



Dr. Wouter Vahl

»Die Moving-Fields-Anlage der LfL beschleunigt die Züchtungsforschung nicht dadurch, dass sie traditionelle Techniken ersetzt, sondern dadurch, dass sie solche Techniken ergänzt.«

MOVING FIELDS – PFLANZEN FÜR EINE NEUE GRÜNE REVOLUTION



Dr. Jennifer Groth,
Spezialistin für smarte Pflanzenzüchtung



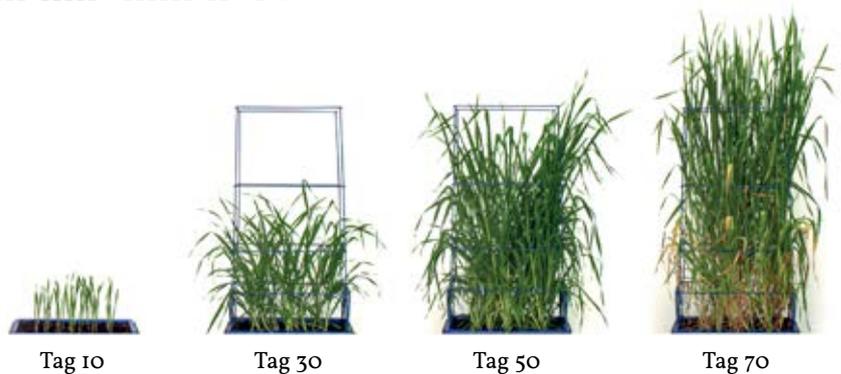
Dr. Wouter Vahl,
promovierter Züchtungsforscher am Fließband

Für die Zukunft der Landwirtschaft ist die Pflanzenzüchtung angesichts der Herausforderungen durch Klimawandel und Umweltzerstörung von großer Bedeutung. Relativ junge Technologien in der Forschung wie die Genom-Sequenzierung oder die automatisierte Phänotypisierung ermöglichen schnellere züchterische Erfolge und sind nicht nur smart, sondern lassen weltweit auf eine neue Grüne Revolution, eine klima- und umweltfreundliche Agrarwirtschaft hoffen. Innerhalb der Landesanstalt widmet sich das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung allen wichtigen Kulturpflanzen in Bayern.

Mit der „Moving-Fields-Anlage“ verfügt das Institut über eine der weltweit modernsten Techniken, um unter den kontrollierten Bedingungen eines Gewächshauses Pflanzen vollautomatisch vermessen und so die Züchtung neuer Sorten beschleunigen zu können. In praxisorientierten Hightech-Züchtungsprojekten unterstützt das Team um Dr. Jennifer Groth und Dr. Wouter Vahl die nachhaltige Verbesserung des bayerischen Genpools beispielsweise von Weizen, Gerste, Kartoffel oder Mais. Ziel ist die Entwicklung neuer Pflanzensorten, die Trockenheit und Hitze ebenso aushalten, wie geringere Düngung und dabei widerstandsfähiger gegen Krankheiten oder Schädlinge sind.

SMART Breeding

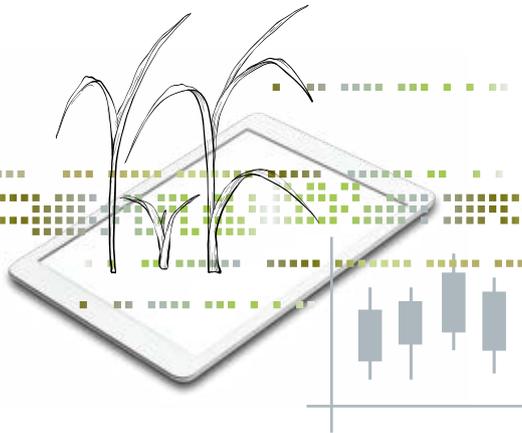
(auch MAS oder Präzisionszucht) ist eine Form der Pflanzenzüchtung oder Tierzucht. SMART steht für „Selection with Markers and Advanced Reproductive Technologies“, MAS für „Marker assisted selection“. Bei der Auswahl der Elterngenerationen, die miteinander gekreuzt werden, verlassen sich die Forscher nicht mehr nur auf äußere Merkmale. Das Erbgut wird analysiert, um danach die passenden Kreuzungspartner auszuwählen. Die Präzisionszucht basiert auf der gleichen Labortechnik wie die Grüne Gentechnik. Es handelt sich aber um eine klassische Kreuzungszüchtung und nicht um eine Genveränderung, bei der den Nachkommen artfremde Gene in die DNA eingebaut werden.



Digital erfasst: Wachstum von Wintergerste in der Moving-Fields-Anlage nach 10, 30, 50 und 70 Tagen



Am PC läuft alles zusammen: Dr. Wouter Vahl hat digitalen Zugriff auf jedes einzelne Pflanzgefäß



390 Kisten Weizen im Trockenstress: Welche Sorte hat das beste Wurzelwachstum?

Smart: Digitale Auslese mit Minifeldern auf dem Förderband

In einem unscheinbaren Gewächshaus der LfL geschieht Ungewöhnliches. Unter warmem Flutlicht bewegen sich auf Fließbändern 390 blaue Kisten mit kaum 15 Zentimeter großen Pflanzen. Die Pflanzkisten ziehen computergesteuert ihre Kreise, kleine Minifelder mit je nach Fruchtart bis zu 30 Pflanzen. Derzeit sind es pro Kiste zwei Reihen aus je fünf Pflanzen von 32 sorgsam ausgewählten deutschen Weizensorten. Gegossen und gedüngt wird an zwei Bewässerungsstationen. Und einmal am Tag geht es zum automatisierten digitalen Fotoshooting in die Beobachtungskammern. Der Computer zeichnet alles auf.

Auch in Bayern nimmt mit dem Klimawandel die Trockenheit zu. Grund genug, den bayerischen Genpool zum Beispiel bei Weizen oder Gerste an die neuen Klimabedingungen anzupassen. Gerade dafür bietet sich die Moving-Fields-Anlage an. „Das besondere unserer Anlage ist, dass wir mittels Bilderkennung nicht nur die oberirdische Entwicklung der Pflanzen aufzeichnen,

sondern auch den zeitlichen Verlauf des Wurzelwachstums und den Wassergehalt des Bodens dokumentieren können“, betont Dr. Jennifer Groth. Die Pflanzkisten haben an zwei gegenüberliegenden Seiten eine Klarsichtscheibe, damit lässt sich mittels digitaler Bilderkennung und künstlicher Intelligenz (KI) die Menge der an diesen Seiten wachsenden Wurzeln objektiv bestimmen. Pro Versuch werden so einige hunderttausend Aufnahmen gesammelt, deren Auswertung wichtige Daten über das Wurzelwachstum der Kleinstbestände liefert. Bei der Sommergerste – als Braugerste eine der wichtigsten Kulturpflanzen Bayerns – ergaben bisherige Versuchen in der Moving-Fields-Anlage folgende Erkenntnisse: „Bisher nahm man an, dass Pflanzen mit ihren Wurzeln Nährstoffe und Wasser „suchen“. Doch die Gerste reduziert bei Mangel ihre Wurzeln eher, anstatt sie auszudehnen,“ weiß Dr. Jennifer Groth. Auch wurde bestätigt, dass neuere Züchtungen der Sommergerste älteren Sorten und Exoten beim Trockenstress überlegen sind. Die aktuellen Untersuchungen am Weizen sind Teil eines größeren

Projekts in Zusammenarbeit mit der Universität Bayreuth, der TU München und dem Karlsruher Institut für Technologie. Ziel dieses Projektes ist, herauszufinden, ob bei Weizen und Mais alte Sorten Eigenschaften aufweisen, die Ertragsverluste unter extremen klimatischen Bedingungen wie Trockenheit und Hitze abmildern und so für die Züchtung nutzbar gemacht werden können.

Dr. Jennifer Groth
 »Neuere Sorten der Sommergerste scheinen älteren Sorten und Exoten bei Trockenstress überlegen zu sein. Dennoch zeigen einzelne ältere Sorten positive Einzelmerkmale, die züchterisch genutzt werden können, um neue Sorten mit verbesserten Eigenschaften zu entwickeln.«



Dr. Jennifer Groth

»Das besondere an unserer Anlage ist, dass wir mittels Bilderfassung nicht nur die oberirdische Entwicklung von Pflanzenbeständen aufzeichnen, sondern auch den zeitlichen Verlauf des Wurzelwachstums sowie den Wassergehalt des Bodens dokumentieren können.«



Alles vollautomatisch: digitale Identifikation des Pflanzenwachstums (oben), Bewässerung (mitte) und Umlauf der reifen Wintergerste (unten)

Begehrte Hochtechnologie: Die Moving-Fields-Anlage ist stets ausgebucht

Die vielen Fragen, die sich mit Hilfe des Hochdurchsatzverfahrens der Moving-Fields-Anlage schneller beantworten lassen, machen das Team von Dr. Jennifer Groth und Dr. Wouter Vahl zu einem begehrten Projektpartner und führen zum ununterbrochenen Dauerbetrieb in Freising. Welche Wintergerste eignet sich am besten für Biogasanlagen? Lässt sich das Wurzelwachstum bei der Sommergerste züchterisch verbessern? Wie könnte eine nährstoffeffiziente, widerstandsfähige Kartoffelsorte für den Ökolandbau aussehen? Wie lässt sich die Wintergerste für die Schweinemast verbessern, damit die Tiere Eiweiß besser verwerten und weniger Stickstoff ausscheiden? Welche Kartoffelsorte hat die besten Eigenschaften für Pommes? Die Fragen beschränken sich nicht auf bestimmte Fruchtarten und gelten sowohl dem konventionellen, wie dem ökologischen Anbau. Darüber hinaus kann die Moving-Fields-Anlage auch neuen Technologien aus anderen landwirtschaftlichen Bereichen, wie dem vorsorgenden Pflanzenschutz zuarbeiten. So werden 2021 in der Anlage zusammen mit Sorghumhirse und Mais Unkräuter ausgebracht, um vielfältige Bilder in Höchstauflösung zu gewinnen, anhand derer KI die Erkennung von Unkräutern trainiert. Langfristiges Ziel dieses Projektes unter Federführung des Technologie- und Förderzentrums und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf ist es, mittels Drohnen Fruchtart und Unkraut unterscheiden zu können, den chemischen Pflanzenschutz so punktgenau einzusetzen und damit auf ein absolutes Minimum zu reduzieren.



Neue Sorten, neue Möglichkeiten – Pflanzen als Umwelt- und Klimaretter?

Ein Blick in die Zukunft zeigt, dass die Pflanzenzüchtung womöglich ein Teil der Antwort auf die Zukunftsfragen der Menschheit sein könnte. Die klassische Züchtung, wie sie auch das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung betreibt, verfügt durch die Genom-Sequenzierung und die automatisierte Phänotypisierung plötzlich über ganz neue Potenziale. Dr. Wouter Vahl versteht sich bescheiden als Mitarbeiter für Größeres: „Die Moving-Fields-Anlage der LfL beschleunigt die Züchtungsforschung nicht dadurch, dass sie traditionelle Techniken ersetzt, sondern dadurch, dass sie solche Techniken ergänzt.“ Und doch eröffnen die neuen Technologien, die die tradierte Kreuzungszüchtung zum SMART Breeding machen, ein neues Feld. Eine nachhaltige Agrarwirtschaft, die Ressourcen schont, auf Pestizide und hohen Stickstoffeinsatz verzichtet und trotzdem die Ernährung der Menschen sichert, das scheint möglich zu sein. Zahlreiche Projekte sind hier bereits angedacht und werden auch bei den

Moving Fields eine Rolle spielen. In Zukunft wird noch intensiver an Mischkulturen und Pflanzen gearbeitet, die trocken- oder hitzeresistent sind und Stickstoff besser verarbeiten. Leguminosen beispielsweise gehen in den Wurzeln eine Symbiose mit Mikroorganismen ein, die Stickstoff aus der Luft fixieren. Das könnte die klassische Stickstoffdüngung reduzieren, die schlecht für das Klima und das Grundwasser ist. Aufgrund ihres hohen Proteingehalts sind sie außerdem ein enorm wichtiges Grundnahrungsmittel. „In den kommenden Jahren werden deswegen auch Leguminosen auf unserem Fließband angebaut werden, dazu wird schon ein Projekt vorbereitet,“ das weiß Dr. Jennifer Groth bereits und freut sich mit Dr. Wouter Vahl auf die weitere Arbeit am Fließband in Freising modernstem Gewächshaus.



Weizen beim Fotoshooting: Aufnahmen in der "Wurzelkabine"

Dr. Wouter Vahl

»Für die Pflanzenzüchtung ist die Phänotypisierung nach rasanten Entwicklungen auf der genetischen Ebene zum Engpass geworden. Mit der Moving-Fields-Anlage versucht die LfL seit 2013 der automatischen Phänotypisierung einen ähnlichen Schub zu geben.«

Phänotypisierung – die Vermessung der Pflanzen

Der Phänotyp ist die Summe aller Merkmale eines Organismus. Der Phänotyp von Pflanzen wird stark durch Umweltbedingungen wie Klima, Boden oder Höhenlage beeinflusst, das verändert Wuchs und Ertrag. Darum können sich genetisch identische Pflanzen in Größe und Gewicht beispielsweise bei unterschiedlichen Temperaturen oder verändertem Wasserangebot deutlich unterscheiden. Die automatische Phänotypisierung ist ein relativ junger Forschungszweig der Pflanzenforschung, bei dem die Merkmalsausprägung von Pflanzen quantitativ ermittelt wird. Dafür setzt man eine komplexe, automatisierte Technologie ein, die durch die Fortschritte in Robotik, Datenverarbeitung, Sensortechnik und digitaler Bilderkennung möglich geworden ist. Mit dieser sogenannten Hochdurchsatzmethode lassen sich hunderte von Pflänzchen überwachen und können in kurzen Zeitfenstern analysiert und vermessen werden. Die Analysen helfen dabei, die Gene und Genomdaten überhaupt erst bestimmten Merkmalen richtig zuzuordnen. So können Wissenschaftler bereits am äußeren Erscheinungsbild junger Pflanzen erkennen, ob sie gewünschte Eigenschaften mitbringen oder entsprechende Nachkommen hervorbringen werden.



Analoge Ausnahme: Dr. Groth kontrolliert persönlich die Versuchspflanzen