

PROJEKTSTECKBRIEFE

Die Interaktion von Pflanzen, Boden und Mikroorganismen ist ein spannendes und hochaktuelles Forschungsfeld. Im Folgenden werden wissenschaftliche Projekte vorgestellt, die sich mit dem Thema anhand unterschiedlicher Fragestellungen und Ziele beschäftigen und dabei ganz verschiedene Ansätze verfolgen. Einige untersuchen die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Ebenen des gesamten Systems, andere betrachten die Details molekularer Mechanismen. Dabei sollen in allen Fällen die zugrundeliegenden Prozesse besser verstanden und Lösungsansätze entwickelt werden, um landwirtschaftliche Erträge zu steigern und gleichzeitig den Boden nachhaltig zu bewirtschaften. Die vorgestellten Projektsteckbriefe stehen stellvertretend für eine Vielzahl von Projekten und Förderprogrammen mit dem Schwerpunkt **Pflanze-Boden-Mikroorganismen-Interaktion**.



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Die vorgestellten Projekte werden im Rahmen von Forschungsprogrammen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

DAS PROJEKT INPLAMINT

Interaktionen zwischen Pflanzen, Boden und Mikroorganismen verstehen

In der Landwirtschaft werden Düngemittel auf die Felder ausgebracht, um das Wachstum der Pflanzen und die Erträge zu sichern. Ein übermäßiger Düngereinsatz führt jedoch zu Nährstoffungleichgewichten im Boden, die wiederum Nährstoffverluste, erhöhte Treibhausgasfreisetzung in die Atmosphäre und die Verschmutzung des Wassers zur Folge haben. Eine nachhaltige Landwirtschaft muss aber Wege finden, Düngemittel effizient einzusetzen und gleichzeitig die Produktivität und Qualität unserer Nutzpflanzen zu erhalten oder sogar zu steigern.

Das Projekt INPLAMINT verfolgt eine zentrale Idee: Wenn man im Pflanzenanbau auch die komplexen Nährstoffkreisläufe und Interaktionen zwischen Pflanzen, Boden und Mikroorganismen berücksichtigt und die Dünge- und Bodenverbesserungsmaßnahmen zeitlich darauf abgestimmt, kann die Nährstoffnutzungseffizienz in der Pflanzenproduktion verbessert werden. Das bedeutet, dass die Nährstoffe, die der Bauer durch die Dün-

gung auf die Felder ausbringt, vollständig von den Pflanzen aufgenommen, genutzt und in Biomasse umgewandelt werden. Die Umwelt wird dadurch entlastet, weil ineffiziente Düngung vermieden wird.

Bei INPLAMINT

klärt man daher die zentralen Schlüsselprozesse auf, die für den Nährstoffumsatz und die Nährstoffflüsse im mikrobiellen Pflanze-Boden-System entscheidend sind. Berücksichtigt werden Bodentyp, Fruchtwechsel, Düngung, Temperatur und Feuchtigkeit. Der Schwerpunkt liegt auf der Bedeutung der Bodenmikroorganismen und ihrer Rolle für die Nährstoffaufnahme der Pflanzen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden dann Empfehlungen und Anbaustrategien entwickelt, die zur Verbesserung der Bodenfunktionen und der Optimierung der Nährstoffnutzungseffizienz in der Landwirtschaft unter verschiedenen Bodenbedingungen und Klimawandel-Szenarien führen.



INPLAMINT

Erhöhung der landwirtschaftlichen Nährstoffnutzungseffizienz durch Optimierung von Pflanze-Boden-Mikroorganismen-Wechselwirkungen

- **Förderprogramm:** BonaRes – Boden als nachhaltige Ressource
- **Förderkennzeichen:** 031B0508
- **Laufzeit:** 01/05/2015 – 30/04/2021
- **Projektbeteiligte:** Forschungszentrum Jülich, Freie Universität Berlin, Helmholtz Zentrum München, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Universität zu Köln, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Leuphana Universität Lüneburg
- **Mehr Informationen:** www.bonares.de/inplamint-de



CATCHY

Zwischenfrüchte als agronomische Maßnahme zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Ertragssicherheit

- **Förderprogramm:** BonaRes – Boden als nachhaltige Ressource
- **Förderkennzeichen:** 031A559
- **Laufzeit:** 01/04/2015 – 31/03/2021
- **Projektbeteiligte:** Universität Bremen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Deutsche Saatveredelung AG (DSV) Zuchtstation Asendorf, Justus Liebig Universität Gießen, Leibniz-Institut für Pflanzengenetik & Kulturpflanzenforschung (IPK), Leibniz Universität Hannover,
- **Versuchspflanzen:** Weizen, Mais, Zwischenfrüchte
- **Mehr Informationen:** www.bonares.de/catchy

DAS PROJEKT CATCHY

Zwischenfrüchte für mehr Bodenfruchtbarkeit und Ertrag

In der integrierten Landwirtschaft werden Zwischenfrüchte in den saisonal bedingten Lücken zwischen zwei Hauptkulturen angebaut. Als Zwischenfrüchte bezeichnet man Feldpflanzen, die zeitlich vor und nach den eigentlichen Anbaupflanzen auf den Äckern stehen. Normalerweise liegen diese Flächen in Herbst und Winter brach. Der Zwischenfruchtanbau ist Teil eines Fruchtfolgesystems. Fruchtfolgen wirken sich grundsätzlich positiv auf die biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens aus. Sie fördern die Nachhaltigkeit und den Ertrag. Außerdem kann der Zwischenfruchtanbau Randstandorte aufwerten, die normalerweise landwirtschaftlich nicht genutzt werden können.

Ein Hauptziel von CATCHY

ist es, Zwischenfrüchte zur Entwicklung innovativer Anbausysteme heranzuziehen, die die Bodenfruchtbarkeit erhalten und verbessern. Üblicherweise werden auf einem Acker nur einzelne Pflanzenarten als Zwischenfrüchte angebaut. Bei CATCHY wird die Wirkung des gleichzeitigen An-

baus verschiedener Zwischenfrüchte systematisch untersucht. Die Idee dahinter ist, dass sich die mikrobielle Zusammensetzung des Bodens positiv verändert, wenn verschiedene Zwischenfrüchte gleichzeitig angebaut werden. Dazu müssen aber die Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die die Bodenfruchtbarkeit, die biologischen Funktionen und die Wechselwirkungen im Boden und der Rhizosphäre bewirken, besser verstanden werden. In als Dauerversuche angelegten Feldexperimenten mit Zwischenfrüchten, die in unterschiedlichen Fruchtfolgen integriert sind, erforscht das Team von CATCHY daher die Effekte verschiedener Zwischenfruchtarten und -mischungen.

Die Ergebnisse sind die Grundlage

für die Entwicklung kommerzieller Zwischenfruchtmischungen, die auf bestimmte Standorte und Umweltbedingungen abgestimmt sind. Auf diese Weise bleiben die wichtigen Bodenfunktionen unserer Äcker erhalten oder können wiederhergestellt werden.

DAS PROJEKT CHITOPop

Pappeln müssen nützliche und schädliche Pilze unterscheiden

Pappeln werden in sogenannten Kurzumtriebsplantagen für die Produktion von Bioenergie eingesetzt. Bei dieser Anbauart werden schnellwachsende Bäume angepflanzt, die in möglichst kurzer Zeit wieder geerntet werden können. Daher spricht man auch von Schnellwuchsplantagen. Während der gesamten Zeit ist die Plantage ständig von verschiedensten Pilzerregern bedroht, die schwere Schäden an den Bäumen verursachen können. Die meisten dieser schädlichen Pilzerreger der Pappel sind Rostpilze der Gattung *Melampsora*. Sie können jährliche Wachstumseinbußen von bis zu 50 Prozent verursachen.

Pappeln erkennen Pilze

über Chitin-Rezeptoren. Die Wahrnehmung des Chitins löst in Pappeln eine

Immunantwort aus, die zu einer Resistenz gegen die Eindringlinge führen kann. Gleichzeitig soll die Pappel aber in ihrer Fitness durch Erhöhung der Mykorrhizierung gestärkt werden. Diese pilzlichen Symbionten müssen also die Immunantwort der Pappel umgehen oder unterdrücken, um die Etablierung einer Mykorrhizierung zu erreichen.

Im Projekt ChitoPop

wurden diejenigen Gene bei Pappeln identifiziert, die die Resistenz gegenüber schädlichen Pilzen erhöhen. Gleichzeitig sollten dabei aber nützliche Mykorrhizapilze an den Wurzeln gefördert werden. So kann die Immunantwort und gleichzeitig der Mykorrhizierungsgrad der Pappel gestärkt werden. Im Projekt wurde auch die Gen-Schere CRISPR/Cas eingesetzt.

ChitoPop

Optimierung der Pathogenresistenz und Mykorrhizierung von Pappeln durch Modifikation von LysM-Proteinen

- **Förderprogramm:** Pflanzenzüchtungsforschung für die Bioökonomie
- **Förderkennzeichen:** 031B0203
- **Laufzeit:** 01/10/2016 – 31/03/2020
- **Projektbeteiligte:** Georg-August-Universität Göttingen, Johann Heinrich von Thünen-Institut Großhansdorf
- **Versuchspflanze:** Pappel
- **Mehr Informationen:** www.pflanzenforschung.de/qr/ChitoPop

Mit dieser Methode konnten genomeditierte Pappeln erzeugt werden, die ein verändertes Symbiosepotenzial und Abwehrverhalten gegen pathogene Pilze aufweisen.

DAS PROJEKT ROOTWAYS

Wurzelkanäle in den Untergrund

Unter der fruchtbaren Humusschicht der Ackerkrume liegt der Unterboden. Er ist meist gering bewurzelt und spielt in der konventionellen Landwirtschaft eine untergeordnete Rolle. Zunehmende und langanhaltende Dürreperioden verschlechtern aber die Nährstoffverfügbarkeit in der Ackerkrume. Daher muss man in der Landwirtschaft umdenken und in Zukunft den Unterboden zur Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzen ebenfalls nutzen.

Hier setzt das Projekt RootWayS an. Das Ziel des Projekts ist es, tiefwurzeln Winterzwischenfruchtmischungen zu entwickeln, die mit ihren Wurzeln auch den tiefergelegenen Unterboden durchdringen. Die danach angebaute Hauptfrucht kann dann die entstandenen Wurzelkanäle der Zwischenfrucht nutzen und so einen direkten Zugang zu den Unterbodenressourcen bekommen.

Durch die Kombination

flach- und tiefwurzeln Winterzwischenfruchtspezies innerhalb der kurzen Wachstumsperiode im Winter werden tiefe Wurzelkanäle im Boden erzeugt. Danach wird Mais angebaut und der Anteil wiederdurchwurzelter Wurzelkanäle quantifiziert. Dabei sind besonders zwei Schlüsselfaktoren entscheidend: der Bo-

dentyp und der Bodenwasserhaushalt. Daher werden Feldexperimente auf drei landwirtschaftlichen Hauptbodentypen durchgeführt und auch ein Dürreszenario simuliert.

Es kommen physikochemische und mikrobiologische Methoden zum Einsatz, mit denen die Poren in den Wurzelkanälen charakterisiert werden. Durch die Analyse der Poren in den Kanälen lässt sich auf die Interaktion der Maisrhizosphäre bei der Wiederdurchwurzelung der Wurzelkanäle schließen. Durch den Einsatz von Markierungsmitteln (Tracer) kann der Zugang der Maispflanzen zu den Unterbodenressourcen genau nachverfolgt werden. Um mögliche positive Effekte des Zwischenfruchtanbaus auf die Versorgung der Maispflanzen analysieren zu können, verwendet man auch drohnenbasierte Thermographie. Durch Thermographie kann man großflächig die Wasser- und Nährstoffnutzung der Pflanzen beurteilen.

Anhand der gewonnenen Informationen wird es möglich sein, mit Hilfe von Ertragsmodellen den Maisertrag in Abhängigkeit vom Zwischenfruchtmanagement vorherzusagen. Die Ergebnisse tragen zur Entwicklung von Anbauempfehlungen bodentypenspezifischer Zwischenfruchtmischungen bei steigendem Dürreerisiko bei.



RootWayS

Wir machen den Weg frei: Tiefwurzeln Winterzwischenfruchtmischungen erleichtern den Zugang zu Unterbodenressourcen

- **Förderprogramm:** Pflanzenwurzeln und Bodenökosysteme: Bedeutung der Rhizosphäre für die Bioökonomie (Rhizo4Bio)
- **Förderkennzeichen:** 031B0911A
- **Laufzeit:** 01/04/2020 – 31/03/2024
- **Projektbeteiligte:** Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Georg-August-Universität, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) Leipzig, Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co. KG in Krefeld, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick (Schweiz)
- **Versuchspflanzen:** Mais, Rotklee, Rohrschwengel und Ölrettich
- **mehr Informationen:** www.bonares.de/rootways

Zum Weiterlesen und Recherchieren



Ackerbau: Die Kraft der Zwischenfrüchte

BIOÖKONOMIE.de

Mit Zwischenfruchtmischungen will ein Forschungskonsortium Böden langfristig fruchtbarer machen und neue Anbausysteme entwickeln, die zur Ertragssteigerung beitragen.

<https://biooekonomie.de/foerderung/foerderbeispiele/ackerbau-die-kraft-der-zwischenfruechte>

Symbiose ist wie eine Geschäftsbeziehung

Interview mit Dr. Stephanie Werner

www.pflanzenforschung.de/qr/Interview-Symbiose

Was macht ihr da eigentlich im Labor?



Junge Pflanzenforschung in Deutschland (Video 10:02) transGEN <https://youtu.be/ABM6r4qIsfQ>

BONARES Newsletter Frühjahr 2020

Umfangreiche Hintergrundinformationen zum Projekt CATCHY mit vielen Einblicken in die Forschungsarbeit.

<https://newsletter.bonares.de:8443/newsletter/pdf/5ebd09887513790ff400dd2b>

Mit Tiefwurzeln den Unterboden erobern

BIOÖKONOMIE.de

Mit tiefwurzeln Winterzwischenfruchtmischungen wollen Forschende für Maispflanzen eine Schnellstraße zu den Nährstoff- und Wasserressourcen im Unterboden bauen und sie so besser vor Trockenheit schützen.

<https://biooekonomie.de/foerderung/foerderbeispiele/mit-tiefwurzeln-den-unterboden-erobern>

Zum Weiterlesen und Recherchieren



Folge 8 - Zoom+ - INPLAMINT:

Dressierte Mikroben für einen fruchtbaren Boden

(Video 13:18 min) BIOÖKONOMIE.de

Im BONARES-Projekt INPLAMINT geht es um die Erhöhung der landwirtschaftlichen Nährstoffnutzungseffizienz. Das soll durch die Optimierung der Wechselwirkungen von Pflanze, Boden und Mikroorganismen gelingen. Ziel ist es, Bodenfunktionen und Nährstoffnutzungseffizienz in der Nahrungsmittelproduktion zu verbessern und optimierte Anbaustrategien zu entwickeln. Ziel ist die Verbesserung der Bodenfunktionen und Nährstoffnutzungseffizienz in der Nahrungsmittelproduktion, sowie die Entwicklung optimierter Anbaustrategien.

<https://youtu.be/MNxXz84BwKA>



Folge 20 - Zoom - CATCHY:

Das Geheimnis der Zwischenfrüchte

(Video 08:48 min) BIOÖKONOMIE.de

Der Anbau von Zwischenfrüchten ist eine altbewährte Praxis in der Landwirtschaft. Ackersenf oder Leguminosen werden nach der Ernte von Mais oder Weizen aufs Feld gebracht, um den Boden für die nächste Hauptfrucht fit zu halten oder zu verbessern. Im Bodenforschungsverbundprojekt namens CATCHY haben Partner aus Forschung und Wirtschaft in den vergangenen Jahren den Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Bodenfruchtbarkeit genauer untersucht, um neue innovative Anbausysteme zu entwickeln.

<https://youtu.be/XC53r5FvGuE>



Foto: ©Adobe Stock/Christian Schwier

Forschungsbörse bringt Bioökonomie in den Unterricht

Findet Forschende, die euch besuchen und in die spannende Welt der Wissenschaft und Forschung einführen!

www.forschungsboerse.de



Arbeitsaufträge

1. Betrachte das Video „INPLAMINT: Dressierte Mikroben für einen fruchtbaren Boden“. Bearbeite im Anschluss die folgenden Fragen:
 - a) Welches sind die wichtigsten Funktionen des Bodens und wodurch werden sie zunehmend bedroht?
 - b) Warum eignet sich der Tagebau im rheinischen Braunkohlerevier für die Wissenschaft besonders gut, um diese Fragen zu bearbeiten?
 - c) Was wird im Labor am Forschungszentrum Jülich untersucht?
 - d) Warum wird die Bodenqualität durch die Bewirtschaftung wieder schlechter? Welche Probleme ergeben sich?
 - e) Mit welchen einfachen Maßnahmen sollen die Nährstoffausträge, die Verunreinigung des Grundwassers und die Entstehung von Lachgas zukünftig vermieden werden?
 - f) Was ist das übergeordnete Ziel der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Forschungsstandort der Universität zu Köln?
 - g) Welche Lebewesen sind an den Verwertungsprozessen im Boden beteiligt?
- h) Warum spielen Bodenmikroben eine Schlüsselrolle bei der Vermeidung von Nährstoffverlusten des Bodens?
 - i) Was wird mit Hilfe der Respirationalanlage und in der Inkubationskammer untersucht?
2. Betrachte das Projektvideo „CATCHY: Das Geheimnis der Zwischenfrüchte“ und bearbeite folgende Aufgaben.
 - a) Fasse die Ziele des Projekts und den Versuchsablauf mit eigenen Worten zusammen.
 - b) Recherchiere die Begriffe „Fruchtfolge“, „Monokultur“ und „Mischkultur“. Gibt es Vor- und Nachteile dieser landwirtschaftlichen Anbauverfahren?
3. Lies den Beitrag zu RootWays „Mit Tiefwurzeln den Unterboden erobern“ und beantworte im Anschluss folgende Fragen.
 - a) Warum ist es in Hinblick auf häufige Dürreperioden wichtig, dass auch der Unterboden in die Feldbewirtschaftung einbezogen wird? Welche Rolle spielen dabei Zwischenfruchtmischungen?
 - b) Wie tief reichen jeweils die Wurzel einer Maispflanze und tiefwurzelter Zwischenfrüchte in den Boden hinein?
- c) Welche Rolle spielt aus Sicht der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen hierbei das Mikrobiom?
 - d) Wie ist zu erkennen, ob die Maispflanze tatsächlich die vorhandenen Wurzelkanäle der Zwischenfrucht nutzt?
 - e) Was wird mit Hilfe der drohnengestützten Thermographie gemessen und überprüft?
 - f) Wie wird der Kohlenstoffeintrag in die Rhizosphäre untersucht?
 - g) Wie werden extreme Klimabedingungen, wie Trockenheit, simuliert?
4. Beschäftigen dich mit dem klassischen Profil eines Ackerbodens. Wie ist es aufgebaut? Welche Prozesse finden in den einzelnen Zonen statt.
5. Recherchiere zum Projekt ChitoPop und bearbeite Sie folgende Aufgaben.
 - a) Fasse in eigenen Worten die Projektziele des Projekts ChitoPop zusammen.
 - b) Diskutiere, wie eine Pflanze Pilze in ihrer Umgebung erkennt und mit welchem Trick sich pathogene Pilze für die Pflanzen unsichtbar machen können.