Veröffentlichung angenommen wurde, untersucht Frau Dr. Langer mittels einer logistischen Regressionsanalyse, inwiefern die von ihr identifizierten Einflussfaktoren einen signifikanten statistischen Beitrag zur Trennung von drei Akzeptanzkategorien für Windenergie (active acceptan-

ce, ambivalence, active non-acceptance) liefern. Insbesondere die Zustimmung zu dem Faktor „prozedurale und Verteilungsgerechtigkeit“ und eine aktive oder finanzielle Bürgerbeteiligung haben einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Windenergie, wohingegen fehlende Beteiligungsmöglichkeiten sich negativ in dieser Hinsicht auswirken. Zusätzlich stellt sie fest, dass frühere Erfahrungen mit der Windenergie die Akzeptanz der Probanden positiv beeinflussen. Einen starken Einfluss auf die „Nicht-Akzeptanz“ hat die (zumeist negative) Wahrnehmung von Infraschall, der von Windenergieanlagen ausgehen soll. Zusätzlich wird eine verringerte Akzeptanz zur Windenergie festgestellt, sofern sich keine entsprechenden Anlagen in der Nähe des Wohnortes befinden. Damit widerlegt dieses Ergebnis die Grundlagen der in Bayern etablierten Abstandsregelungen für Windenergieanlagen von Wohnsiedlungen (sog. 10H-Regelung).

<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1378547>

## FARBENTWICKLUNG VON DESTILLATEN MIT HOLZKONTAKT

Doktorandin:	Dr.-Ing. Christine Höfer
Betreuung:	Prof. Dr. Dirk Rehmann
Fakultät:	Institut für Lebensmitteltechnologie
Partner-Uni:	Technische Universität Berlin   Prof. Dr.- Ing. Frank-Jürgen Methner
Zeitraum:	29.06.2015 – 22.02.2018

In der vorliegenden Arbeit werden die Auswirkungen von in der Praxis gängigen Variationen der Destillatlagerung in Holzfässern auf die Farbentwicklung dieser Getränke untersucht. Damit wird ein weit gespannter und differenzierter Beitrag zur Schließung der bestehenden Wissenslücke geleistet. Über die Einflüsse der Rahmenbedingungen Holzart, Fassgröße, Toasting oder Lager-temperatur hinaus werden die Ursachen und Ausprägungen individueller Abweichungen sowie die Prozesse und Kinetik der Farbentwicklung eingehend aufgezeigt und diskutiert. Aus den Ergebnissen können drei physikalisch-chemische Reaktionsmechanismen identifiziert werden, die die Farbentwicklung von Destillaten mit Holzkontakt beeinflussen und in komplexen Systemzusammenhängen wirken: Extraktion von färbenden Holz-inhaltsstoffen aus einer variablen Matrix mit insbesondere durch das Toasting veränderten Eigenschaften, zweitens farbverändernde, simultan ablaufende Sekundärreaktionen im Holzextrakt und drittens die ausgeprägte Halochromie der farbaktiven Extraktstoffe. Es wird nachgewiesen, dass die Farbe von holzfassgelagerten Destillaten die hedonische Präferenz signifikant beeinflusst, noch bevor Geschmacks- oder Geruchsunterschiede wahrgenommen werden können. Für Produzenten ist es daher von großer Bedeutung, eine genaue Prognose über die qualitative und quantitative Farbentwicklung bei Lagerung von Destillaten mit Holzkontakt aufstellen zu können. Aus einem teilvalidierten Greybox Modell werden die statistisch signifikanten Einflussgrößen abgeleitet und ihre Anteile an der Streuung der Farbwerte quantifiziert. Die Farbe von Pflaumendestillat mit Finishing in Kastanienholzfässern kann mit diesem Modell innerhalb des 95 % Konfidenzintervalls vorhergesagt werden. Zur exakten Farbprognose individueller Lagerkonstellationen mit Eichen- und Kastanienholz wird eine numerische Methode vorgestellt, die mit in der Praxis üblicherweise vorhandenen Softwarelösungen bewerkstelligt werden kann.

<https://dx.doi.org/10.14279/depositonce-6735>

## AUFBEREITUNG VON BIERTREBERN FÜR EINE OPTIMIERTE ENERGETISCHE UND STOFFLICHE NUTZUNG

Doktorand:	Dr. agr. Severin Fleischmann
Betreuung:	Prof. Dr. Winfried Maria Ruß
Fakultät:	Bioingenieurwissenschaften
Partner-Uni:	Universität Kassel   Prof. Dr. sc. agr. Oliver Hensel
Zeitraum:	01.01.2011 – 05.09.2018

Der Rohstoff Biertreber kann aufgrund seiner Zusammensetzung zu den nachwachsenden Rohstoffen gezählt werden. Die bisherigen Ansätze zur anaeroben Fermentation mit dem Ziel, Biogas zu gewinnen, sind aufgrund der in den Biertrebern enthaltenen lignocellulösen Bestandteile, welche zu langen Fermentationszeiten führen, zum jetzigen Zeitpunkt nicht wirtschaftlich. Es existieren momentan auch keine weiteren wirtschaftlich sinnvollen Wege zur stofflichen Nutzung.

Die vorliegende Arbeit befasst sich daher mit der Aufgabe, ein neues Konzept zur wertschöpfenden und stofflichen Nutzung des industriellen biogenen Reststoffs Biertreber zu untersuchen. Dazu wurden die Biertreber in einzelne Fraktionen aufgeteilt, um diese dann getrennt zu verwerten. Zum einen wurde dabei betrachtet, inwieweit sich Biertreber in einem großtechnischen Maßstab entwässern lassen. Dafür wurden die Biertreber mit einer Schneckenpresse in eine feste und in eine flüssige Phase getrennt. Die feste Phase wurde hinsichtlich ihrer Eignung als Brennstoff in Hackschnitzelfeuerungen, die flüssige Phase hinsichtlich ihrer Eignung zur Biogasfermentation untersucht. Zum anderen wurde die Möglichkeit einer hydrothermalen Behandlung der Biertreber im Labormaßstab untersucht. Ziel war es, die lignocellulösen Strukturen der Biertreber aufzuschließen, um dann die cellulösen Bestandteile abtrennen zu können. Aufgrund der in den Biertrebern enthaltenen Fette und Proteine sowie wegen der feinen Partikel kommt es allerdings zu Verlusten bei den als Aufschlussflüssigkeit eingesetzten Chemikalien.

Die aus den Biertrebern gewonnenen Fasern sind vergleichsweise kurz, weshalb sie z. B. als Füllmaterial für Kartonagen eingesetzt werden können. Trotz der guten Eigenschaft, dass sie beim Trocknen aufquellen, sind der Aufschluss der in den Biertrebern enthaltenen lignocellulösen Strukturen und die getrennte Verwertung der Fasern aus wirtschaftlicher Sicht momentan nicht interessant.

Mit den Versuchen zur Entwässerung der Biertreber konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz einer Schneckenpresse auch im großtechnischen Maßstab Trockensubstanzgehalte erreicht werden können, die es ermöglichen, die gepressten Biertreber in Mischungen mit Hackschnitzeln in entsprechenden Feuerungsanlagen als Brennstoff einzusetzen. Die Verbrennung von solchen Mischbrennstoffen in einer Rostfeuerung konnte störungsfrei durchgeführt werden. Grundsätzlich kann daher festgestellt werden, dass die thermische Verwertung von Biertrebern in Beimischung zu Holzhackschnitzeln in einer Vorschubrostfeuerung technisch gut realisierbar ist.

<https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/11278>



## IMPRESSUM

Forschungsbericht 2018 der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
© Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
PDF-Version: [www.hswt.de/forschungsbericht](http://www.hswt.de/forschungsbericht)  
ISSN 2365-9165

## HERAUSGEBER

Prof. Dr. Markus Reinke  
Vizepräsident für Forschung und Wissenstransfer

## ANSCHRIFT

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Am Hofgarten 4 | 85354 Freising  
[www.hswt.de](http://www.hswt.de)

## REDAKTION, GESTALTUNG UND SATZ

Gerhard Radlmayr | Franziska Kohlrusch  
Zentrum für Forschung und Wissenstransfer (ZFW)  
Team Wissenstransfer / Forschungskommunikation  
Tel.: +49 8161 71-3350, -5107  
[kommunikation.zfw@hswt.de](mailto:kommunikation.zfw@hswt.de)

Die inhaltliche Verantwortung der Projektberichte liegt bei der jeweiligen Projektleitung

## LAYOUT

Josef Gangkofer  
Referat für Corporate Design

## BILDNACHWEISE

Seite 10, Spalte 2 oben: © Hauke Seyfarth, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten; Seite 43, rechts, 45, beide Bilder: © Ursula Blum; Seite 52, Abb. 1: R. Baier; Seite 53, Abb. 3: M. Kohlpaintner  
Alle sonstigen Bilder: © HSWT

Titelbild: © HSWT / Imagefilme





*Applied Sciences  
for Life*

