



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

EIN OPTIMALES MIKROBIOM

Das Projekt RECONSTRUCT



Künstlich zusammengestellte Mikrobengemeinschaften und synthetischer Boden werden im Projekt RECONSTRUCT systematisch kombiniert und analysiert, um die richtigen Mikroorganismen zu identifizieren, die das Wachstum und die Erträge von Mais ankurbeln können.

Das Projektporträt von RECONSTRUCT ist ein gutes Beispiel dafür, wie Forschungsprojekte geplant und Experimente und Analysen Schritt für Schritt umgesetzt werden. Die Durchführung folgt einem bestimmten Ablauf experimenteller und theoretischer Arbeitsschritte, die systematisch ineinandergreifen und sich gegenseitig bedingen. In der Pflanzenzüchtung muss zusätzlich zwischen Standardbedingungen in Labor und Gewächshaus und reale Bedingungen im Freiland unterschieden werden, um gewonnene Forschungsergebnisse in die Anwendungssituation auf dem Feld übertragen zu können. Neben den Pflanzenwissenschaften sind zahlreiche weitere Disziplinen notwendig: Omics-Technologien ermöglichen die Erzeugung einer neuen Qualität und Vielfalt an Daten. Die Bioinformatik liefert die Werkzeuge zur Analyse und Zusammenführung dieser sehr verschiedenen Daten-

sätze. Durch Modellierung können die wesentlichen Einflussfaktoren des Systems identifiziert und Vorhersagen getroffen werden. Diese müssen dann experimentell überprüft werden. In ihrer Gesamtheit tragen all diese Disziplinen dazu bei, die regulatorischen Prozesse des Gesamtsystems besser zu verstehen.

Das ist die Vision: Man kann eine Nutzpflanzensorte auswählen, die optimal zu den vorhandenen Böden und Anbaumethoden passt. Und man bekommt mit dem Saatgut auch gleich die richtigen Bodenmikroorganismen mitgeliefert, die bestes Wachstum garantieren. Das Projekt RECONSTRUCT trägt dazu bei, dies Realität werden zu lassen. Mit künstlich zusammengestellten Mikrobengemeinschaften sowie synthetischem Boden wird erforscht, welche Mikroben das Wachstum und die Erträge von Mais ankurbeln.

Nutzpflanzen leben in engem Austausch mit dem Boden, und hier interagieren sie mit zahlreichen Mikroorganismen. Einige Mikroben sind schädlich für die Pflanzen. Andere wiederum haben eine wachstumsfördernde Wirkung. Im Projekt RECONSTRUCT will man herausfinden, wie man die Interaktionen von Maispflanzen, Mikrobiom und Boden gezielt beeinflussen kann, um die Ernte abhängig von den Umweltbedingungen bestmöglich ausfallen zu lassen.

Die Ziele

„Wir wollen am Ende geeignete Maissorten mit passendem Mikrobiom auswählen können, die auf bestimmten Böden unter minimalem Eintrag von Düngern und Pflanzenschutzmitteln gut und ertragreich wachsen“, fasst Projektkoordinator Professor Marcel Bucher vom Botanischen Institut der Universität zu Köln die Ziele des RECONSTRUCT-Konsortiums zusammen. Doch dafür müssen zunächst die richtigen Mikroorganismen identifiziert werden.

Das Vorgehen

Vom Feld ins Labor: Feldversuche und Omics-Untersuchungen

Im ersten Schritt werden fünf genetisch stark diverse Maissorten auf Feldern mit vier unterschiedlichen Bodenbe-

wirtschaftungssystemen angebaut. „Die Felder werden zum Beispiel seit vielen Jahrzehnten unterschiedlich gedüngt und eignen sich daher sehr gut für unsere Versuche“, erläutert Dr. Nina Gerlach, wissenschaftliche Koordinatorin an der Universität zu Köln. Anschließend werden Proben vom wurzelnahen Boden, der Rhizosphäre, genommen und genau definierte Bereiche der Pflanzen geerntet.

Das Wachstum und die Physiologie der Maispflanzen sowie die Zusammensetzung der genommenen Proben werden mittels Omics-Methoden analysiert: Neben dem Transkriptom, der Gesamtheit aller exprimierten Gene, und dem Ionom, der Gesamtheit der in der Pflanze zum Zeitpunkt der Probenahme enthaltenen Nährelemente, wird das Metabolom als Spiegel des aktiven Stoffwechsels der Pflanzen untersucht. Darüber hinaus betrachtet man das Mikrobiom, die Gesamtheit der in Pflanze und Boden natürlicherweise vorhandenen Mikroorganismen, sowie die Eigenschaften des landwirtschaftlichen Bodens.

Bei der Datenanalyse spielt die Bioinformatik eine sehr große Rolle: Die großen Datenmengen müssen zunächst verarbeitet und anschließend nach bestimmten Kriterien mithilfe statistischer Methoden ausgewertet werden. Am Ende werden die Ergebnisse der verschiedenen Omics-Analysen miteinander verknüpft. Damit alle Projektpartner jederzeit Zu-



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

Die Wurzeln und ihre Interaktionen mit Mikroorganismen haben große Auswirkungen auf die pflanzliche Produktivität.

griff auf die Daten haben, wird eigens für das Projekt eine virtuelle Plattform, die RECONSTRUCT-Datenbank, erstellt. Alle Daten werden hier zentral abgelegt und liegen so für jeden nutzbar vor.

Modellierung

Nachdem durch die Feldversuche das Pflanzenwachstum, die mikrobielle Biodiversität des Bodens und die Bodeneigenschaften gemessen wurden, können anschließend am Computer erste Modelle erstellt werden. Bei der Modellierung versucht man, die wachstumsfördernden oder wachstumshemmenden Aktivitäten der Mikroorganismen vorherzusagen. Dann selektiert man nach förderlichen



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

Die Wurzel der Maispflanze wird geerntet und anschließend analysiert. Vor allem die Mikroorganismen stehen hier im Fokus.

Mikroben und überlegt, wie eine insgesamt förderliche Mikroorganismengemeinschaft aussehen könnte. Deren Effekt auf die Pflanzenbiomasse wird dann prognostiziert.

Experimente:

Mikrobengemeinschaften und Boden werden „rekonstruiert“

Im nächsten Schritt überprüft man diese Vorhersagen durch Experimente im Gewächshaus. Dafür werden synthetische Mikrobengemeinschaften im Labor her-



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

Mais-Aussaat auf den Versuchsfeldern: Im ersten Schritt werden fünf genetisch stark diverse Maissorten auf Feldern mit vier unterschiedlichen Bodenbewirtschaftungssystemen angebaut.



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

Erntesaison: Ein Team vom Projekt RECONSTRUCT nimmt Proben und erntet genau definierte Bereiche der Pflanzen. Dafür wird eine mobile Erntestation im Freiland errichtet.

gestellt und dann deren tatsächliche Effekte auf die Maispflanzen untersucht.

Damit die Experimente vergleichbar und reproduzierbar sind, wird im Projekt neben künstlichen Mikrobiomen auch synthetischer Boden hergestellt. Zunächst werden alle Bodenbestand-

teile analysiert und abschließend im Labor nachgebildet. „Dafür mischen wir im Projekt verschiedene käufliche Substrate, beispielsweise Quarzsand mit unterschiedlichen Korngrößen und unterschiedliche Mineralien mit Elementen wie Eisenoxid“, erklärt Professor Bucher.

Die Maissamen werden dann im sterilisierten natürlichen Boden oder im künstlichen Substrat, welche ausschließlich die synthetischen Mikrobengemeinschaften enthalten, zum Keimen gebracht. Nach einer Wachstumsphase von einigen Wochen werden die Versuchspflanzen geerntet und – wie davor die Feldpflanzen – analysiert. Durch die kontrollierten Bedingungen kann genau bestimmt werden, wie sich die künstlichen Gemeinschaften auf die Pflanzen auswirken. Das Modell wird über die Experimente nicht nur überprüft, sondern kann mit diesen Daten Schritt für Schritt verbessert werden.

Vom Gewächshaus ins Feld

Anschließend wird getestet, ob die beobachteten Effekte auch unter Feldbedingungen auftreten. Mit anderen Worten: Die Resultate aus den Gewächshausversuchen werden dann unter realen Anbaubedingungen überprüft.

Die Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass die einzelnen Maissorten sehr unterschiedlich auf die spezifischen Bedingungen eines Standortes, das heisst die Bodeneigenschaften, Bodenbearbeitung und unterschiedlichen Mikrobiome, reagieren. Bis zu einem gewissen Grad werden auch die Mikrobiome durch die genetische Ausstattung der Pflanzen beeinflusst, aber überwiegend sind der Bodentyp und das Mikrohabitat (Boden-Rhizosphäre-Wurzel) entscheidend. Wie bei vielen Kulturpflanzen spielt die Mykorrhhi-



Bildquelle: © Projekt RECONSTRUCT

Wachstum und Entwicklung der Maispflanzen werden beobachtet. Dafür werden wichtige Pflanzenparameter (Blattzahl, Größe, etc.) im Feld erfasst.

zymbiose auch unter Feldbedingungen eine wichtige Rolle bei der Ertragsbildung von Mais.

Klar ist bereits jetzt, dass für eine optimale Zusammensetzung des Mikrobioms individuelle Lösungen für unterschiedliche Flächen und Nutzpflanzen benötigt werden. Durch ein optimales System aus Pflanzen, Boden und Mikroorganismen könnte zukünftig der Ertrag von Mais bei geringerem Einsatz von Dünger und Pestiziden gesteigert werden. Eine „One-fits-all“-Lösung kann es aber auch in Zukunft nicht geben.




© Pixabay / wal_172619


Pflanzensteckbrief Mais

Wissensch. Name	Zea mays
Deutscher Name	Mais
Englischer Name	maize, corn
Familie	Poaceae (Süßgräser)
Genomgröße (Basenpaare)	2.3 Gbp
Genomgröße (Gene)	> 32.000
Chromosomen	diploid (2n = 20)
Jahr der Sequenzierung	2009


Informationen zu Ursprung, Verbreitung und wirtschaftlicher Bedeutung der Kulturpflanze Mais www.pflanzenforschung.de/qr/Mais



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung



RECONSTRUCT

Aufdecken des Beitrags der Bodenbiodiversität zu Wachstum und Fitness der Nutzpflanze Mais durch die Kombination von „omics“-basierter prädiktiver (in silico) Modellierung und Rekonstruktionsbiologie

- **Versuchspflanze:** Mais
- **Förderprogramm:** Pflanzenzüchtungsforschung für die Bioökonomie
- **Förderkennzeichen:** 031B0200 (A-E)
- **Laufzeit:** 01.09.2016 – 31.08.2019
- **Projektbeteiligte:** Universität zu Köln, FAU Erlangen-Nürnberg, Universität Potsdam, MPI für Molekulare Pflanzenphysiologie, MPI für Pflanzenzüchtungsforschung, Forschungszentrum Jülich
- **Mehr Informationen** www.pflanzenforschung.de/qr/Reconstruct

Zum Weiterlesen und Recherchieren



Bodenbiodiversität wirkt bis in den Supermarkt

Einfluss der Bodenorganismen bisher wenig untersucht

Bodenorganismen können den Nährstoffgehalt von Pflanzen verbessern – das wurde in den vergangenen Jahren umfangreich erforscht. Aber auch Lagerung und Verarbeitung nach der Ernte lassen sich durch die Bodenbiodiversität positiv beeinflussen, wie sich an einigen Beispielen gezeigt hat. Systematische Forschung fehlt hier jedoch noch.

www.pflanzenforschung.de/qr/Supermarkt

Pflanzen sind niemals allein

Ein Interview mit dem Projektkoordinator von RECONSTRUCT Professor Marcel Bucher von der Universität zu Köln

„Die Pflanze ist kein isolierter Organismus, sondern immer von einer verblüffend großen Anzahl an Mikroorganismen besiedelt“, erklärt Prof. Dr. Marcel Bucher vom Botanischen Institut der Universität zu Köln. Wir sprachen mit ihm über seine Forschung zum Mikrobiom, dessen Effekt auf die pflanzliche Entwicklung und Fitness sowie über synthetische Mikrobengemeinschaften und wie diese in einer nachhaltigen Landwirtschaft gezielt für höhere Erträge genutzt werden könnten.

www.pflanzenforschung.de/qr/Pflanzen-allein

Arbeitsaufträge



1. Lies das Projektporträt und fasse die Ziele des Projekts RECONSTRUCT zusammen?
2. Erkläre die einzelnen Schritte des Projekts. Welche Zwischenergebnisse werden jeweils gewonnen, und wie werden sie im nächsten Schritt genutzt? Skizziere ein Fließdiagramm, das die einzelnen Schritte des Projekts miteinander verknüpft:

Schritt 1 – Freilandexperimente: ...

Schritt 2 – Datenerhebung: ...

Schritt 3 – Datenanalyse: ...

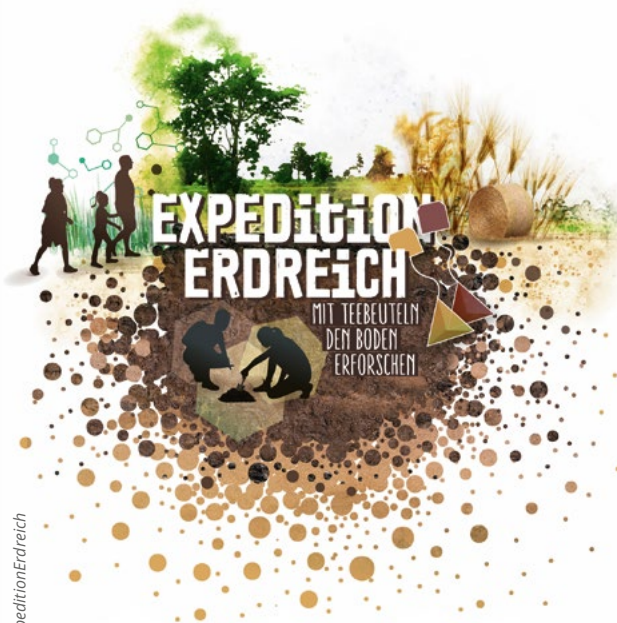
Schritt 4 – Modellierung: ...

Schritt 5 – Gewächshausexperimente: ...

Schritt 6 – Freilandexperimente: ...

3. Diskutiere, wie man genau herausfinden kann, welche Bodenorganismen an und in der Wurzel einer Pflanze leben?

4. Diskutiere, weshalb man das Mikrobiom einer Pflanze als zusätzliches Immunsystem bezeichnen kann.



WISSENSCHAFTSJAHR 2020/21 – BIOÖKONOMIE DEUTSCHLAND BUDDELT – MIT TEEBEUTELN DEN BODEN ERFORSCHEN

Expedition Erdreich ist die bundesweite Citizen-Science-Aktion im Wissenschaftsjahr 2020|21 – Bioökonomie. Jeder und jede kann sich daran beteiligen, um Daten über die Bodengesundheit und den Zustand der Böden zu sammeln – ganz einfach mit Teebeuteln. Grundlage für die Aktion ist der sogenannte Tea-Bag-Index, der die Zersetzungsraten der Teebeutel im Boden beschreibt. Zusammen mit einigen weiteren Angaben können die Bürgerwissenschaftler/-innen so mehr über die wichtigsten Bodeneigenschaften herausfinden und dazu beitragen, unsere Böden in Zukunft gewinnbringender und nachhaltiger zu nutzen.

Aktions-Kits und pädagogisches Begleitmaterial ab sofort kostenfrei bestellbar.

Start der Aktion ist im April 2021. Weitere Informationen gibt es unter

www.expedition-erdreich.de