JAHRESBERICHT
2024 | 2025

Institut für Zuckerrübenforschung



JAHRESBERICHT 2024 | 2025

Institut für Zuckerrübenforschung

INHALT

Vorwort **7**

Berichte aus der Forschung **8**

20 Jahre Systemversuch Fruchtfolge: Langzeitwirkungen auf die Bodenkohlenstoffvorräte 9

Kurzbericht: neues Projekt in der Abteilung Pflanzenbau 11

Projektvorstellung ZAZIkI: Strip-Till im Trockengebiet Sachsen-Anhalt 12

Rübenmietenvermessung 15

Zuckerrüben unter erhöhter CO_2-Konzentration: Erträge und ein erfolgreiches Isotopenlabelling zur Analyse der Kohlenstoffverteilung in Zuckerrüben 17

Neue Anbauverfahren zur Reduktion von Blattlausbefall bei Zuckerrüben 19

Beet yellows virus: Auf der Suche nach resistenten Sorten 22

Auf dem Weg zur Identifizierung und Funktionsaufklärung eines Beet mosaic virus Resistenzgens in Zuckerrüben 25

Ist das zweite Rizomania-Resistenzgen (Rz2) noch stabil? Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit und Wirt-Virus Interaktion 27

Molekularer Nachweis von zwei Untergruppen von „*Candidatus* Phytoplasma solani"-Stämmen, die benachbarte Kartoffel- und Zuckerrübenfelder in Süddeutschland befallen 30

Einfluss der Sortenresistenz auf die genetische Diversität von *Cercospora beticola*-Populationen in Deutschland 33

Welchen Nutzen können große Sprachmodelle in der Landwirtschaft liefern? 34

Farmerspace – Digitale Technik für das Feld: Ein Rückblick über fünf Jahre Experimentierfeld 38

Koordinierungsausschuss am IfZ und koordinierte Versuche **42**

Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise 43

Aktuelles zum integrierten Sortenprüfsystem bei Zuckerrüben 44

Methodische Untersuchung zur Ertragswirkung des Herbizidsystems Conviso® Smart 47

Koordinierte Feldversuche mit einem neuen Herbizidwirkstoff 50

Schlaglichter aus dem IfZ **52**

Öffentlichkeitsarbeit 53

Ausgezeichnet 53

PhenoRob Phase 2 bewilligt – Erfolg im bundesweiten Exzellenzwettbewerb 54

Lehre am IfZ 55

Neuer Außenauftritt: das IfZ kommt auf den Punkt 56

Tastversuch zu Stirnrüben für präzisere Ertragsergebnisse 57

Erneuerung der Feldversuchs- und Analysetechnik 58

Neues Multifunktionsgebäude 59

Wechsel in den Abteilungen 60

Publikationen aus dem IfZ **62**

Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland **76**

Anhang **82**

Gremien 83

Koordinierte Versuchsvorhaben 86

Arbeitsgebiete des IfZ 87


IfZ
Institut für
Zuckerrübenforschung
gGmbH
P

VORWORT

Das Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Göttingen ist ein agrarwissenschaftliches Forschungsinstitut, dessen thematischer Schwerpunkt auf der Forschung zum Anbau von Zuckerrüben im Agrarökosystem liegt. Seit dem Jahr 2025 agiert das IfZ nach Ausgliederung und Umwandlung unter der Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH (gGmbH), Gesellschafter ist der Verein der Zuckerindustrie e. V.

Die Umwandlung der Rechtsform stärkt die Forschungsmöglichkeiten des IfZ und ist ein deutliches Bekenntnis zur Eigenständigkeit des Instituts in Wissenschaft und Lehre. In einem interdisziplinären Ansatz adressiert die IfZ gGmbH somit auch in neuer Rechtsform weiterhin gemäß Satzung anwendungsorientierte Grundlagenforschung und angewandte Forschung im biologischen und agrarwissenschaftlichen Bereich. Unsere Forschungsvorhaben erfolgen in Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern. Für einen schnellen Wissenstransfer und für die Nutzbarmachung von Ergebnissen in der Praxis ist es unser Ziel, diese zu publizieren und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Wissenschaftliche Publikationen liefern präzise und detaillierte Erkenntnisse zu aktuellen Themen aus Forschungsprojekten, ausgewählte Aspekte werden in Fachbeiträgen mit engem Bezug zum praktischen Anbau einem allgemeineren und breiten Publikum zugänglich gemacht.

Unsere Forschung ist gegliedert in drittmittelgeförderte Forschungsprojekte und koordinierte, technische Forschung in bundesweiten Feldversuchen. Unsere Aktivitäten umfassen die Skalenebenen Feld, Gewächshaus, Labor, datengetriebene Forschung und Modellierung o.ä. Komplementiert wird dies durch den stetig wachsenden Informationsschatz aus der Betriebsbefragung zum Zuckerrübenanbau. Diese Elemente sind zentrale Treiber von Innovationen im Zuckerrübenanbau und leisten einen wichtigen Beitrag für die agrarwissenschaftliche Forschung.

Ein Dank für die hervorragende Arbeit gebührt unseren Kolleginnen und Kollegen am IfZ. In unseren Forschungsabteilungen werden äußerst engagiert und mit sehr viel Einsatz Forschungsprojekte konzeptioniert und durchgeführt, um zunehmend komplexe Fragestellungen anzugehen. Die Grundlagen für unsere Forschung werden mit ebenso viel Einsatz in der Verwaltung und den Zentralen Diensten geschaffen. Ihr Engagement und Herzblut für die Zuckerrübenforschung und Kollegialität am Institut spiegelt sich in der wissenschaftlichen Produktivität und Präzision wider.

Wir informieren Sie gerne in unserem Jahresbericht zu aktuellen und ausgewählten Forschungsthemen sowie weiteren Schwerpunkten und Ereignissen aus dem IfZ. Eine komprimierte Darstellung wichtiger Kennzahlen aus der Betriebsbefragung, zu unseren aktuell laufenden Projekten und Publikationen finden Sie im hinteren Teil des Jahresberichtes. Falls Sie sich darüber hinaus informieren möchten, besuchen Sie gerne unsere Homepage oder kontaktieren Sie uns direkt. Viel Freude beim Lesen!

Ihre Anne-Katrin Mahlein

Göttingen, September 2026

BERICHTE AUS DER FORSCHUNG



20 Jahre Systemversuch Fruchtfolge: Langzeitwirkungen auf die Bodenkohlenstoffvorräte

Der Systemversuch Fruchtfolge besteht seit 20 Jahren. Die ersten Versuchsparzellen wurden nach einigen vorbereitenden Maßnahmen im Spätsommer und Herbst 2005 angelegt, die erste Zuckerrübenaussaat erfolgte im Frühjahr 2006. In den 20 Jahren seines Bestehens hat der Versuch vielfältige Ergebnisse hervorgebracht, so u. a. zu Vorfruchtwirkungen auf und von der Zuckerrübe, zur Stickstoffdynamik innerhalb verschiedener Fruchtfolgen und zur Entwicklung des Bodenkohlenstoffs mit und ohne Zuckerrübenanbau. Besonders das letzte Themenfeld ist bisher trotz politischer Relevanz kaum anderweitig untersucht worden, vergleichbare Langzeitversuche hierzu gibt es kaum.

Die Zuckerrübe gilt im Allgemeinen als „Humuszehrer". Dieser Ruf basiert auf einer dünnen Datengrundlage aus den 1970er Jahren, die heute nicht mehr im Detail verfügbar und überprüfbar ist und wahrscheinlich den Rübenanbau unter heutigen Bedingungen nicht widerspiegelt. Allerdings weisen die Ernterückstände der Zuckerrübe tatsächlich Eigenschaften auf, die sie in ihrer Wirkung auf den Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden von Kulturen wie Weizen oder Raps unterscheiden. Die Rübenblätter sind vergleichsweise stickstoffreich und werden möglicherweise schnell abgebaut, sodass sie kaum organische Substanz in den Boden liefern. Wichtiger sind Wurzelrückstände, die eine hohe Bedeutung für den Aufbau an stabilen Bodenkohlenstoffverbindungen haben und die nach der Rübenernte deutlich geringer sind als bei anderen ausschließlich oberirdisch geernteten Kulturen.

Im Systemversuch Fruchtfolge wurden in den letzten Jahren (2018-2020, 2023-2025) mehrere Probenahmen durchgeführt, um die Änderungen der Bodenkohlenstoffvorräte in verschiedenen Fruchtfolgen zu untersuchen. Hierbei gab es Untersuchungen in Fruchtfolgen, in denen in den vorherigen 20 Versuchsjahren zwischen ein und sechs Mal Rüben angebaut wurden oder kein Rübenanbau stattfand. In keiner dieser Untersuchungen konnten geringere Vorräte an Bodenkohlenstoff infolge des Rübenanbaus festgestellt werden. So lagen im Jahr 2023 die Vorräte unter den Fruchtfolgen bei 53 bis 56 t C ha^{-1} in 0-30 cm Bodentiefe. Wichtig könnte hier der seit Versuchsbeginn durchgeführte Zwischenfruchtanbau vor der Zuckerrübe sein, der vor allem die gegenüber den anderen Kulturen geringeren Einträge an Ernteresten zumindest teilweise ausgleicht und auch über eine Erhöhung der Fruchtfolgediversität einen Effekt auf die längerfristige Kohlenstoffspeicherung haben könnte. Die einzigen bisher sichtbaren Unterschiede lassen sich auf Silomaisanbau zurückführen, insbesondere im Daueranbau, unter dem der Bodenkohlenstoffvorrat im Jahr 2023 bereits nach 13 Jahren „humuszehrender" Bewirtschaftung bei 46 t C ha^{-1} lag. Hier ist zu beachten, dass Silomais im Versuch praxisunüblich ohne organische Düngung angebaut wird.

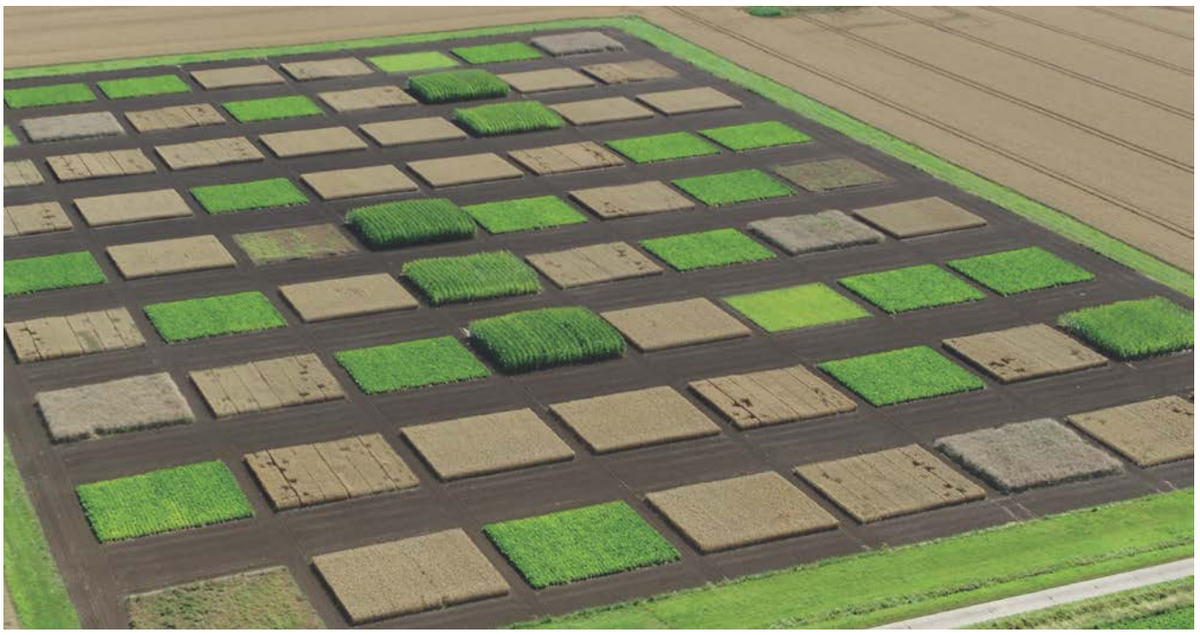
In den vergangenen Jahren wurden über 3000 Wurzelproben aller im Versuch angebauten Kulturen genommen und vermessen. So wird u. a. dazu beigetragen, den Eintrag unterirdischer organischer Substanz durch verschiedene Kulturarten, insbesondere der Zuckerrübe, besser einschätzen zu können. Weitere Analysen, die die bisherigen Ergebnisse auf eine breitere Basis stellen und vertiefen sollen, sind in Vorbereitung.

Hinsichtlich dieser und anderer Langzeitwirkungen gewinnt der Versuch jährlich an Bedeutung. So wurde in einer weiteren Zuckerrübenfruchtfolge seit Versuchsbeginn nach jeder Rübenernte das auf den

Parzellen verbleibende Rübenblatt entweder verdoppelt oder abgefahren. Mittlerweile wurde in dieser Fruchtfolge ein positiver Effekt des Rübenblatts auf den Bodenkohlenstoff und, vermutlich darauf basierend, auf die Erträge sowohl von Zuckerrübe als auch von Winterweizen festgestellt. In einem kürzeren Versuch wäre dies nicht möglich gewesen.

Darüber hinaus wurden in den 20 Versuchsjahren zahlreiche Daten zur Rübe in verschiedenen Fruchtfolgen gesammelt. Die Ergebnisse des Versuchs wurden bisher in 24 wissenschaftlichen und 18 Praxispublikationen veröffentlicht, einige weitere sind derzeit in Vorbereitung. Aktuell laufen auf dem Versuch zwei Projekte, die zweite Phase des Projekts RhizoWheat zur Vorfruchtwirkung u. a. der Zuckerrübe auf nachfolgenden Weizen bis Anfang 2027 sowie das neu gestartete Projekt CROWNS (2026-2028) zum Einfluss der Zwischenfrucht und Stickstoffversorgung auf das Rübenwachstum, auch unter Trockenbedingungen.

Projektbearbeitung: Dennis Grunwald, Anna Jacobs



Der Systemversuch Fruchtfolge im Sommer 2024

Kurzbericht: neues Projekt in der Abteilung Pflanzenbau

Ende 2025 freuten wir uns über die Zusage für das neue Projekt CROWNS (Crop Rotation Optimisation to Water and Nutrient Scarcity – Field and landscape scale evaluations of arable farming adaptation in Lower Saxony). In Kooperation mit der Leibniz-Universität Hannover soll in diesem Projekt geprüft werden, inwieweit eine Optimierung der Fruchtfolge hinsichtlich der Resilienz gegenüber Trockenstress und der Reduzierung des Düngemitteleinsatzes durch Zwischenfruchtanbau vor Zuckerrübe möglich ist.

Bereits im Sommer 2025 begannen wir mit ersten Arbeiten im Feld, die im Rahmen des langjährigen Systemversuchs Fruchtfolge bei Göttingen stattfinden, und säten eine tiefwurzelnde Zwischenfruchtmischung mit 75 % Ölrettich und 25 % Leguminosen (Wicke) vor Zuckerrüben. Ziel ist zu prüfen, ob die Erschließung des tieferen Wurzelraumes durch den Ölrettich Vorteile für das Zuckerrübenwachstum insbesondere unter Trockenbedingungen bringt und ob der Leguminosenanteil der Mischung eine Reduzierung der Stickstoffdüngung ohne Ertragsverlust zulässt. In einem Teil der Parzellen erzeugen wir trockene Bedingungen mittels Rainout-Sheltern, die etwa 50% des Niederschlags abhalten (s. Bild).



Rainout-Shelter im Feld, Dezember 2025

Als Vergleich für die als vorteilhaft angenommene Mischung dienen der langjährig im Versuch angebaute Senf als Zwischenfrucht vor Zuckerrübe sowie eine Brachevariante. Untersucht werden im Vegetationsverlauf u. a. die Stickstoffdynamik in der Biomasse der Zwischenfrüchte und der nachfolgenden Zuckerrübe sowie im Boden, die Biomasseentwicklung der Zuckerrübe und die Durchwurzelung der Zuckerrübe.

Durch die Universität Hannover werden u. a. Untersuchungen zur Bodenstruktur und mikrobiellen Aktivität durchgeführt, für die auch eine weitere Fruchtfolgevariante genutzt wird, in der seit 20 Jahren die Menge an auf der Parzelle verbleibenden Rübenblatt variiert wird.

Projektförderung: Das Projekt wird im Rahmen des Forschungs- und Transferverbunds "Zukunft der Ernährung Niedersachsen - ZERN" mit Mitteln des Programms "zukunft.niedersachsen" gefördert.

Projektbearbeitung: Dennis Grunwald, Anna Jacobs

Projektvorstellung ZAZIkI: Strip-Till im Trockengebiet Sachsen-Anhalt

Das Projekt ZAZIkI („Zukunftsfähige Anbausysteme Zuckerrübe: Innovationen und künstliche Intelligenz“) prüft klimaangepassten und ressourcenschonenden Zuckerrübenanbau im mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt. Besonderen Fokus haben digitale Bewertungsmethoden. Im Jahr 2025 starteten On-Farm Feldversuche mit Streifenbodenbearbeitung (Strip-Till) und drohnengesäter Zwischenfrucht. Das Projekt ist eine Zusammenarbeit des IfZ (Abt. Pflanzenbau und Abt. Sensorik) mit dem Institut für Geoökologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, sowie dem Deutschen Biomasseforschungszentrum.

Im Fokus steht die Aussaat von Zuckerrüben im Strip-Till-Verfahren nach Zwischenfrucht oder nach Getreidestoppel im Vergleich zur praxisüblichen Aussaat nach ganzflächiger Bodenbearbeitung. Durch On-Farm-Versuche werden an zwei Standorten diese Anbausysteme über jeweils drei Jahre hinweg hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit (Ertrag, Kosten) sowie Umweltwirkungen (Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanzen, Treibhausgasemissionen, Bodeneigenschaften) bewertet. Dabei kommen sowohl klassische Feldmethoden als auch die Auswertungen mittels Künstlicher Intelligenz von Drohnen- und Satellitenbildern zum Einsatz (Abb. 1). Besonderes Augenmerk für die Drohnenbonitur hat die Entwicklung eines Modells zur Erfassung vom aktuellen Entwicklungsstadium (BBCH-Skala) der Zuckerrübe. Dazu laufen seit 2025 Feldversuche am Standort Göttingen. Die gewonnenen Daten fließen in ein digitales Entscheidungsunterstützungstool zur Ökologie- und Treibhausgasbilanzierung. So werden Vernetzung und Digitalisierung landwirtschaftlicher Betriebe in der Modellregion gefördert. Der Wissenstransfer in der Region gehört zu den wichtigsten Projektzielen. Dazu zählen sowohl Feld- und Technikdemonstrationen als auch Präsentation und Erprobung des entwickelten Entscheidungsunterstützungstools durch Landwirt*innen und Berater*innen. Darüber hinaus sollen Praktiker*innen mit den Möglichkeiten der Nutzung von Drohnendaten vertraut gemacht werden, beispielsweise zur schnellen Erfassung des Entwicklungsstadiums der Zuckerrüben, zur Einschätzung des Krankheitsdrucks sowie zur Vorhersage des Rübenertrages.



Abb. 1: Drohnenbild der Versuchsanlage am 31.07.25: PÜ-ZF – Praxisvariante nach Zwischenfrucht, ST-ZF, ST und ST-ZF_Drohne – Strip-Till-Varianten nach Zwischenfrucht, in Getreidestoppel und nach Zwischenfruchtaussaat mittels Drohne.

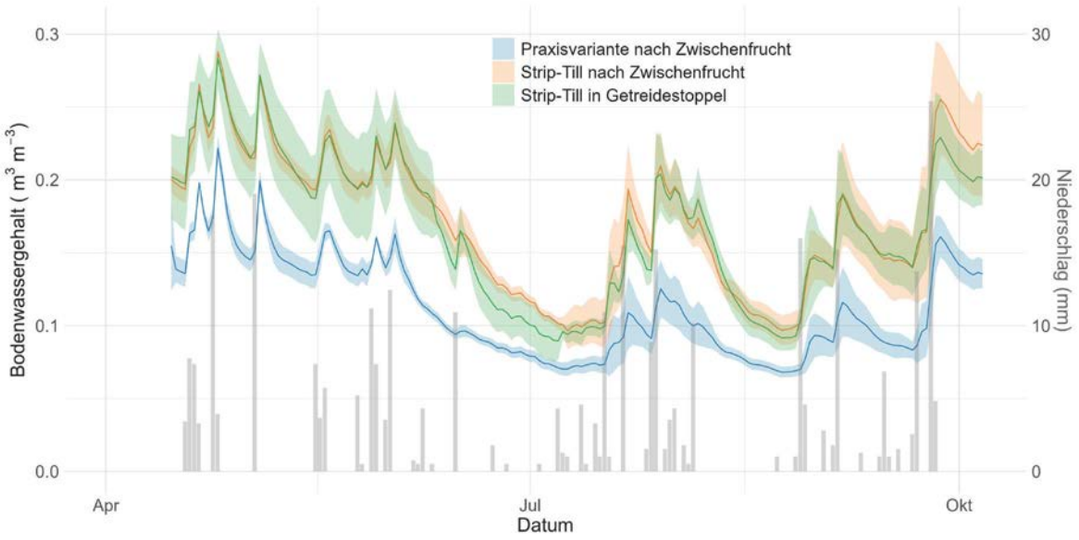


Abb. 2: Volumetrischer Bodenwassergehalt in 10 cm Tiefe von April bis Oktober 2025 unter Zuckerrüben in der Praxisvariante (ganzflächige Bodenbearbeitung) im Vergleich zu den Strip-Till-Varianten. Die Linie zeigt den Mittelwert (n = 3), die Schattierung die Standardabweichung. Die grauen Balken zeigen die tägliche Niederschlagssumme in mm.

Als eines der ersten Ergebnisse aus dem Jahr 2025 zeichnete sich der Strip-Till-Anbau der Zuckerrüben an einem der untersuchten Standorte während der gesamten Vegetationsperiode durch höhere Bodenwassergehalte aus (Abb. 2).

An einem anderen Standort wurde eine erhöhte Wasserspeicherung im Boden unter Strip-Till nur während der Trockenphase im August und ausschließlich für die Strip-Till-Variante nach drohnengesäter Zwischenfrucht festgestellt (Daten nicht gezeigt). Unter starker Trockenheit Ende Juni zeigten Zuckerrüben in den Strip-Till-Varianten an beiden Standorten eine signifikant niedrigere Oberflächentemperatur des Blattwerks im Vergleich zur Praxisvariante, was auf einen reduzierten Trockenstress hinweist (Tab. 1). Nach dem ersten Jahr konnten keine Unterschiede im Ertrag zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden (Tab. 2). Die niedrigen Erträge am Standort 1 waren durch sehr starken Befall mit der Cercospora-Blattfleckenkrankheit, verursacht durch *Cercospora beticol*a, bedingt.

Die Durchführung der On-Farm-Versuche im Jahr 2025 stellte insgesamt eine Herausforderung dar. Für die beteiligten Großbetriebe war es schwierig, die notwendigen Maßnahmen auf den Versuchsflächen mit der erforderlichen zeitlichen und räumlichen Präzision durchzuführen.

Tab. 1: Oberflächentemperatur [°C] des Zuckerrübenblattwerks während einer Trockenphase Ende Juni 2025 an zwei Standorten mit unterschiedlichem Zuckerrübenanbauverfahren. Mittelwertvergleich (n = 3); unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikant unterschiedliche Werte bei $p \leq 0{,}05$.

Versuchsvarianten		Standort 1	Standort 2
I	Praxisvariante: ganzflächiges Grubbern nach Zwischenfrucht	32.0^{c}	31.8^{c}
II	Strip-Till nach Zwischenfrucht nach Stoppelbearbeitung	29.2^{b}	29.3^{b}
III	Strip-Till in Getreidestoppeln	26.7^{a}	26.9^{a}
IV	Strip-Till nach drohnengesäter Zwischenfrucht	27.3^{ab}	

Tab. 2: Rübenertrag, Zuckergehalt und Zuckerertrag von Zuckerrüben in unterschiedlichen Anbauverfahren (I = Praxisvariante: ganzflächiges Grubbern nach Zwischenfrucht; II = Strip-Till nach Zwischenfrucht nach Stoppelbearbeitung; III = Strip-Till in Getreidestoppeln; IV = Strip-Till nach drohnengesäter Zwischenfrucht) an zwei Standorten in 2025. Mittelwerte (n = 3) und Standardabweichung.

	Standort 1				Standort 2		
Varianten	I	II	III	IV	I	II	III
Rübenertrag (t ha^{-1})	47 (7)	53 (8)	57 (4)	50 (8)	75 (5)	69 (6)	82 (13)
Zuckergehalt (%)	14 (0)	14 (0)	14 (1)	14 (0)	19 (1)	19 (0)	19 (1)
Zuckerertrag (t ha^{-1})	6 (1)	7 (1)	8 (1)	7 (1)	14 (1)	13 (1)	15 (2)

Darüber hinaus erwies sich die Gewinnung eines geeigneten Strip-Till-Gerätes schwieriger als erwartet. Für das Jahr 2026 konnten wir unser Netzwerk rund um geeignete Maschinen ausweiten und freuen uns auf eine neue Kooperation. Ferner werden wir vor Ort Versuche in Göttingen realisieren, um die Präzision unserer Messungen steigern zu können.

Projektförderung: Das zugrunde liegende Vorhaben findet im Rahmen des Verbundes "DiP Sachsen-Anhalt – Modellregion der Bioökonomie" statt und wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen 031B1460A gefördert.





Projektbearbeitung: Olga Fishkis, Julia Müller, Stefan Paulus, Anna Jacobs

Rübenmietenvermessung

Das Gewicht von Rübenmieten wird vor dem Transport in die Zuckerfabrik normalerweise geschätzt, um die Logistik für die Fabrik zu vereinfachen. Für präzisere Ergebnisse hat Julia Müller im Rahmen ihrer Promotion am IfZ zusammen mit Dirk Koops eine drohnengestützte Methode zum Vermessen von Rübenmieten entwickelt. Mittels UAV-Photogrammetrie macht die Drohne überlappende Fotos der Miete aus verschiedenen Positionen. Daraus wird ein 3D-Modell erstellt und das Gewicht der Zuckerrüben ermittelt. Im Gegensatz zum terrestrischen Laserscanner, der als genaue Referenz gilt, ist eine Drohne günstiger, schneller und leichter anwendbar. Vermessen wurden über 70 Rübenmieten, von 75 bis über 2700 Tonnen.

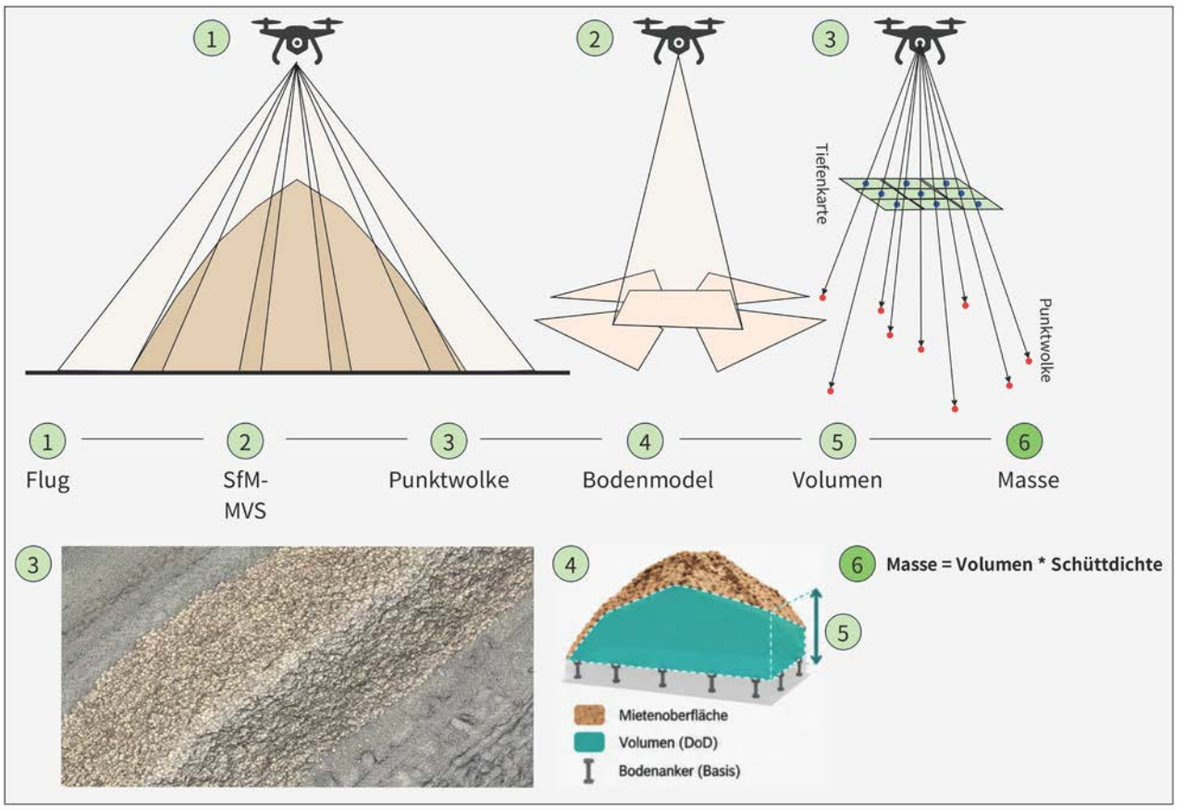
Für die Logistik in der Zuckerrübenverarbeitung ist die präzise Erfassung von Volumen und Gewicht von Rübenmieten von zentraler Bedeutung. Im Rahmen des ZAZIkI-Projekts (Zukunftsfähige Anbausysteme Zuckerrüben, Innovation und künstliche Intelligenz) wurde ein Verfahren zur Volumenbestimmung mittels Drohnen (UAV-Photogrammetrie) entwickelt und validiert. Der Zuckerrübenanbauverband Niedersachsen-Mitte e. V. unterstützt diese Versuchsreihe.

Für die Auswertung werden die Drohnenaufnahmen zu dreidimensionalen dichten Punktwolken verarbeitet. Das Volumen wird berechnet, indem man die Differenz zwischen der vermessenen Oberfläche der Miete und der interpolierten Bodenfläche darunter bildet. Bedeckte und unbedeckte Mieten werden dabei getrennt ausgewertet, weil die Vliesdecke die gemessene Oberfläche anhebt.

Die Auswertung der Kampagne liegt inzwischen vor. Sie zeigt, dass eine Drohnenbefliegung für die Logistik genau genug ist:

- Eine mittlere Rechenqualität reicht aus. Sie trifft das Volumen der feinsten Stufe auf rund ein Prozent, braucht dafür aber nur 33 statt 360 Minuten je Miete.
- Bei 86 Prozent der Mieten liegt das errechnete Gewicht innerhalb einer Lkw-Ladung (±25 Tonnen), im Mittel weicht es gut 3 Prozent von der Fabrikwaage ab.
- Drohne und Laserscanner messen dieselbe Oberfläche. Wo beide hinsehen, liegen die Volumen nur 0,6 Prozent auseinander; der Scanner vom Boden aus erfasst allein die Kuppe nicht vollständig.
- Jede Miete erhält zusätzlich eine eigene Fehlerangabe. Bei 93 Prozent der Mieten liegt das echte Waagegewicht innerhalb dieser Angabe.

Für die LKW-Planung ist das Verfahren damit praxistauglich. Für eine Abrechnung auf ein Prozent genau reicht es noch nicht, weil die Schüttdichte der Rüben von Miete zu Miete um etwa drei Prozent schwankt. Die UAV-Photogrammetrie hat sich damit als günstige Alternative zur manuellen Vermessung bewährt.



Schematische Darstellung der UAV-basierten Volumen- und Massenbestimmung von Zuckerrübenmieten. (1) Drohnenflug zur photogrammetrischen Datenerfassung, (2) Structure-from-Motion-Multi-View-Stereo-Verarbeitung (SfM-MVS), (3) Erstellung der dreidimensionalen Punktwolke, (4) Ableitung des Bodenmodells unter Verwendung von Bodenankern als Basisreferenz, (5) Volumenberechnung mittels Differenz zwischen Mietenoberfläche und Bodenmodell (Difference of DEMs, DoD) und (6) Umrechnung des Volumens in die Masse anhand der Schüttdichte.

Projektförderung: Das zugrunde liegende Vorhaben findet im Rahmen des Verbundes "DiP Sachsen-Anhalt – Modellregion der Bioökonomie" statt und wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen 031B1460A gefördert.

GEFÖRDERT DURCH:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

UNTERSTÜTZT VON:
SACHSEN-ANHALT
Staatskanzlei und Ministerium für Kultur
#moderndenken

STRUKTURWANDEL
MITTELDEUTSCHES REVIER SACHSEN-ANHALT

Ein Dank gilt auch unserem unterstützenden Partner, dem Zuckerrübenanbauerverband Niedersachsen-Mitte e. V., besonders Dr. Clemens Becker und Franziska Hagemann.

Projektbearbeitung: Julia Müller, Olga Fishkis, Stefan Paulus, Anna Jacobs

Zuckerrüben unter erhöhter CO_2-Konzentration: Erträge und ein erfolgreiches Isotopenlabelling zur Analyse der Kohlenstoffverteilung in Zuckerrüben

Die Konzentration von Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre steigt stetig an, doch es gibt kaum Erkenntnisse über dessen Auswirkungen auf den Ertrag von Zuckerrüben. In den Jahren 2023 und 2024 überprüften wir die Ertragsbildung von Zuckerrüben in einer "Free-Air Carbon Dioxide Enrichment" (FACE)-Anlage in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich. In einem Versuchsjahr nutzten wir markierten Kohlenstoff für ein ^{13}C-Labelling und uns gelang erstmalig, die Verteilung von frisch assimiliertem Kohlenstoff innerhalb der Zuckerrübenpflanze nachzuvollziehen.

Der FACE-Versuch am Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn bestand aus einem achteckigen Metallring mit einem Durchmesser von 16 m, über den kontinuierlich CO_2 in den Zuckerrübenbestand eingeblasen wurde (Abb. 1). So wurde während der gesamten Wachstumsperiode eine erhöhte CO_2-Konzentration von 600 ppm um die Pflanzen aufrechterhalten (hier als eCO_2 bezeichnet). Die Höhe des Rings wurde entsprechend dem Pflanzenwachstum angepasst. Bereiche ohne diese Installation dienten als Kontrolle unter Umgebungs-CO_2-Bedingungen (420 ppm). Unter beiden CO_2-Bedingungen analysierten wir die Entwicklung und den finalen Ertrag von zwei Zuckerrübensorten (hier nur für eine Sorte gezeigt). Wachstumsbedingungen unterschieden sich zwischen den beiden Jahren aufgrund variierender Aussaattermine und Witterung.

Bei erhöhtem CO_2-Gehalt der Umgebungsluft stieg der Rübenertrag gegenüber der Kontrolle deutlich von 93 auf 106 t ha^{-1} im Jahr 2023 und von 101 und 138 t ha^{-1} im Jahr 2024 (Abb. 2). Allerdings zeigte der Zuckergehalt in beiden Jahren gegenläufige Ergebnisse: Im Jahr 2023 war der Zuckergehalt unter eCO_2 mit 19,4 % leicht erhöht gegenüber der Kontrolle mit 19,1 %. Im Folgejahr lag der Zuckergehalt unter eCO_2 bei 16,2 % und damit unter dem der Kontrolle mit 16,5 %. Die zweite geprüfte Sorte verhielt sich jeweils ähnlich.

Während der Einfluss von eCO_2 auf den Zuckergehalt relativ gering war, reichte die Steigerung des Rübenertrags aus, um einen 1,17 bzw.1,33-mal höheren bereinigten Zuckerertrag von 19 bzw. 20 t ha^{-1} in den beiden untersuchten Jahren zu erzielen. Das zusätzliche CO_2 wurde nicht vollständig ausgenutzt; somit besteht noch Potenzial für eine weitere Steigerung des Rübenertrags unter zukünftigen CO_2-Bedingungen. Um z. B. für die Entwicklung von entsprechenden Züchtungsstrategien weitere Informationen über die Kohlenstoffassimilation und -verteilung zu gewinnen, führten wir im Jahr 2024 erstmalig ein CO_2-Pulsmarkierungsexperiment mit dem stabilen Isotop ^{13}C an vier Zuckerrüben im Versuch zu jeweils zwei Terminen durch (Abb. 3).

Zwei Stunden nach der Markierung wurden die Pflanzen entnommen und im Labor auf ^{13}C analysiert. Wir konnten ^{13}C in allen Organen der Zuckerrübenpflanze nachweisen und ermittelten für den Untersuchungstermin im Juli eine ^{13}C-Aufnahmeeffizienz der Gesamtpflanze von 57 % und 47 % unter Umgebungs- bzw. eCO_2-Bedingungen. Somit hatten sich die Pflanzen, die unter eCO_2 aufwuchsen, offenbar bereits daran gewöhnt, mit einer geringeren CO_2-Aufnahme auszukommen. Die relative ^{13}C-Verteilung in die Rübe war unter eCO_2 1,3-mal geringer als unter Umgebungsbedingungen.



Abb. 1: "Free-Air CO_2 Enrichment" (FACE)-System. Ein achteckiger Rohrring führt kontinuierlich CO_2 in den Pflanzenbestand ein, um in der Umgebung der Zuckerrüben eine atmosphärische CO_2-Konzentration von 600 ppm aufrechtzuerhalten. Ein Sensorsystem überwacht kontinuierlich die CO_2-Konzentration sowie den CO_2-Fluss, um eine präzise Steuerung der Begasung sicherzustellen.

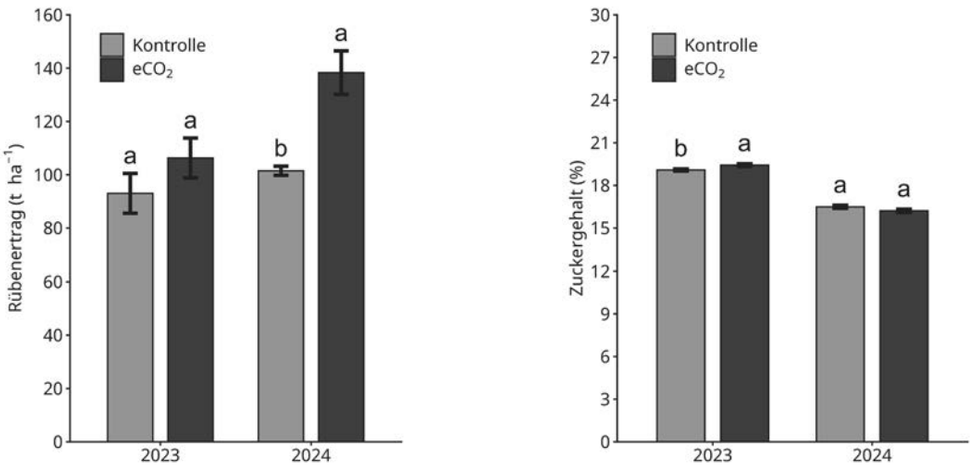


Abb. 2: Rübenertrag und Zuckergehalt einer geprüften Sorte, angebaut unter Umgebungs-CO_2 (Kontrolle) und erhöhtem CO_2 (600 ppm; eCO_2) in einer "Free-Air CO_2 Enrichment"-Anlage auf dem Campus Klein Altendorf in Rheinbach, Deutschland. Mittelwerte (2023, n = 8; 2024, n = 5) und Standardfehler. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Welch-t-Test) bei $p \leq 0{,}05$.

Der 2. Markierungstermin im August zeigte ein ähnliches Muster (hier nicht gezeigt). Der kurzfristige Kohlenstofftransport von den Blättern, wo er aufgenommen wird, in die Rübe scheint unter eCO_2 langsamer und/oder geringer, was auf eine verminderte Transport- und Allokationskapazität deutet.



Abb. 3: Geschlossenes Kammersystem um eine Zuckerrübenpflanze zum ersten Markierungstermin im Juli 2024, bestehend aus einem PVC-Gestell und einer Haube aus gasdichtem Kunststoff. In der Kammer wurden Silikagelpäckchen und Eiswürfel zur Feuchtigkeits- und Temperaturregulation eingebaut. Sensoren überwachten Temperatur und Feuchtigkeit während des Kammerverschlusses. Zwei kleine Ventilatoren sorgten für zirkuläre Luftströmung, um eine gleichmäßige Verteilung von $^{13}CO_2$ in der Kammer zu gewährleisten. Eine Konzentration von 1000 ppm $^{13}CO_2$ wurde erzeugt, indem eine abgemessene Menge Natrium-^{13}C-Carbonat in einem Gefäß innerhalb der Kammer platziert und Phosphorsäure mit einer Spritze von außen injiziert wurde.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Projektförderung: Das FACE-Projekt wurde im Rahmen des vom BMFTR geförderten Projektes DPPN-ACCESS und DPPN-ACCESS 2.0 gefördert (Grant Agreement 031B121 und 031B1500) und in Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich durchgeführt. Das Experiment zur ^{13}C-Isotopenmarkierung wurde vom Verein der Zuckerindustrie e. V. finanziert.

Projektbearbeitung: Naveen Kumar Ganga Raju, Anna Jacobs

Neue Anbauverfahren zur Reduktion von Blattlausbefall bei Zuckerrüben

Der frühe Befall von Zuckerrüben durch virusübertragende Blattläuse kann zu gravierenden Ertragsverlusten von 30 % führen. Es sind nur wenige insektizide Wirkstoffe zur Kontrolle der Blattläuse zugelassen und die gleichen Wirkstoffe werden in verschiedenen Ackerkulturen angewendet. In dieser Situation ist es schwierig einer Resistenzbildung vorzubeugen. Der Bedarf für alternative Methoden zur Blattlauskontrolle steigt. Die Abteilung Systemanalyse beschäftigt sich seit einigen Jahren mit einer Weiterentwicklung der Anbauverfahren, um Blattläuse von den Zuckerrübenfeldern abzulenken und/oder um die Gegenspieler von Blattläusen zu fördern. Dazu wurden mehrjährig Versuche mit Blühstreifen mitten in Praxisflächen durchgeführt und im COBRI-Verbund an verschiedenen Standorten in der EU ein Anbauverfahren mit Begleitpflanzen zwischen den Zuckerrübenreihen getestet.

Projekt FlowerBeet

Vor allem eine frühe Übertragung von Vergilbungsviren durch Blattläuse kann den Ertrag von Zuckerrüben beeinträchtigen. Daher wurden im Projekt FlowerBeet 2022-2024 überjährige Blühstreifen mit 6 m Breite im Herbst vor dem Zuckerrübenanbau ausgesät, um eine frühe Blüte und damit einhergehend eine Anlockung von Blattlausgegenspielern wie Marienkäfern, Flor- und Schwebfliegen zu erreichen. Außerdem kann das zusätzliche Habitat auch räuberische Gruppen wie Laufkäfer, Kurzflügler und Spinnen fördern. Auf 18 Praxisflächen im Rheinland und bei Göttingen wurden Blühstreifen im Abstand einer Arbeitsbreite der Pflanzenschutzspritze mit verschiedenen Blühmischungen in die Zuckerrübenanbaufläche integriert. Ansonsten wurden die Flächen von den Landwirten betriebsüblich bewirtschaftet, allerdings wurden im Bereich um die Blühstreifen keine Insektizide eingesetzt.

Im Anbaujahr 2023 wurden viele Blattläuse nachgewiesen. In 3 und 10 m Abstand zu den Blühstreifen waren die Blattlauspopulationen ähnlich niedrig wie in den mit Insektizid behandelten Zuckerrüben. Vergilbte Pflanzen wurden durch Insektizide verhindert. In der Kontrolle ohne Insektizide und ohne Blühstreifeneinfluss waren auf durchschnittlich 12,7% der Fläche vergilbte Pflanzen, was mit Blühstreifen um 46% reduziert wurde. Im Anbaujahr 2024 waren deutlich weniger Blattläuse auf den Flächen und es wurden keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt.

Um die Wirtschaftlichkeit von Blühstreifen zu bewerten, wurde eine Szenarioanalyse durchgeführt. Hierfür wurden die zusätzlichen Kosten durch Blühstreifen (Verlust von Anbaufläche, Saatgut, zusätzliche Arbeitsschritte, aber auch Einsparungen durch geringere direkte Anbaukosten aufgrund der reduzierten Zuckerrübenanbaufläche) mit dem Nutzen durch reduzierte Virusübertragung verglichen (Tab. 1).

Tab. 1: Deckungsbeiträge der einzelnen Szenarien mit und ohne Blühstreifen

Nr	Szenario	Zuckerrüben (ha)	Blühstreifen (ha)	Kosten (€/Fläche)	Ertrag (t/ha)	Deckungsbeitrag (%)
1	Betriebsüblich, wenig Blattläuse	5,00	0,00	8730	88,0	100
2	Betriebsüblich, wirksame Insektizide	5,00	0,00	8996	88,0	98
3	Keine Insektizide, moderater Verlust	5,00	0,00	8730	83,6	92
4	Keine Insektizide, hoher Verlust	5,00	0,00	8730	74,8	76
5	Blühstreifen, wenig Blattläuse	4,44	0,56	8215	88,0	86
6	Blühstreifen verhindert Verlust	4,44	0,56	8215	88,0	86
7	Blühstreifen reduziert Verlust	4,44	0,56	8215	83,6	79
8	Blühstreifen ohne Effekt	4,44	0,56	8215	74,8	64



Luftbild einer FlowerBeet-Versuchsfläche 2023

Aus ökonomischer Perspektive sind Blühstreifen in den meisten Fällen zu kostspielig, da durch die Reduktion der Zuckerrübenanbaufläche mehr Ertrag fehlt, als sich durch den Pflanzenschutzeffekt der Blühstreifen sichern lässt. Es findet jedoch in jedem Fall eine allgemeine Förderung der Biodiversität und von Gegenspielern statt und damit wird ein ökologischer Mehrwert erzielt, der zu einer grundsätzlichen Reduktion von Schaderregern beitragen kann. Aus diesen Erwägungen heraus fokussieren wir weitere Forschung auf Anbausysteme, die ohne einen Verlust von Anbaufläche durchführbar sind. Eine Option sind Begleitpflanzen zwischen den Zuckerrübenreihen.

COBRI-Begleitpflanzen

Gemeinsam mit anderen europäischen Zuckerrübenforschungseinrichtungen wurden in den Jahren 2021 bis 2023 18 Feldversuche mit Gerste als Begleitpflanze angelegt. Die Versuchsuchsanlagen in Belgien, Dänemark, Deutschland und den Niederlanden wurden so weit vereinheitlicht, dass sie gemeinsam ausgewertet werden konnten. In großen Parzellen wurde Wintergerste (60 kg/ha) im Frühjahr ausgesät und unmittelbar im Anschluss Zuckerrüben in praxisüblicher Bestandesdichte mit 45 cm Reihenabstand gesät. In einer Kontrollvariante wurden ausschließlich Zuckerrüben gesät. Die Gerste wurde bei einer Höhe von ca. 12 cm mit einem Graminizid abgetötet. Die Entwicklung der Gerstenpflanzen (Höhe und Bodenbedeckung) sowie die Bodenbedeckung durch die Zuckerrüben wurde erfasst und mehrfach die Blattläuse an 25 Zuckerrübenpflanzen gezählt. Die Anzahl Läuse war in Parzellen mit Gerste deutlich geringer (weniger als 50 %) als in den Kontrollen (Abb. 1). In den Niederlanden wurde darüber hinaus eine deutliche Reduktion der Flächen mit Vergilbungsvirus-Symptomen beobachtet. Je nach Bodenbedeckung der Gerste kam es aber auch zu Konkurrenzeffekten auf die Zuckerrüben, sodass im Durchschnitt über alle Versuche ein Minderertrag von 8 % Rübenmasse zu verzeichnen war.



Begleitpflanzenversuch 2025 mit Gerste (Doppelreihe) und Zuckerrüben

Projekt BetaCompP

Der Ansatz der Begleitpflanzen wird seit 2024 im Projekt BetaCompP weiterverfolgt. In Feldversuchen bei Göttingen werden verschiedene Begleitpflanzenarten untersucht und das System für eine Übertragung in die landwirtschaftliche Praxis weiter optimiert. Hierzu werden unter anderem die Aussaattechnik, sowie die Sortenauswahl, Bestandesdichten und Behandlungszeitpunkte von verschiedenen Begleitpflanzenarten untersucht. Ebenso die Auswirkungen der Begleitpflanzen auf Blattläuse und Gegenspieler und die Biodiversität allgemein. Erste Er-

gebnisse decken sich mit den Erkenntnissen aus den COBRI-Begleitpflanzenversuchen: Blattläuse können deutlich reduziert werden. Der richtige Zeitpunkt für die Entfernung der Begleitpflanzen ist kritisch da es sonst zu Ertragsverlusten durch Konkurrenz kommen kann. Das Projekt läuft noch bis Mitte 2027 und 2026 finden in Kooperation mit dem Zuckerrübenanbauerverband Niedersachsen-Mitte Feldtage für die Praxis statt.

Fazit

Die bisherigen Versuche zu Begleitpflanzen und Blühstreifen zeigen ein großes Potential für Kontrollstrategien, die alternativ oder ergänzend zu den chemischen Maßnahmen einen Beitrag zur Regulierung von Blattlauspopulationen leisten können. Dabei funktionieren die Blühstreifen über die Förderung der Biodiversität im Allgemeinen und von Blattlaus-Gegenspielern im Besonderen. Bei den Begleitpflanzen untersuchen wir die genauen Mechanismen, welche sich von Pflanze zu Pflanze unterscheiden können. Diese neuen Anbausysteme zur Blattlauskontrolle können nie so akut wirken wie ein wirksames Insektizid. Sie stellen aber wichtige Bausteine des Integrierten Pflanzenschutzes dar, um Blattlauspopulationen zu reduzieren und dadurch Infektionen mit Vergilbungsviren vorzubeugen. Auch gegen andere Schadorganismen könnten sie potenziell wirken. Dabei gibt es weiterhin Entwicklungs- und Optimierungsbedarf: durch den Anbau von Blühstreifen mitten im Feld geht Zuckerrübenanbaufläche verloren und durch Konkurrenzeffekte beim Anbau von Begleitpflanzen kommt es zu Minderertrag, der mit dem erwarteten Minderertrag durch den Blattlausbefall abgewogen werden muss. Im Fall der Begleitpflanzen kann diese Ertragsminderung durch den optimalen Zeitpunkt des Entfernens der Begleitpflanze und eine optimale Aussaatdichte minimiert werden. Allerdings hat man bei jedem dieser Verfahren einen Mehraufwand durch die Anlage und Entfernen der Blühstreifen bzw. Begleitpflanzen. Nicht zu unterschätzen ist der Einfluss dieser Maßnahmen auf die Biodiversität. Die höhere Diversität der Pflanzen im Feld fördert eine erhöhte Vielfalt von Insekten und Spinnen in den Flächen, welche zusätzlich vom Verzicht auf die Insektizidanwendungen profitiert.

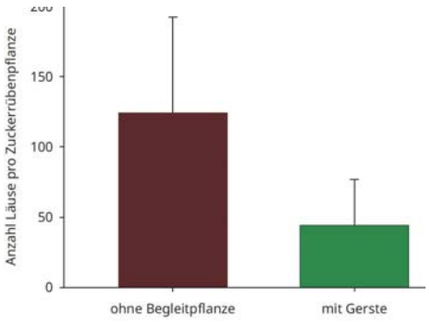


Abb. 1: Die Anzahl Läuse (Summe über fünf Boniturtermine; Mittelwert und Standardfehler) war in Plots mit Gerste als Begleitpflanze deutlich geringer als in Parzellen ohne Begleitpflanze.

Projektpartner: Leibniz-Institut für die Analyse des Biodiversitätswandels, Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe, Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer NRW, Rheinischer Rübenbauer-Verband (FlowerBeet)

IRBAB-KBIVB, NBR Nordic Beet Research, Stichting IRS (COBRI)

P.H.Petersen Saatzucht, Zuckerrübenanbauerverband Niedersachsen-Mitte, Kverneland (BetaCompP)

Projektförderung: Die Förderung des Vorhabens FlowerBeet erfolgt aus Mitteln der Landwirtschaftlichen Rentenbank.

Das Projekt BetaCompP wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.

Projektbearbeitung: Christel Roß, Benedict Wieters, Nicol Stockfisch

Beet yellows virus: Auf der Suche nach resistenten Sorten

Seit Juli 2023 wird das Projekt mit dem Akronym „BetaKing“ vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt gefördert. Hierbei geht es um die Identifikation und Selektion von Resistenzeigenschaften gegen das Beet yellows virus, das von der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* auf Zuckerrübenpflanzen übertragen wird. Nach dem Anwendungsverbot der neonikotinoiden Saatgutbeizung werden diese Arbeiten wesentlich dazu beitragen, die Sortenentwicklung im Bereich der Virusresistenz voranzutreiben.

Eine der wirtschaftlich bedeutendsten blattlausübertragbaren Viruserkrankungen im Zuckerrübenanbau ist die viröse Vergilbung, die durch einen Komplex unterschiedlicher Virusarten ausgelöst wird. Das Virus mit höchster Relevanz ist das Beet yellows virus (BYV), was vor allem bei frühen Infektionsereignissen zu hohen Ertragseinbußen führen kann. Da die Bekämpfung der Blattläuse mit Insektiziden durch die Änderung rechtlicher Rahmenbedingungen und mögliche Insektizid-Resistenzen immer schwieriger wird, stellen Forschung und Methodenentwicklung zur Unterstützung der Zuckerrüben-Züchtungsarbeit einen der wichtigsten Bausteine zur Identifizierung von Resistenz gegen das Virus dar.

Die molekulare Interaktion zwischen Zuckerrübe und BYV ist sehr komplex und mögliche Anfälligkeitsfaktoren und weitere pflanzliche Gene bzw. Proteine, die das Virus beeinflusst, sind bisher nicht entschlüsselt. Wie bei vielen Pflanzenkrankheiten, sind Toleranz- bzw. Resistenzeigenschaften im Laufe der Züchtung leistungsstarker Sorten verloren gegangen. Diese könnten sich z. B. in Wildrübenmaterial „versteckt“ halten. Deshalb wurde im Rahmen des Projektes „BetaKing“, eine Kooperation mit der Universität Kiel und SESVanderHave Deutschland GmbH, in einem zweijährigen Feldversuch eine Beta „Mini Core Collection“ (MCC) durchmustert, die nicht nur den primären, sondern auch den sekundären Beta Genpool abdeckt (Abb. 1).



Abb. 1: Inokulationsparzellen des Feldversuches 2025 mit der Beta „Mini Core Collection" in randomisierter dreifacher Wiederholung.

Im Testungsset befanden sich etwa 300 Akzessionen von Zuckerrüben, Futterrüben, Roter Beete, Meer-Rüben und Blattrüben wie Mangold-Arten (Tab. 1). Das Besondere an dieser Sammlung ist, dass für alle Akzessionen auch die Sequenzinformation des Erbguts vorliegt. So können phänotypische Beobachtungen auf dem Feld bezüglich der Ausprägung von Symptomen mit dem Genotyp abgeglichen und eine Toleranz bzw. Resistenz mit Markergenen verknüpft werden. Insbesondere zeigte sich in rotblättrigen Beta Genotypen ein verstärktes Toleranz- bzw. Resistenzpotential. Hier gilt allerdings noch zu klären, ob der Effekt an einer visuell komplexeren Bonitur liegt, da die Pflanzen keine klassische Vergilbung zeigen. Es ist auch möglich, dass rotblättrige Pflanzen für die Blattläuse generell eine unattraktivere Nahrungsquelle in Bezug auf Pflanzeninhaltsstoffe darstellen. Um dies zu ermitteln, wären weitere Tests notwendig, wie z. B. ein „Choice Test“ oder auch die Bestimmung der Virusgehalte in solchen Pflanzen. Auch Meer-Rüben wiesen eine erhöhte Toleranz gegenüber BYV auf, was sich in einer verzögerten oder verringerten Symptomausbreitung bemerkbar machte (Abb. 2). Da diese Genotypen aber zu einer starken Schosser- und Blütenbildung neigten, mussten sie im ersten Versuchsjahr bereits Anfang Juli aus dem Test entfernt werden, da ansonsten ein zu hohes Bodenkontaminationsrisiko durch Samen bestanden hätte. Diese Genotypen wurden in einem Gewächshausversuch unter Kurztagbedingungen, um das Schossen zu unterdrücken, separat getestet.



Abb. 2: Meer-Rüben, links anfällig und rechts mit verminderter Symptomausprägung.

Tab. 1: Zusammensetzung der Beta "Mini Core Collection" zur Feldtestung

Artname	ssp.	conv.	prov.	Typ	Anzahl
Beta vulgaris	*vulgaris*	*vulgaris*	*altissima*	Zuckerrüben	58
	vulgaris	*crassa*	*conditiva*	Rote Bete	38
	vulgaris	*crassa*	*crassa*	Futterrüben	25
	vulgaris	*crassa*	*cycla*	Mangold	24
	maritima			Meer-Rüben	85
Beta vulgaris	*unbestimmt*				55
	adanensis			Wildart	11
Summe					296

Die besten Akzessionen aus Feld- und Gewächshausversuchen wurden selektiert und vom Züchtungspartner für die Einkreuzung in Elite-Zuchtmaterial verwendet. So sollen die Resistenz-/Toleranzeigenschaften zeitnah in den Zuckerrübengenpool eingebracht werden. Da dies auf dem klassischen Züchtungsweg mindestens zehn Jahre bis zur marktreifen Sorte dauert, ist es wichtig, neben der klassischen Züchtung auch weitere Ansätze zu verfolgen, die zur Identifikation von Toleranzen oder Resistenzen beitragen.

Hierzu wurde eine Transkriptom-Studie durchgeführt, um die Gesamtheit aller RNA-Moleküle einer Zelle oder eines Gewebes zu untersuchen. Das Ziel ist es zu verstehen, welche Gene durch Virusinfektion dereguliert werden. Diese Studien wurden mit Blattproben aus BYV-infizierten Pflanzen zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach künstlicher Blattlaus-Inokulation im Vergleich zu nicht-inokulierten Kontrollpflanzen durchgeführt. Hierbei konnten vergleichende Genexpressionsprofile erstellt werden, die die Identifizierung von Anfälligkeitsfaktoren ermöglichten. Diese Anfälligkeitsfaktoren lagen bei infizierten Pflanzen im Vergleich zu Kontrollpflanzen signifikant stärker exprimiert in den Zellen vor und könnten demnach für die Infektion bzw. Interaktion eine bedeutende Rolle spielen. Des Weiteren wurde über eine sogenannte smallRNA (sRNA)-Studie, die zum Ziel hat, die Regulatoren der Genex-

pression aus der Transkriptom-Studie zu identifizieren, ein weiteres pflanzliches Gen gefunden, welches wahrscheinlich direkt vom Virus reguliert wird. Es gilt nun, die gefundenen veränderten regulatorischen Prozesse mithilfe von molekularbiologischen Methoden zu bestätigen und die Beteiligung in der Interaktion zwischen Zuckerrübe und BYV abzusichern.

Bisher stellte die BYV-Resistenz noch eine völlige „Black Box" dar. Die Beta MCC ist eine wichtige Ressource, um auf dem klassischen züchterischen Weg, Toleranzen oder Resistenzen in den Züchter-Genpool zu integrieren. Bisher gibt es keinen Anhaltspunkt, dass in den Akzessionen eine vollständige Resistenz gegenüber der Virusinfektion vorliegt, sondern die Toleranzen bzw. Resistenzen auf einer verzögerten oder verringerten Symptomausprägung beruhen. Allerdings ist die Durchmusterung noch nicht abgeschlossen. Etwa 100 Meer-Rüben Akzessionen, die ein hohes Toleranz- bzw. Resistenzpotential haben könnten, befinden sich noch in der Testung.

Durch die Transkriptom- und sRNA-Studien konnte hinsichtlich möglicher Anfälligkeitsfaktoren, sowie weiterer beteiligter Gene etwas Licht ins Dunkel gebracht werden. Die im Rahmen des Projektes identifizierten Gene können in Zukunft auf zwei Wegen weitere Erkenntnisse bringen: Züchter können sie zum einem dazu nutzen, um in ihrem Genpool nach natürlichen Mutationen in den ermittelten Anfälligkeitsfaktoren zu suchen. Daraufhin könnte getestet werden, ob diese Mutationen zu einer gesteigerten Toleranz oder Resistenz führen. Zum anderen können die identifizierten Gene über Präzisionszüchtungsmethoden, wie CRISPR/Cas, modifiziert werden. Mögliche Effekte auf die Toleranz oder Resistenz könnten unter Laborbedingungen untersucht und somit eine schnellere Bestätigung einer veränderten Auswirkung auf die Pflanzengesundheit erhalten werden.

Projektpartner: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, SESVanderHave Deutschland GmbH

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Förderung von Innovationen zur Züchtung von klimaangepassten Sorten und Kulturpflanzen im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Projektbearbeitung: Roxana Hossain, Mark Varrelmann

Auf dem Weg zur Identifizierung und Funktionsaufklärung eines Beet mosaic virus Resistenzgens in Zuckerrüben

Seitdem immer mehr chemische Pflanzenschutzstrategien wegfallen, gewinnt die genetische Resistenz gegen Zuckerrüben-infizierende Viren wie das Beet mosaic virus (BtMV) an Bedeutung. Eine bestimmte Zuckerrübenlinie verzögert die systemische Ausbreitung des Virus erheblich. Diese Blockade hängt vermutlich mit einem RTM1-ähnlichen Gen auf Chromosom 1 zusammen und eröffnet neue Perspektiven für eine nachhaltige BtMV-Resistenz in der Zuckerrübenzüchtung.

Viruskrankheiten, wie das Beet mosaic virus (BtMV) stellen weiterhin eine große Herausforderung für den nachhaltigen Anbau von Zuckerrüben dar. Der gezielte Einsatz natürlicher Resistenzgene eröffnet eine nachhaltige Möglichkeit für einen systemischen und vererbbaren Schutz. Mit Resistenzen sind im Unterschied zu chemischem Pflanzenschutz keine zusätzlichen Risiken für Umwelt oder Gesundheit verbunden.

In der Vergangenheit wurde bereits eine Zuckerrübenlinie identifiziert, die von Natur aus gegen BtMV resistent ist. Das dazugehörige Resistenzgen konnte auf Chromosom 1 lokalisiert werden, aber die genaue Identität blieb unklar. Trotz weiterer Befunde wurde die Forschung an resistenten Zuckerrübengenotypen über längere Zeit nicht intensiv weiterverfolgt. Unter anderem wegen der Verfügbarkeit von neonikotinoider Saatgutbeizung, die effektiv gegen die BtMV-übertragenden Blattläuse wirkt. Aufgrund regulatorischer Einschränkungen für diese Insektizide hat die genetische Resistenz jedoch wieder stark an Bedeutung gewonnen.

Beim Vergleich BtMV-anfälliger mit der resistenten Zuckerrübenlinie fällt auf, dass die resistente Linie deutlich abgeschwächte und verzögerte BtMV-Krankheitssymptome entwickelt (Abb. 1). Diese unterscheiden sich zudem visuell von den üblichen BtMV-Symptomen wie Mosaikmuster, Blattverkräuselungen und Wachstumsdepressionen. Gleichzeitig sammelt sich in den systemischen. Blättern deutlich weniger Virus an, während die lokale Virusvermehrung kaum beeinflusst wird. Dieses und weitere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Resistenz vor allem die Ausbreitung des Virus innerhalb der Pflanze stark reduziert.

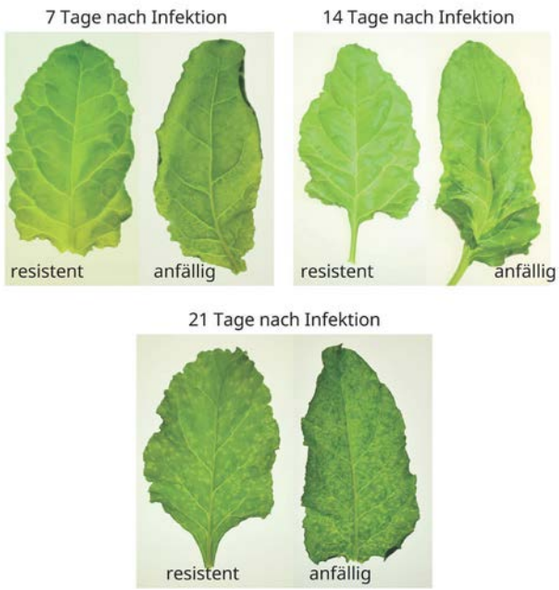


Abb. 1: Symptomunterschiede zwischen Blätter der resistenten und anfälligen Zuckerrübenlinie 1, 2 und 3 Wochen nach der mechanischen BtMV-Inokulation.



Abb. 2: Testung der 210 Nachkommen aus der Kreuzung zwischen der resistenten und anfälligen Zuckerrübenlinie im Gewächshaus.

Eine Transkriptomanalyse lieferte weitere Erkenntnisse: Beide Genotypen reagieren im Kern ähnlich auf die Virusinfektion, aber in der resistenten Linie sind zusätzlich einige Gene entweder dauerhaft oder nach einer BtMV-Infektion besonders aktiv. Darunter finden sich Ribosominaktivierende Proteine und Jacalin-artige Lektine, die bereits aus anderen Studien als Bestandteile pflanzlicher Abwehrmechanismen bekannt sind. Besonders spannend ist ein Gen, das dem *Arabidopsis thaliana* „restricted tobacco etch virus movement 1" (RTM1) ähnelt. In *A. thaliana* ist dieses Gen in der Lage, die systemische Ausbreitung von einigen Potyviren zu blockieren, ohne deren lokale Replikation zu beeinflussen. Dieser beschriebene Wirkmechanismus passt auffallend gut zu dem, was in der resistenten Zuckerrübenlinie bei BtMV – ebenfalls ein Potyvirus – beobachtet werden konnte. Außerdem liegt das RTM1-Homolog in der Zuckerrübe direkt neben einem bekannten Resistenzmarker auf Chromosom 1 und ist dort in der resistenten Linie durchgehend aktiv.

Zur weiteren Aufklärung der genetischen Grundlage wurde eine Kreuzung mit 210 Nachkommen aus der resistenten und einer anfälligen Linie erzeugt. Ziel war es, die relevanten genetischen Faktoren zu lokalisieren und ihre Rolle für die Resistenz zu bewerten. Dazu analysierte der Projektpartner „Florimond Desprez" die genetische Variation der Nachkommen. Parallel dazu wurde mit einem standardisierten Gewächshaus-Bioassay die BtMV-Resistenz der einzelnen Pflanzen bestimmt (Abb. 2). Als Maß diente die Schwere der Krankheitssymptome 15 Tage nach Inokulation – ein Zeitpunkt, zu dem sich die Unterschiede zwischen resistenten und anfälligen Pflanzen klar zeigen. Die anschließende Analyse identifizierte eine einzelne, stark ausgeprägte Hauptregion auf Chromosom 1, die für einen Großteil der beobachteten phänotypischen Variation im Gewächshaus verantwortlich ist und maßgeblich mit der BtMV-Resistenz zusammenhängt. Besonders aufschlussreich war, dass ein spezifisch für die resistente Linie entwickelter SNP-Marker, der auf einem Polymorphismus im RTM1-ähnlichen Gen basiert, immer gemeinsam mit einem Marker in der oben genannten Hauptregion vererbt wurde. Die gemeinsame Vererbung dieser Marker deutet auf einen engen genetischen Zusammenhang zwischen dem RTM1 ähnlichen Gen und der identifizierten Hauptregion hin.

Zusammen mit den transkriptomischen und phänotypischen Daten spricht vieles dafür, dass das RTM1-Homolog der Zuckerrübe eine zentrale Rolle bei der BtMV-Resistenz spielt. Für einen endgültigen Beweis fehlen noch funktionelle Studien, wie etwa Komplementationsassays oder auch Knockdown- und Überexpressionsversuche. Dieser Resistenzmechanismus könnte mit anderen Resistenzgenen gegen viröse Vergilbungen kombiniert werden und so einen besseren, mehrschichtigen Schutz bieten. Gleichzeitig stellt diese Art des Resistenzmechanismus eine interessante Alternative zu klassischen Resistenzgenen dar, die normalerweise einen anderen Wirkungsmechanismus haben, und erweitert die Möglichkeiten genetischer Werkzeuge für die Züchtung virusresistenter Zuckerrübensorten.

Projektpartner: Florimond Desprez Belgium (Tienen, Belgium); Florimond Desprez Veuve & Fils (Cappelle-en-Pévèle, France)

Projektförderung: Gefördert durch Mittel der Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V. (WVZ) und des Vereins der Zuckerindustrie e. V. (VdZ)

Projektbearbeitung: Dennis Rahenbrock

Ist das zweite Rizomania-Resistenzgen (Rz2) noch stabil? Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit und Wirt-Virus Interaktion

Die Rizomania-Krankheit an Zuckerrüben wird durch das beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) verursacht. Seit Jahrzehnten wird die Krankheit erfolgreich durch resistente Sorten kontrolliert. Allerdings konnte sich das Virus mittlerweile in bestimmten Regionen an das erste Resistenzgen Rz1 anpassen. Daher ist das zweite Resistenzgen Rz2 und dessen Stabilität für die zukünftige Kontrolle der Krankheit von großer Bedeutung.

Die Rizomania-Krankheit befällt vor allem den Rübenkörper und führt so zu erheblichen Ertragsverlusten und stark reduzierten Zuckergehalten. Das BNYVV wird durch einen Protisten im Boden übertragen. Daher bieten nur resistente Zuckerrübensorten einen effektiven Schutz gegen Rizomania. Zur Verfügung stehen die Resistenzgene Rz1 und Rz2. Über Jahrzehnte wurde Rz1 erfolgreich eingesetzt. Allerdings konnte sich das Virus anpassen und so die Resistenz überwinden. Dieser Rz1-Resistenzbruch wird seit 2005 in verschiedensten Ländern wie z. B. den USA, Frankreich, den Niederlanden, Deutschland, Türkei und Japan beobachtet. In Regionen mit Rz1-Resistenzbruch werden daher nun erfolgreich doppelt resistente Sorten, die beide Resistenzgene tragen eingesetzt. Der Schutz basiert hier vor allem auf Rz2, das bisher stabil zu bleiben scheint. Mit zunehmender Nutzung von Rz2 steigt allerdings der Selektionsdruck auf das Virus, das so langfristig auch diese Resistenz überwinden könnte. Ziel des Projekts ist es daher, die Stabilität von Rz2 zu untersuchen und zu bewerten. Außerdem soll das Verständnis des zugrundeliegenden Resistenzmechanismus verbessert werden.

Zur Bewertung der Rz2-Resistenzstabilität wurde zunächst untersucht, ob eine Anpassung des Virus bereits stattgefunden hat. In sogenannten Fangpflanzentests mit Rz1-überwindenden Populationen konnten allerdings kaum erhöhte Virusgehalte in der Rz1+Rz2-resistenten Zuckerrübensorte festgestellt werden (Abb. 1). Ob die leicht erhöhten Virusgehalte in einzelnen Pflanzen mit einer Anpassung des Virus in Verbindung gebracht werden können, wird durch Tiefensequenzierung der Viruspopulation überprüft.

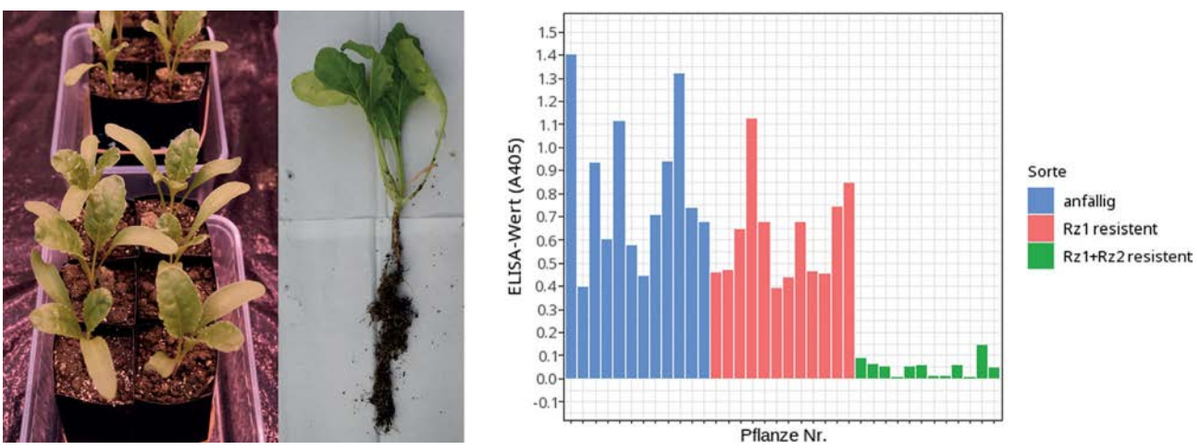


Abb. 1: Fangpflanzentest mit Rz1-überwindenden Populationen im Gewächshaus. Links: Anzucht der Zuckerrüben in infizierten Böden und Ernte der Wurzeln nach 6 Wochen. Rechts: ELISA-Ergebnisse für einen von 16 getesteten infizierten Böden.

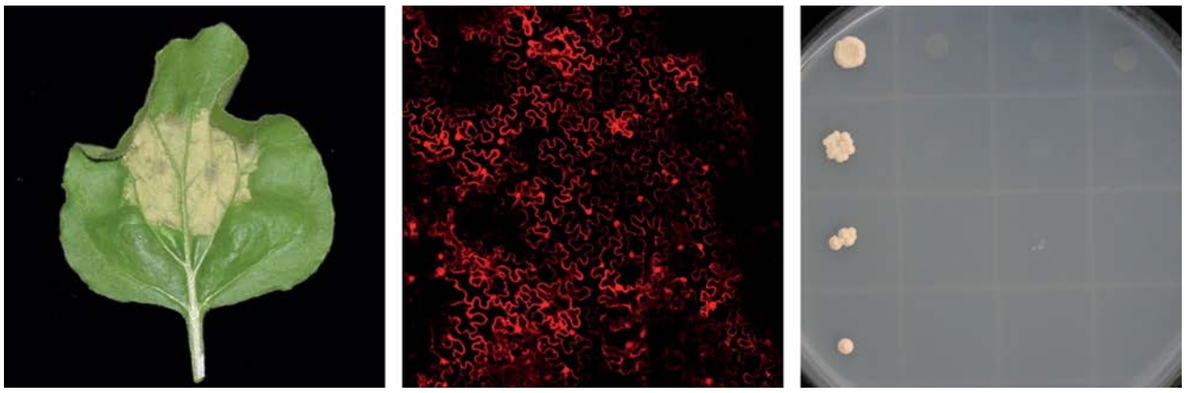


Abb. 2: Links: Hypersensitive Reaktion in Nicotiana benthamiana nach Expression von Rz2 und BNYVV TGB1. Mitte: Lokalisationsstudien. Rechts: Test auf direkte Interaktion Interaktionsassay in Hefe.

Von Interesse sind Mutationen, die nur in den Populationen aus der Rz1+Rz2-resistenten Sorte auftauchen und nicht in den Populationen aus der anfälligen oder Rz1-resistenten Sorte. Durch molekularbiologische Methoden war es zuvor möglich, den Bereich, in dem eine Anpassung des Virus an Rz2 am wahrscheinlichsten ist, einzugrenzen (siehe nächster Absatz). So muss nur ein bestimmter Genabschnitt des Virus auf Mutationen untersucht werden. Selbst wenn zum jetzigen Zeitpunkt keine Mutationen identifiziert werden sollten, ist das weitere Monitoring der Rz2 Resistenzstabilität von Bedeutung, da es bei monogenen Resistenzen zum Resistenzbruch kommen kann.

Um den zugrundliegenden Resistenzmechanismus von Rz2 besser zu verstehen, wurde ein bereits etabliertes transientes System in der Modellpflanze Nicotiana benthamiana genutzt. Über Rz2 ist bekannt, dass es sich um ein typisches Resistenzprotein handelt. Dieses erkennt ein bestimmtes virales Protein, das sogenannte Avirulenzprotein, und löst daraufhin die Resistenzreaktion aus. Bei der Resistenzreaktion handelt es sich meist um eine hypersensitive Reaktion (HR), die durch Zelltod sichtbar wird. Im Fall von Rz2 stellt das virale Protein triple gene block I (TGB1) des BNYVV das entsprechende Avirulenzprotein dar. Bei Erkennung von TGB1 durch Rz2 in *N. benthamiana* wird eine HR sichtbar (Abb. 2). Dieses System erlaubte nicht nur die Eingrenzung auf einen bestimmten Bereich von TGB1, der für die Erkennung von Rz2 von Bedeutung ist und in dem eine Anpassung des Virus daher am wahrscheinlichsten ist, sondern auch verschiedene Lokalisations- und Interaktionsstudien.

Über die Markierung mit einem fluoreszenten Protein konnte die Lokalisation von Rz2 und TGB1 in der Zelle verfolgt werden (Abb. 2). Anschließend wurde die Lokalisation manipuliert, sodass die Proteine gezielt in bestimmten Zellkompartimenten zusammengebracht oder getrennt werden konnten. Es wurde gezeigt, dass sich Rz2 und TGB1 grundsätzlich im Cytoplasma und im Zellkern begegnen, die Auslösung der HR als Resistenzreaktion aber ausschließlich auf der Lokalisation beider Proteine im Cytoplasma beruht. Anschließend wurde die Interaktion selbst genauer untersucht. Generell wird zwischen einer direkten Interaktion und einer indirekten Interaktion zwischen Resistenz- und Avirulenzprotein unterschieden. Im Falle einer indirekten Interaktion ist ein weiteres pflanzliches Protein das Bindeglied zwischen Resistenz- und Avirulenzprotein und die Interaktion kann nur stattfinden, sofern dieses ebenfalls in der Zelle vorhanden ist. Für Rz2 und TGB1 wurde zunächst auf eine direkte Interaktion getestet. Da allerdings in

zwei unabhängigen Assays (Hefe-Zwei-Hybrid-System, Bimolekulare Fluoreszenzkomplementation) keine direkte Interaktion nachgewiesen werden konnte, wurde die Möglichkeit einer indirekten Interaktion untersucht. Um ein entsprechendes pflanzliches Protein, das das Bindeglied zwischen Rz2 und TGB1 darstellen könnte zu identifizieren wurde „proximity labeling“ erfolgreich als Methode etabliert (mit Unterstützung durch die Serviceeinheit LCMS Probenanalytik am Institut für Mikrobiologie und Genetik der Universität Göttingen). Dabei werden alle Proteine, die sich in der Zelle in direkter Nähe zu TGB1 aufhalten markiert und später identifiziert. Die vielversprechendsten Kandidaten müssen anschließend auf tatsächliche Interaktion mit Rz2 und TGB1 getestet werden. Nur wenn die Art der Interaktion und im Falle einer indirekten Interaktion das potenzielle Bindeglied zwischen Rz2 und TGB1 identifiziert werden kann, kann der Resistenzmechanismus im Detail aufgeklärt werden.

Projektförderung: Dieses Projekt wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Projektnummer: 519632024.

Gefördert durch
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Projektbearbeitung: Kristin Benjes, Mark Varrelmann, Sebastian Liebe

Molekularer Nachweis von zwei Untergruppen von „*Candidatus* Phytoplasma solani“-Stämmen, die benachbarte Kartoffel- und Zuckerrübenfelder in Süddeutschland befallen

SBR in Zuckerrüben wird durch die Schilfglasflügelzikade *Pentastiridius leporinus* übertragen. Der Vektor kann auch in Kartoffeln seinen Lebenszyklus durchlaufen. Daher besteht das Risiko, dass ein Erregeraustausch zwischen den Kulturen mit negativen epidemiologischen Folgen stattfindet. Ziel dieser Studie war daher die molekulare Charakterisierung von „*Candidatus* Phytoplasma solani“, das mit der SBR-Krankheit bei Zuckerrüben in Verbindung gebracht wird, sowie ein Vergleich mit Stolbur in benachbarten Kartoffelfeldern.

Phytoplasmen wurden mittels quantitativer PCR in 82 Zuckerrübenwurzeln und 128 Kartoffelknollen auf verschiedenen benachbarten Feldern in Süddeutschland nachgewiesen (Abb.1). Infizierte Kartoffelpflanzen zeigten Phytoplasma-assoziierte Symptome wie Gelbfärbung, Aufwärtsrollen der Blätter, oberirdische Knollen und vorzeitige Alterung. Zuckerrübenpflanzen zeigten ähnliche Symptome wie bei der Krankheit „Syndrome des basses richesses“ (SBR), darunter ganzflächige Vergilbung und Nekrose der älteren Blätter, lanzettliche/aufrechte Herzblätter und braune Gefäßbündel (Abb. 2). Die genetische Vielfalt der Phytoplasmen in den symptomatischen Kartoffel- und Zuckerrübenpflanzen wurde mittels Sequenzanalyse der 16S-rRNA sowie der nicht-ribosomalen Gene stamp, vmp1, tuf und secY untersucht.

Die Restriktionsfragment-Längenpolymorphismus (RFLP)-Profile und Sequenzen der 16S-rRNA waren bei allen Zuckerrüben-positiven Proben identisch und stimmten mit der in Deutschland nahezu ausschließlich auftretenden Untergruppe 16SrXII-P überein, während die Kartoffel-Phytoplasma-Stämme der Untergruppe 16SrXII-A zugeordnet wurden (Abb. 3).

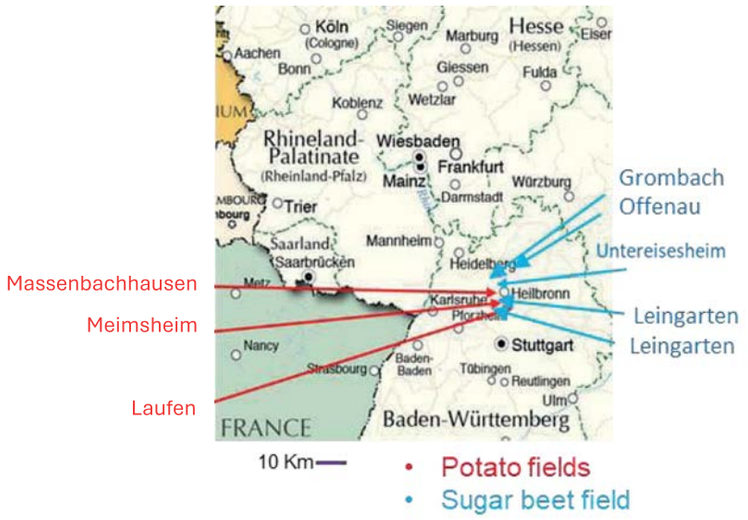


Abb. 1: Standorte von Kartoffel- und Zuckerrübenpflanzen. Standorte von Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern in Süddeutschland. Kartoffelknollen wurden von 11 Feldern in der Nähe von Meimsheim (3 Felder), Lauffen (5 Felder) und Massenbachhausen (3 Felder) sowie von einem Zuckerrübenfeld in Untereisesheim entnommen.

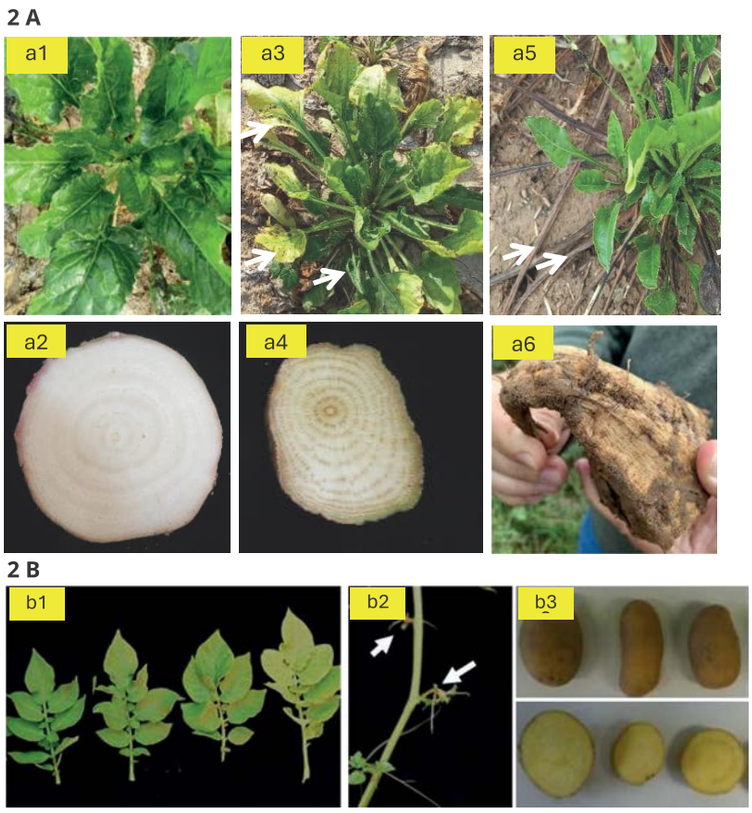


Abb. 2: Symptome des "Syndrome des basses richesses" (SBR) an Zuckerrübenpflanzen. (A) Gesunde Kontrollpflanze (a1, a2) und infizierte Pflanze mit asymmetrischen jungen Blättern (durch einen Pfeil gekennzeichnet), Gelbfärbung, Nekrose älterer Blätter und Verfärbung des Gefäßgewebes in der Wurzel in Verbindung mit „Ca. A. phytopathogenicus" (a3 und a4). Nekrose älterer Blätter (durch Pfeile gekennzeichnet) (a5) und gummiartige Wurzeln (a6) standen im Zusammenhang mit Phytoplasma-Infektionen. (B) Symptome von Stolbur an Kartoffelpflanzen. Infizierte Pflanzen mit gelben und nekrotischen Blättern (b1) und einige Pflanzen mit oberirdischen Knollen, wie durch Pfeile gekennzeichnet (b2). Einige Knollen wiesen eine Verfärbung des Gefäßgewebes und eine schwammige (gummiartige) Textur auf (b3).

Die Sequenzanalyse der nicht-ribosomalen Gene ergab, dass die Kartoffelstämme zur b1-Gruppe des tuf Gens, zu den V4- und V17-Gruppen des vmp1-Gens sowie zu den secY3- und secY4-Gruppen des secY-Gens gehörten. Die Proben aus Zuckerrüben unterschieden sich jedoch deutlich von denen aus Kartoffeln und bildeten eine neue tuf-Gruppe, die als „tuf e" bezeichnet wurde (Abb. 4).

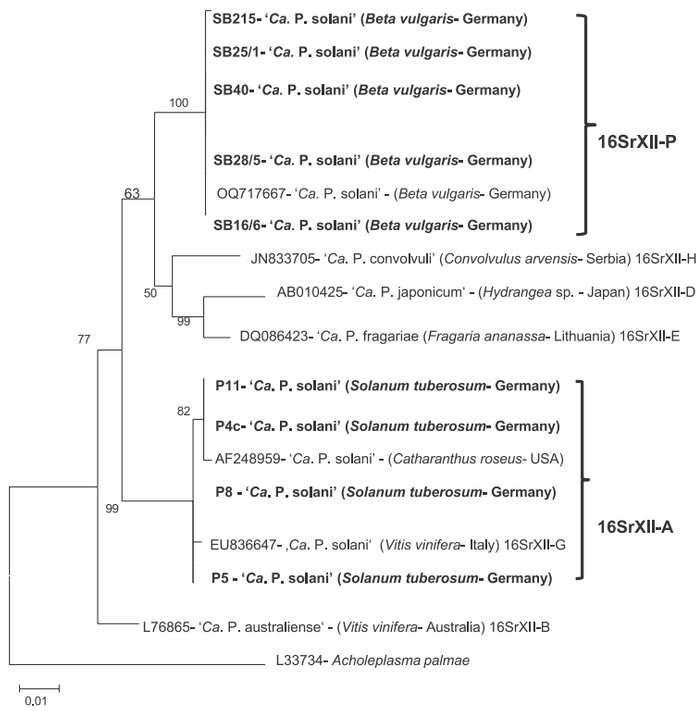


Abb. 3: Phylogenetischer Stammbaum von partiellen 16S-rRNA-Sequenzen der Kartoffel- und Zuckerrüben-Phytoplasma-Stämme sowie ausgewählter 16SrXII-Untergruppen von Phytoplasmen. Die Kartoffel (P)- und Zuckerrüben (SB)-Phytoplasma-Stämme aus dieser Studie sind fett gedruckt. Der Stammbaum wurde unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Methode (ML) erstellt. Die GenBank-Zugangsnummern sind auf jedem Zweig angegeben. Die Zahlen auf den Zweigen sind Bootstrap-Werte aus 1.000 Replikaten. Der Maßstab entspricht fünf Nukleotidwechseln pro 100 Nukleotide.

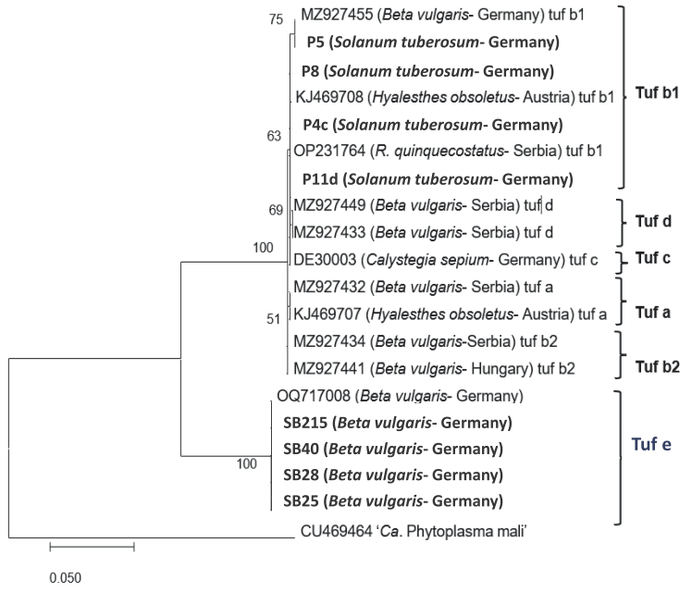


Abb. 4: Phylogenetischer Stammbaum, abgeleitet aus den repräsentativen Sequenzen des tuf-Gens von „Candidatus Phytoplasma solani". Die in dieser Studie untersuchten Stämme aus Kartoffel (P)- und Zuckerrüben (SB)-Kulturen sind fett gedruckt. Diese Sequenzen wurden gemeinsam mit Referenzstämmen aus den tuf-Gruppen unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Methode (ML) analysiert. Die Zahlen auf den Zweigen sind Bootstrap-Werte aus 1.000 Replikaten. Der Maßstab entspricht fünf Nukleotidwechseln pro 100 Nukleotide.

RFLP-Analysen und Multilocus-Sequenzanalysen der nicht-ribosomalen Gene der Phytoplasma-Stämme bestätigten, dass sich die Kartoffel-Phytoplasma-Stämme molekular von den Zuckerrüben-Phytoplasma-Stämmen unterschieden. Darüber hinaus handelt es sich hierbei um den ersten Bericht über eine Multilocus-Sequenzanalyse von Stämmen von „*Candidatus* Phytoplasma solani" in Kartoffelpflanzen in Deutschland, was auf Unterschiede bei den Wirtspflanzen – abgesehen von der Zuckerrübe – oder auf kulturspezifische Wechselwirkungen mit Insektenvektoren hindeutet.

Projektpartner: Europlant

WVZ WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER
VdZ VEREIN DER ZUCKERINDUSTRIE

Projektförderung: Gefördert durch Mittel der Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V. (WVZ) und des Vereins der Zuckerindustrie e. V. (VdZ)

Projektbearbeitung: Omid Eini, Mark Varrelmann, Stefanie Hartje, Karsten Buhr

Einfluss der Sortenresistenz auf die genetische Diversität von *Cercospora beticola*-Populationen in Deutschland

Die Cercospora-Blattfleckenkrankheit wird durch den Erreger *Cercospora beticola* verursacht und repräsentiert die wichtigste Blattkrankheit in Zuckerrüben, da ein früher Befall den Zucker- und Rübenertrag reduziert. Moderne Hochleistungssorten mit ihren Resistenzeigenschaften leisten einen wichtigen Beitrag zur Bekämpfung der Krankheit. Ziel des Projektes CERES war es, den Einsatz resistenter Sorten im integrierten Pflanzenschutz zu fördern, indem ein besseres Verständnis der Interaktion aus Sortenresistenz und Erregerepidemiologie erarbeitet wird.

Ein Schwerpunkt im Projekt war die Beschreibung des Einflusses der Sortenresistenz auf die genetische Variabilität der Erregerpopulation. Hierfür wurden im Projekt über drei Jahre (2022-2024) Selektionsversuche im Feld durchgeführt. Dabei erfolgte eine wiederholte Inokulation von vier Sorten mit unterschiedlichen Resistenzeigenschaften, um den Selektionsdruck auf die Erregerpopulation zu erhöhen. Um den Selektionsdruck abzubilden, wurden in jedem Jahr Einzelsporisolate gewonnen und mittels Hochdurchsatzsequenzierung sequenziert. Insgesamt 900 Isolate wurden einer Gesamtgenomsequenzierung und populationsgenetischen Analysen unterzogen. Beim Vergleich der Cercospora-Populationen zeigte sich eine deutliche Veränderung genetischen Struktur, die vor allem bei Pilzisolaten beobachtet wurde, die von einer Sorte mit sehr geringer Anfälligkeit isoliert wurden. Diese Beobachtung deutet auf einen „Flaschenhals-Effekt“ hin, welcher durch die geringere Anfälligkeit zu einer stärkeren Selektion in der Population führt. In tiefergehenden Analysen konnten 26 Kandidatengene identifiziert werden, darunter zwei mutmaßliche Effektoren, die mit der Anpassung an die hochresistente Sorte assoziiert sind. Mit diesem Versuchsansatz konnte erstmalig gezeigt werden, dass die Sortenresistenz die genetische Struktur von Cercospora-Populationen verändern kann, wodurch die Gefahr einer Anpassung zunimmt.

Projektpartner: Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e. V. (GFP)

Projektförderung: Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) über die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) unterstützt.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektbearbeitung: Yixuan Yang, Mark Varrelmann, Sebastian Liebe

Welchen Nutzen können große Sprachmodelle in der Landwirtschaft liefern?

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Sammelbegriff für Technologien, mit denen Computer mithilfe lernender Algorithmen Aufgaben bearbeiten, die typischerweise menschliche Intelligenz erfordern. Dazu zählen auch die Verarbeitung und Generierung von Sprache und Text. Ein zentraler technologischer Fortschritt in diesem Bereich sind große Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs), die KI mit Anwendungen wie ChatGPT einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machten.

LLMs basieren überwiegend auf der 2017 vorgestellten Transformer-Architektur, die es ermöglicht, auch über lange Eingabesequenzen hinweg Zusammenhänge zu erfassen. Während des Trainings auf großen Textmengen (bestehend aus mehreren Billionen Wörtern) lernen die Modelle statistische und semantische Beziehungen zwischen Wörtern bzw. Wortbausteinen. Auf dieser Grundlage erzeugen sie Texte, die von Menschen verfasst wirken, technisch jedoch schrittweise auf Basis von Wahrscheinlichkeiten generiert werden. Für jeden neuen Wortbaustein berechnet das Modell anhand des vorangegangenen Textes eine wahrscheinliche Fortsetzung.

Diese Generierung auf Basis des vorangegangenen Textes wird bei der Textgenerierung genutzt, indem durch einen Prompt (eine textliche Eingabe des Nutzers) das Modell angesteuert und die Textgenerierung angestoßen wird. So können LLMs nicht nur Texte vervollständigen, sondern auch Fragen beantworten und natürliche Dialoge führen.

Wie können sprachbasierte Modelle sinnvoll in der Landwirtschaft eingesetzt werden?
Texte sind in der Regel kein Selbstzweck, sondern dienen der Vermittlung von Informationen. Daraus ergibt sich, dass LLMs neben der Grammatik und dem Sprachbild auch implizit die in den Texten enthaltenen fachlichen Zusammenhänge erlernen können. Folglich wird auch Wissen zur Landwirtschaft in den Parametern repräsentiert, wenn es in den Trainingsdaten vorkam. Eingesetzt in der Landwirtschaft kann ein mit umfangreichen landwirtschaftlichen Texten trainiertes LLM somit als Wissensvermittler auftreten und einen interaktiven Zugang zu Fachinformationen ermöglichen.

Trotz dieses Potenzials unterliegen LLMs verschiedenen erheblichen Problemen und Limitationen, die insbesondere durch die Struktur der Trainingsdaten bedingt sind. Eine zentrale Herausforderung liegt in der Aktualität: Das Wissen eines Modells entspricht dem Stand seiner Trainingsdaten, eine dynamische Anpassung an neue Erkenntnisse oder veränderte Faktenlagen findet nicht statt. Zudem ist Spezialwissen im Vergleich zu Allgemeinwissen in den Daten oft unterrepräsentiert.

LLMs erlernen Fakten nicht wie Menschen, die einen Sachverhalt einmal lesen und gezielt in einen größeren Kontext einordnen können. Damit ein Modell spezielle Fakten robust abbildet, müssen diese in den Trainingsdaten möglichst vielfältig formuliert und kontextualisiert vorkommen. Ist dies nicht der Fall, können die erzeugten Antworten zwar sprachlich überzeugend klingen, bei komplexeren Detailfragen jedoch vermehrt inhaltliche Fehler enthalten.

Insbesondere in Bereichen, in denen keine verlässlichen Trainingsdaten vorliegen, füllen LLMs die Wissenslücken häufig mit plausibel klingenden, aber faktisch falschen Informationen (sogenannten Halluzinationen), die oftmals nur schwer erkennbar sind.



Abb. 1: Entscheidungen in der Landwirtschaft sind anspruchsvoll: In der Regel sind Effekte von Maßnahmen nur mit Zeitverzug sichtbar, getroffene Maßnahmen irreversibel und Maßnahmen in ein regulatorisches Rahmenwerk eingebettet. Für die Bewertung von LLMs zur Entscheidungsunterstützung im landwirtschaftlichen Kontext sollten deshalb insbesondere diese Blickpunkte berücksichtigt werden, sodass der Einsatz von LLMs vor dem Hintergrund ökonomischer und ökologischer Risiken beurteilt wird.

Doch selbst bei ausreichender Datenlage besteht eine inhärente Limitation von LLMs in der probabilistischen Textgenerierung, die auf der Vorhersage der statistisch wahrscheinlichsten Wortfolge basiert. Hierdurch ist fachliche Korrektheit keine Garantie, sondern lediglich ein wahrscheinliches Ergebnis.

Gerade in der Landwirtschaft treffen diese Limitationen auf ein anspruchsvolles Umfeld. Der Sektor ist stark reguliert und erfordert Entscheidungen, die auf lokalen und zeitabhängigen Informationen basieren. Allgemeine Sprachmodelle können diese spezifischen Anforderungen häufig nicht zuverlässig erfüllen (Abb. 1).

Um diesen Limitationen zu begegnen, werden LLMs zunehmend in umfassendere technische Systeme eingebettet. Ziel ist es, die Modelle mit verifizierbaren Datenquellen und Kontextinformationen zu verknüpfen und ihnen digitale Leitplanken vorzugeben. Solche Ansätze können faktisch falsche Ausgaben reduzieren, bieten jedoch keine absolute Sicherheit.

Der Fokus verschiebt sich hier von den Limitationen des isolierten Modells zu den vielschichtigen Limitationen eines Systems. Ein System aus einem LLM mit Zugriff auf eine Wissensdatenbank ist nur so gut, wie die hinterlegten Inhalte. Auch der Suchprozess nach relevanten Kontextabschnitten kann Fehler produzieren, da er auf einem automatisierten Abgleich der Nutzeranfrage und den Einträgen der Wissensdatenbank beruht. Auch wenn relevante Kontextabschnitte gefunden werden, muss das LLM aus diesen die relevanten Informationen extrahieren, interpretieren und daraus eine fachlich sinnvolle Antwort erzeugen.

Unterschätztes Nadelöhr

Neben den theoretisch-konzeptionellen Hürden stellt die notwendige Hardware eine wesentliche Einschränkung für die lokale Nutzung von LLMs dar. Eine lokale Anwendung kann die Datensicherheit und -hoheit erhöhen, da sensible Informationen nicht zwangsläufig mit externen Anbietern geteilt werden müssen. Die Spitzenmodelle verschiedener externer Anbieter lassen sich, sofern Modellgewichte frei zugänglich sind (sogenannte Open-Weight-Modelle), nicht realistisch lokal betreiben. Kleinere Modelle können bereits leistungsfähig sein, stellen aber ebenfalls hohe Anforderungen an die Hardware. Die Anforderungen hängen unter anderem von der Modellgröße, der Präzision der Modellgewichte, der Länge der Eingaben und der Zahl paralleler Anfragen ab. Neben der Rechenleistung stellen insbesondere die verfügbare Speicherkapazität und Speicherbandbreite häufig begrenzende Faktoren dar.

Welche Kenntnisse besitzen LLMs im Pflanzenschutz?
Im Projekt FarmerSpaceAI sollen die beschriebenen Limitationen systematisch untersucht werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Anwendung im Pflanzenschutz. Ziele sind unter anderem, die fachlichen Fähigkeiten und Grenzen von LLMs zu erfassen, geeignete Evaluationsmethoden zu entwickeln und daraus Schlussfolgerungen für einen möglichen Einsatz in der Landwirtschaft abzuleiten.

Um einen ersten Einblick in die Fachkorrektheit von LLMs im stark reglementierten Bereich des Pflanzenschutzes zu erhalten, wurde ein Fragenkatalog zur Vorbereitung auf den Sachkundenachweis Pflanzenschutz genutzt. Die enthaltenen Multiple-Choice-Fragen sind an die offizielle Prüfung angelehnt, deren erfolgreicher Abschluss Voraussetzung für die Anwendung chemischen Pflanzenschutzes in Deutschland ist. Erste Tests mit zwei Open-Weight-Modellen von OpenAI unterschiedlicher Größe zeigen, dass Lehrbuchwissen gut abgebildet wird, während spezifische regulatorische und umweltbezogene Fragestellungen nur unzureichend beantwortet werden (Abb. 2).

Die Ergebnisse stellen lediglich einen vorläufigen Ausschnitt dar. Insbesondere das gewählte Multiple-Choice-Format schränkt die Übertragbarkeit auf reale Anwendungsszenarien ein. In der Praxis müssen Modelle nicht nur aus vorgegebenen Antwortoptionen auswählen, sondern offene Fragen verstehen und eigenständig eine fachlich korrekte Antwort mit relevanten Informationen formulieren. Neben der fachlichen Korrektheit geht es auch um die Konsistenz der Antworten, sodass identische oder semantisch gleiche Fragen zu fachlich übereinstimmenden Antworten führen sollten.

Darüber hinaus ist die rasante Entwicklung auf dem Gebiet der KI-Textgenerierung zu beachten. So wurden die Modell August 2025 veröffentlicht. Seitdem sind jedoch weitere Open-Weight-Modelle verfügbar, die eine verbesserte Leistungsfähigkeit zeigen.

Eine dauerhafte Bewertung der Eignung einzelner Modelle ist vor diesem Hintergrund nur eingeschränkt möglich. Stattdessen gilt es, ein übertragbares Evaluationsrahmenwerk zu entwickeln, mit dem sich neue Modelle unter vergleichbaren Bedingungen untersuchen lassen. Auf dieser Grundlage lässt sich beurteilen, unter welchen Voraussetzungen LLM-basierte Systeme einen belastbaren Beitrag zur Wissensvermittlung und Entscheidungsunterstützung in der Landwirtschaft leisten können.

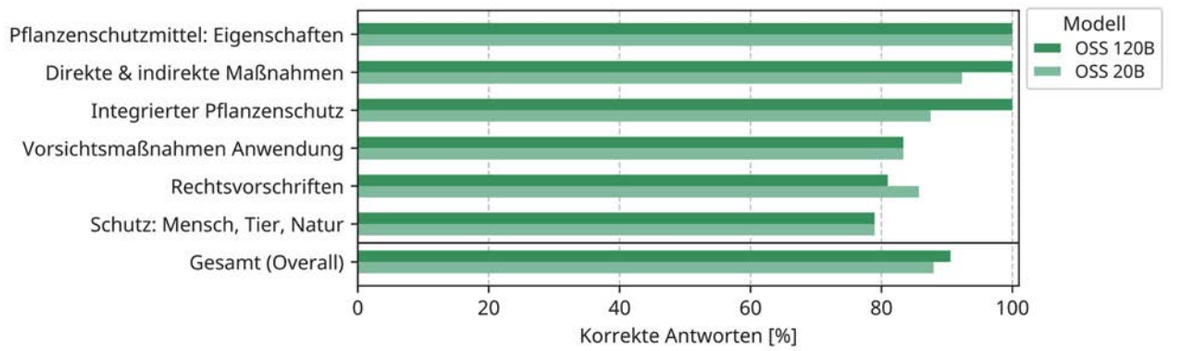


Abb. 2: Insbesondere gegenüber rechtlichen und regionalspezifischen Fragestellungen zeigen aktuelle LLMs Schwachstellen, während sie bei Lehrbuchwissen bereits fundierte Antworten treffen können.

Projektpartner:
Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrartechnik,
Fraunhofer-Institut Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB,
Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
hessian.AI - The Hessian Center for Artificial Intelligence

Projektförderung: Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Digitalisierung in der Landwirtschaft (FKZ 28DE401A23).

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektbearbeitung: Hendrik Könning, Stefan Paulus

FarmerSpace – Digitale Technik für das Feld: Ein Rückblick über fünf Jahre Experimentierfeld

Im Jahr 2025 endete das fünfjährige Experimentierfeld FarmerSpace. Es wurde initiiert, um digitale Technologien im Pflanzenschutz gezielt für eine nachhaltige, effiziente und praxisnahe Landwirtschaft nutzbar zu machen. Hierfür gab es Feldversuche, neue Technik in der Evaluierung auf dem Feld, mediale Aufbereitung und Fokus auf Wissenstransfer zum Landwirt auf den Hof. Seit 2025 wird das Projekt als FarmerSpaceAI mit stärkerem Fokus auf künstliche Intelligenz fortgeführt.

Insbesondere im Bereich der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung bestand erheblicher Entwicklungsbedarf: Zwar gab es bereits fernerkundungsbasierte Verfahren und Applikationskarten, doch ihre praxistaugliche Integration in die betrieblichen Abläufe fehlten weitgehend. Besonders bei heterogenen Boden- und Mikroklimabedingungen waren pauschale Pflanzenschutzmaßnahmen bei stark variierenden Beständen ineffizient. FarmerSpace setzte hier an, um digitale Technologien, Sensorik und datenbasierte Verfahren unter Praxisbedingungen zu erproben, systematisch zu vernetzen und in anwendbare Managementstrategien zu überführen. Zentrale Zielsetzung war es, den Pflanzenschutz ressourceneffizienter zu gestalten und gleichzeitig den Wissenstransfer zwischen Forschung, Industrie und Praxis nachhaltig zu stärken.

Im Projektverlauf entwickelte sich FarmerSpace zu einer zentralen Erprobungs- und Transferplattform für digitale Pflanzenschutzlösungen. In der frühen Projektphase lag der Schwerpunkt auf dem Aufbau eines belastbaren Netzwerks, der Durchführung von On-Farm-Research, sowie auf praxisnahen Demonstrationen digitaler Technologien. Trotz der Einschränkungen durch die COVID-19-Pandemie konnten bereits frühzeitig innovative Methodenvergleichsversuche umgesetzt werden. Formate zur kosteneffizienten Oberflächenabtastung landwirtschaftlicher Praxisflächen und zur feldrobotikbasierten Unkrautkontrolle (gemeinsam mit der KWS) setzten wichtige Impulse und trugen maßgeblich zum Aufbau des Netzwerks bei. Bereits ab 2021 konnte für robotergestützte Verfahren und präzise Applikationstechniken unter Feldbedingungen eine deutliche Reduktion des Herbizideinsatzes nachgewiesen werden, unter anderem mit Spot-Spraying Systemen wie dem Ecorobotix ARA.



Drohnenbasierte Aufnahmen für Cercospora-Versuche zur Untersuchung von Präzisionssystemen

Im Bereich der Blattkrankheiten wurde zunächst ein systematischer Methodenvergleich multispektraler Sensorik durchgeführt. Darauf aufbauend wurden eigene Anwendungsfälle zur Quantifizierung von Cercospora-Blattfleckenkrankheiten entwickelt. Diese basieren auf der integrierten Auswertung heterogener Datensätze, darunter Internet of Things (IoT)-gestützte Klimadaten, multispektrale Drohnen- und Satellitenaufnahmen sowie bodengebundene Erhebungen. Ergänzend wurden Anwendungen zur Detektion viröser Vergilbung, sowie der praktische Einsatz thermographischer Verfahren im Weinbau in Zusammenarbeit mit dem Experimentierfeld DigiVine erprobt, um biotischen Stress quantifizierbar zu machen. Parallel dazu wurde basierend auf kostengünstigen, marktverfügbaren Sensorsystemen eine Infrastruktur zur hochgenauen Geo-Referenzierung aufgebaut, die Messungen und Bonituren auf Einzelpflanzenebene in landwirtschaftlichen Feldversuchen ermöglicht.

In der zweiten Projekthälfte verlagerte sich der Schwerpunkt auf die Skalierung und Optimierung der entwickelten Ansätze, sowie der Koordination des breit aufgestellten Netzwerks, um teilflächenspezifische Verfahren sowie den Einsatz von Drohnentechnologie im Zuckerrüben-

anbau voranzutreiben. Mit Partnern wie der BASF SE und dem Exzellenzcluster PhenoRob der Universität Bonn konnten umfangreiche Feldversuche zur technischen Machbarkeit und ökonomischen Effizienz neuer Systeme realisiert werden. Im Bereich der Unkrautkontrolle wurden Spot-Spraying-Systeme und autonome Robotik systematisch evaluiert, wobei ein strategischer Schwerpunkt auf der Kombination von Spot-Spraying und mechanischer Unkrautbekämpfung in Hybridsystemen lag. Dies wurde unter anderem durch den Einsatz des Farming-GT-Systems im Vergleich zu GNSS-basierten Hackrobotern wie dem FarmDroid FD20 gezeigt (Abb. 1, links). Im Zuckerrübenanbau sind so Herbizideinsparungen von 50–75 %, bei Einsätzen reiner Hackrobotik sogar bis zu 100 % möglich. Durch den Einsatz multispektraler Drohnendaten und optimierter Bildanalyseverfahren konnte zudem der Fungizideinsatz um rund 27 % reduziert werden. Ein zentraler Erkenntnisgewinn bestand in der Definition praxistauglicher Applikationsparameter für Spritzdrohnen, die eine sichere und wirksame Anwendung unter Praxisbedingungen ermöglichen (Abb. 1, rechts). Durch die Erprobung der Spritzdrohnen innerhalb des Experimentierfeldes kann das IfZ heute schon auf dreijährige Ergebnisse zur luftgestützten Applikation von Fungiziden zur Bekämpfung von *Cercospora beticola* in Zuckerrüben zurückgreifen. Als Plattform für digitale Technologien konnte FarmerSpace nachweisen, dass digitale Verfahren einen signifikanten Beitrag zur Ressourceneffizienz im Pflanzenschutz leisten können.

Aus FarmerSpace wird FarmerSpaceAI



Abb.1: Das Projekt FarmerSpaceAI führt wichtige Arbeiten des Vorgängerprojektes FarmerSpace fort. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der Evaluierung aktueller Hacktechnik und Spritzdrohnen. Moderne Hackroboter werden genutzt, um mechanisch zu hacken und das Ergebnis zu bewerten. Zusätzlich wird der gesamte Workflow vom Monitoring mittels aktueller Kameras zur Ableitung von Krankheits- und Applikationskarten bis hin zur Applikation mit der Drohne abgebildet, um die Nutzbarkeit der neuen Technik zur Fungizidausbringung zu evaluieren.

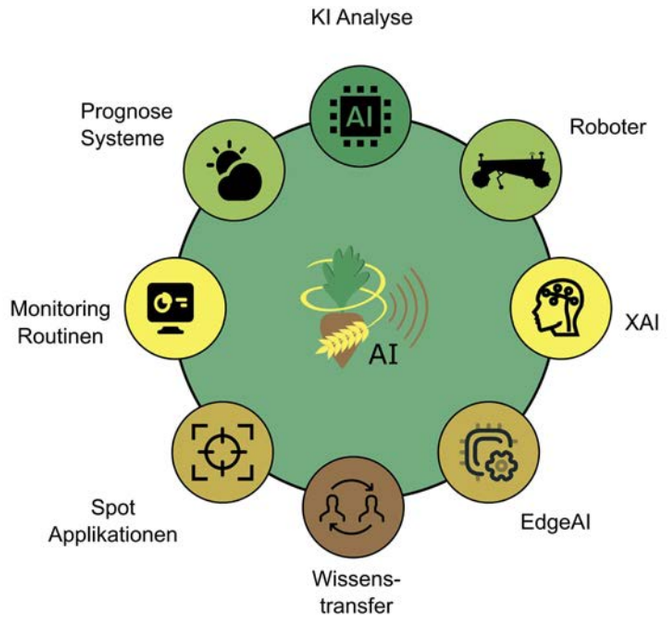


Abb. 2: FarmerSpaceAI ist ein vielfältiges Projekt, welches insbesondere KI nutzt, um landwirtschaftliche Bilddaten auszuwerten. Weitere Arbeitsfelder sind robotische Lösungen für die Pflanzenschutzmittelapplikation gegen Unkräuter, Explainable AI, Edge AI, der Austausch landwirtschaftlicher Daten, Spotapplikationen, aber auch die Etablierung von Monitoringroutinen oder die Integration von Prognosesystemen.

Ein wesentlicher Impact des Projektes lag neben den technischen Ergebnissen in der erfolgreichen Überführung digitaler Innovationen in die landwirtschaftliche Praxis. In enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern, Forschungseinrichtungen und landwirtschaftlichen Betrieben wurden marktreife Lösungen unter realen Einsatzbedingungen validiert. Der Austausch innerhalb des nationalen Netzwerkes der digitalen Experimentierfelder trug wesentlich zur Standardisierung, Skalierung und gemeinsamen Bearbeitung übergreifender Fragestellungen wie der drohnenbasierten Pflanzenschutzmittelapplikation bei. Eine zentrale Rolle im nachhaltigen Wissenstransfer spielte dabei die Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.



FarmDroid FD20-System im Feldversuch bei Göttingen zur Evaluierung verschiedener Unkrautbekämpfungsstrategien

Der Wissenstransfer wurde gezielt über klassische Formate hinaus erweitert und erreichte über die Projekt-Homepage, digitale Kanäle wie Instagram und LinkedIn, Schulungen sowie Fachveranstaltungen eine breite Zielgruppe. Insgesamt erreichte FarmerSpace über Veranstaltungen, Workshops und Seminare mehr als 500.000 Teilnehmende. Besondere Bedeutung kam den Regionalkonferenzen zu, darunter die Veranstaltung am Versuchsgut Reinshof mit über 600 Teilnehmenden und 26 Ausstellern, auf der intensiv über Praxiserfahrungen und weiteren Forschungsbedarf diskutiert wurde. Ergänzend wurden im Februar 2024 im Rahmen eines transdisziplinären Workshops zum Thema Spot-Spraying zentrale technische und pflanzenbauliche Erkenntnisse zusammengeführt.

Die hohe Sichtbarkeit, Akzeptanz und Praxisrelevanz der Projektergebnisse bildeten schließlich die Grundlage für das Folgeprojekt FarmerSpaceAI (Abb. 2), in dem die entwickelten Ansätze mithilfe künstlicher Intelligenz weiterentwickelt, verstetigt und skaliert werden. Dazu erfolgte die Bescheidübergabe durch den Bundeslandwirtschaftsminister Alois Rainer am 19.01.2026 in Berlin. Neben der Weiterführung bewährter digitaler Pflanzenschutzlösungen werden dabei auch neue



Luftaufnahme des On-Farming-Versuchs zur räumlichen Ausbreitung und drohnenbasierten Kontrolle der Cercospora-Blattfleckenkrankheit in Göttingen

Technologien wie agrarspezifische Large Language Models (Agrar-LLMs) integriert, um eine nachhaltige, datenbasierte und anwenderorientierte Entscheidungsunterstützung für die landwirtschaftliche Praxis im Pflanzenschutz bereitzustellen.

Die Erfolgsgeschichte FarmerSpace geht also weiter und trägt dazu bei, digitale Methoden nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in der Praxis, auf dem Hof einzusetzen. Wir freuen uns über das Erreichte und darüber, dass es weiter geht. Eine Fortführung gibt es auch für spezifischere Fragestellungen in FarmerSpace, denn weitere Projektskizzen im Bereich des Krankheitsmonitorings, der autonomen Spritzapplikation oder der Nutzung spektraler Kameras zur Krankheitserkennung sind abgegeben und erweitern zukünftig das Forschungsspektrum des IfZ.

Projektpartner: Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Agrartechnik, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Fraunhofer-Institut Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Projektförderung: Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH), vorher über Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) - Digitalisierung in der Landwirtschaft (28DE104A18)

Projektbearbeitung: Abel Barreto, Stefan Paulus

Gefördert durch:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

KOORDINIERUNGSAUSSCHUSS AM IfZ UND KOORDINIERTE VERSUCHE



Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise

Der Koordinierungsausschuss (KA) am Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) und seine Arbeitskreise befassen sich mit aktuellen und zukunftsorientierten Themen des Anbaus von Zuckerrüben und der Planung von beratungsbezogenen Feldversuchen (technische Forschung) in den Bereichen Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Sorte, Feldversuchswesen und Digitalisierung.

Der KA setzt sich aus Vertreter*innen der Zuckerindustrie, der Arbeitsgemeinschaften und der Anbauerverbände zusammen und wird vom IfZ organisiert. Dadurch repräsentiert der KA den gesamten deutschen Zuckerrübenanbau und bietet die Möglichkeit des gemeinsamen Austausches, um aktuelle und relevante Probleme zu diskutieren und Lösungsansätze zu entwickeln. Für die Beratung der Rübenanbauer werden verlässliche Ergebnisse aus überregionalen Feldversuchen benötigt, um Entscheidungen für einen effizienten Zuckerrübenanbau zu ermöglichen. Zu den oben genannten Themenbereichen wird der KA durch langjährig etablierte und spezialisierte Arbeitskreise unterstützt. Über die Sprecher*innen der Arbeitskreise aus dem IfZ wird das Fachwissen des Instituts eingebunden. Der Bedarf für neue Arbeitskreise sowie übergeordnete Angelegenheiten werden mit den verschiedenen Regionen im Koordinierungsausschuss abgestimmt.

Im koordinierten Versuchswesen hat die Sortenprüfung auf Ertrag und Qualität einen hohen Stellenwert. Ein wesentliches Element ist seit langer Zeit die Erfassung von Resistenz oder Toleranz gegenüber Krankheiten und Schadorganismen. Neben den bekannten Krankheiten wie der Cercospora-Blattfleckenkrankheit stehen derzeit vor allem die virös Vergilbung und das „Syndrome des basses richesses“ (SBR) im Fokus der Untersuchungen. Bei der virösen Vergilbung besteht die Herausforderung vor allem in der arbeitsintensiven Versuchsmethodik, da die Versuche ausschließlich unter Inokulation mit virustragenden Blattläusen durchgeführt werden. Auf Grund der zunehmenden Ausbreitung und der hohen Ertragsverluste wurde in den letzten Jahren jedoch die Prüfung auf Toleranz gegenüber SBR erheblich ausgeweitet. In diesem Bereich wurden die Prüfkapazitäten bei den beteiligten Arbeitsgemeinschaften und Züchtern bereits ausgebaut und werden in Zukunft weiter gesteigert.

Der chemische Pflanzenschutz spielt ebenso eine wichtige Rolle im koordinierten Versuchswesen. In Kooperation mit Pflanzenschutzmittelunternehmen werden zugelassene oder in der Zulassung befindliche Produkte auf ihre Wirksamkeit geprüft. Die Versuche werden als Ringversuche in den Regionen unter Praxisbedingungen angelegt, wobei der Schwerpunkt auf Herbiziden und Fungiziden liegt. In den Versuchen werden unter anderem Versuchsfragen adressiert, die sich durch veränderte Rahmenbedingungen in der Zulassung ergeben. Dazu gehört beispielweise die Prüfung alternativer Herbizidstrategien zur Bekämpfung von Problemunkräutern nach dem Wegfall von Triflusulfuron.

Aktuelles zum integrierten Sortenprüfsystem bei Zuckerrüben

Das integrierte Sortenprüfsystem bei Zuckerrüben besteht aus zwei Stufen (Abb. 1). In der ersten Stufe werden die von den Züchtern angemeldeten Prüfkandidaten zunächst zweijährig geprüft, bevor eine Zulassung erfolgen kann. Nach der Zulassung schließt sich die zweite Stufe an, in der die neu zugelassenen Sorten über das koordinierte Versuchswesen im vergleichenden Anbau mit den aktuell zugelassenen Sorten geprüft werden. Damit stehen bereits im ersten Jahr nach der Zulassung durch das Bundessortenamt dreijährige Ergebnisse für die Sortenberatung zur Verfügung. Danach werden die zugelassenen Sorten im Sortenleistungsvergleich (SV) geprüft. Bis 2025 gab es an einer geringeren Anzahl an Standorten (zuletzt sieben) ein Anhangssortiment (spezieller Sortenleistungsvergleich, SSV), welche Sorten mit einer geringeren Anbaubedeutung und Spezialeigenschaften (z. B. Toleranz gegen Rhizoctonia) umfasste. Neben Sorten mit Rhizoctoniatoleranz waren dies in der Vergangenheit auch die herbizidresistenten Conviso Smart-Sorten. Mittlerweile hat dieses Segment stark an Bedeutung gewonnen, weshalb ab 2026 alle Smart-Sorten im SV an insgesamt 13 Standorten geprüft werden. Dies verbessert insbesondere auch die Beschreibung der Blattgesundheit. Im Gegenzug wird der SSV ab 2026 nicht mehr durchgeführt. Im Rahmen einer methodischen Untersuchung werden die Conviso Smart-Sorten auch in unterschiedlichen Herbizidsystemen getestet.

Um den aktuellen Anforderungen des Zuckerrübenanbaus gerecht zu werden, wurde das integrierte Sortenprüfsystem bei Zuckerrüben im Jahr 2024 neu ausgerichtet. Dabei wurde die Testung der Sorten von einem zweifaktoriellen System (mit und ohne Fungizid) auf ein einfaktorielles System mit reduziertem Fungizideinsatz umgestellt. Das Ziel der Umstellung bestand darin, die Anfälligkeit der Sorten gegenüber Blatt-

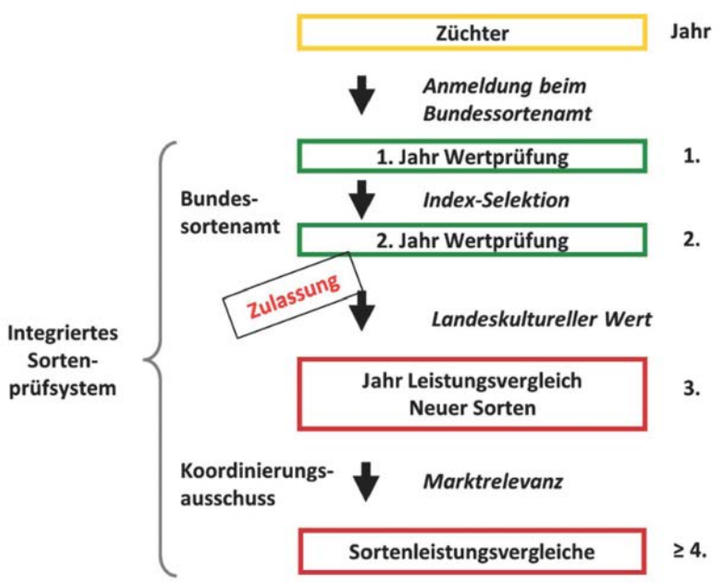


Abb. 1: Schematische Darstellung des integrierten Sortenprüfsystems bei Zuckerrüben

krankheiten, insbesondere der Cercospora-Blattfleckenkrankheit, stärker in den Mittelpunkt der Sortenbewertung zu rücken. Um dies zu erreichen, ist maximal eine Fungizidmaßnahme vorgesehen, allerdings nur wenn ein starker Befall erwartet wird. Von dieser Änderung ausgeschlossen sind die Prüfungen auf Toleranz gegen Nematoden und SBR, da hier eine Gesunderhaltung des Blattapparates im Vordergrund steht. Inzwischen konnten über zwei Jahre lang Erfahrungen mit dem neuen Prüfsystem gesammelt werden. In den ersten beiden Jahren nach der Umstellung ließ sich dadurch ein Befallsdruck erzeugen, der auch zu einer differenzierten Reaktion der Sorten geführt hat. Um die Sortenreaktion noch besser herauszuarbeiten, wird für die dreijährige Verrechnung der Sortenergebnisse eine Standortgruppierung nach Schwach- und Starkbefall mit Cercospora durchgeführt. Grundlage für die Klassifizierung ist die Befallsstärke bei Zeigersorten, die eine hohe Anfälligkeit gegenüber dem Erreger aufweisen. Die Ergebnisse der Sortenergebnisse aus 2025 verdeutlichen, dass durch diesen Ansatz die Leistung der Sorten bei unterschiedlichem Befallsniveau gut herausgearbeitet werden kann (Tab. 1). Dies war wichtig, um für die unterschiedliche Bedarfe in der Beratung eine Ergebnisgrundlage zu schaffen.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt im Prüfsystem ist die Prüfung der Toleranz gegenüber SBR. Im Vergleich zum Startjahr 2020 konnte die Anzahl der angelegten Standorte von 11 auf 27 erhöht werden (siehe Abb. 2A). Diese Standorte umfassen sowohl die Sonderprüfung auf Toleranz gegenüber SBR (SP SBR) des Bundessortenamts als auch die Versuche mit zugelassenen Sorten (SV SBR), die in die SP SBR integriert sind. Ebenso wurde die Anzahl der Prüfglieder erheblich gesteigert. Betrachtet man die Ertragsentwicklung in dieser Prüfung, so zeigt sich, dass der bereinigte Zuckerertrag im Starkbefallsjahr 2023 am niedrigsten ausfiel und seitdem wieder langsam ansteigt (Abb. 2B). Die Ertragswirkung des SBR-Komplexes hängt stark von den Umweltbedingungen ab, weshalb die Effekte jährlich schwanken können. Das Ertragsniveau von Standorten ohne SBR wurde noch nicht erreicht, jedoch zeigt die Züchtung erste kleine Fortschritte bei der Toleranz gegenüber SBR. Zusätzlich hat das IfZ einen HPLC-basierten Nachweis für Invertzucker (Glukose + Fruktose) etabliert, die zukünftig auch in den SBR-Versuchen untersucht werden. Die Inhaltsstoffe sind für die Bewertung der Verarbeitungsqualität relevant. Bereits in Voruntersuchungen mit Zuckerunternehmen und Züchtungsunternehmen konnte festgestellt werden, dass die Invertzuckergehalte in bestimmten Befallssituationen deutlich erhöht sein können (Abb. 3).

Tab. 1: Leistungsvergleich neuer Sorten (LNS) im Mittel über Standorte und Jahre 2023–2025. RE=Rübenertrag, BZE=bereinigter Zuckerertrag, ZG=Zuckergehalt

Sorten	Ertrag + Qualität (Starkbefall)					Ertrag + Qualität (kein/schwacher Befall)				
	Anzahl Orte	RE	BZE relativ[a]	ZG	Anfälligkeit Cerc.	Anzahl Orte	RE	BZE relativ[a]	ZG	Anfälligkeit Cerc.
Danicia KWS	11	101,0	97,9	97,2	6,7	29	100,6	98,7	98,3	4,4
Marley	11	94,9	100,3	104,9	6,6	29	93,8	98,3	103,8	4,2
Lunella KWS	11	102,3	99,8	97,6	7,2	29	104,2	101,3	97,2	4,9
Calledia KWS	11	101,8	102,0	100,3	6,0	29	101,4	101,7	100,7	3,8
Bertida KWS	11	106,3	112,4	104,5	3,1	29	101,9	104,4	102,0	2,0
Smart Herma KWS	11	97,0	99,2	102,2	3,4	29	95,4	95,0	100,0	2,2
Lorenza KWS	11	103,6	111,4	106,6	3,3	29	98,3	102,8	104,1	2,3
Francina KWS	11	104,8	112,6	105,9	3,3	29	100,5	103,7	102,7	2,3
BTS 2655 N	11	104,5	110,7	104,9	3,1	29	100,6	102,4	101,6	2,1
BTS Smart 4680	11	95,2	103,7	107,0	3,1	29	90,2	95,8	104,7	2,2
BTS 4200 N	11	100,6	105,9	104,4	5,2	29	97,9	100,5	102,3	3,5
Ammer	11	107,9	103,7	97,0	5,4	29	105,4	100,0	96,1	3,4
Multivira	11	87,9	85,4	98,6	6,9	29	87,4	86,3	99,8	4,5

[a] 100 = Mittel der Verrechnungssorten Danicia KWS, Marley, Lunella KWS, Calledia KWS

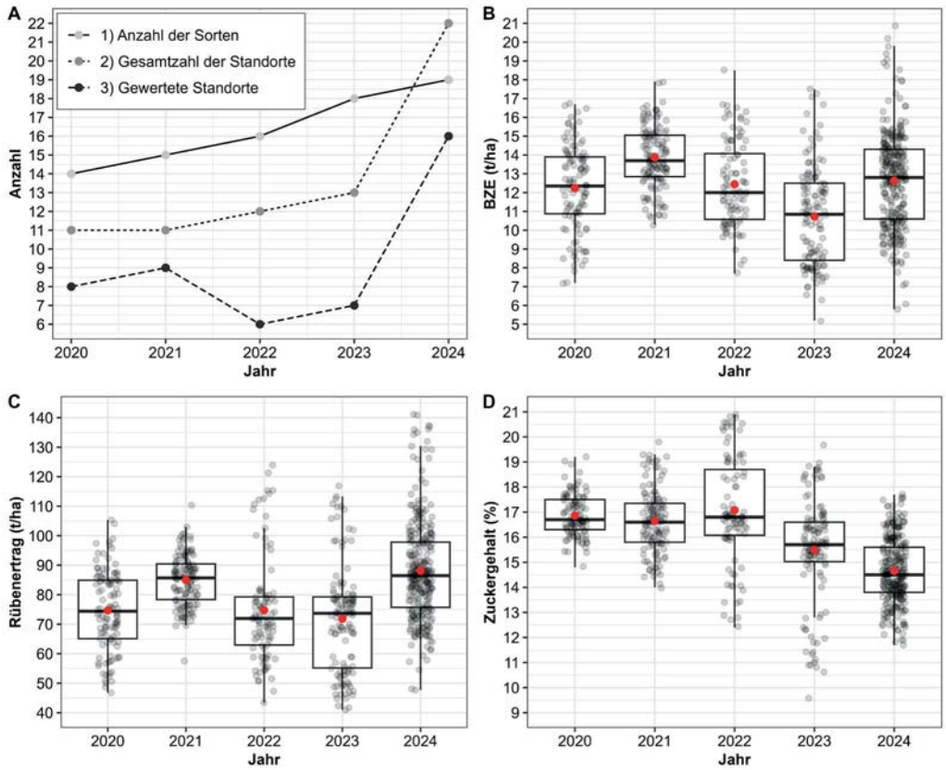


Abb. 2: (A) Übersicht über die Anzahl der Sorten und Standorte in den SBR-Sortenversuchen von 2020-2025. (B) Bereinigter Zuckerertrag (BZE), (C) Rübenertrag und (D) Zuckergehalt pro Jahr sind als Boxplots dargestellt. Jeder Datenpunkt entspricht dem Durchschnitt einer Sorte an einem bestimmten Standort.

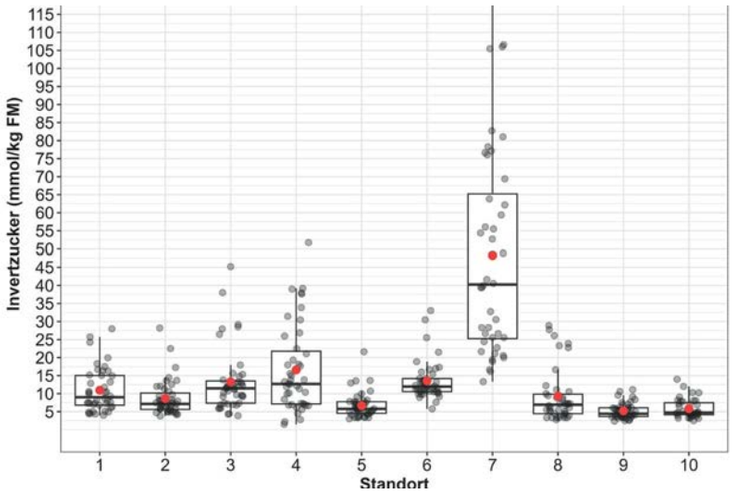


Abb. 3: Invertzuckergehalt (mmol/kg Frischmasse) in Zuckerrüben von zehn Versuchsstandorten 2024, die mit SBR befallen waren.

So zeigte ein Standort mit ca. 47 mmol/kg Rübenfrischmasse (FM) im Mittel der Sorten deutlich erhöhte Werte. Ebenso ließen sich Sorteneffekte beobachten, die genauer untersucht werden müssen. Die Ursachen für die starke Anreicherung von Invertzucker an einigen Versuchsstandorten sind bisher nicht bekannt. Es wird jedoch eine Interaktion mit Sekundärpathogenen vermutet. Das IfZ wird daher routinemäßig den Invertzuckergehalt in dieser Prüfung untersuchen.

Autor: Sebastian Liebe

Methodische Untersuchung zur Ertragswirkung des Herbizidsystems Conviso® Smart

Mit dem Herbizidsystem Conviso Smart steht der Praxis seit 2023 ein neues Verfahren für die Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenanbau zur Verfügung. Es besteht aus zwei Komponenten: Den als Conviso Smart bezeichneten Zuckerrübensorten und dem Herbizid Conviso One.

Conviso Smart-Sorten sind resistent gegenüber den beiden in Conviso One enthaltenen Wirkstoffen (Foramsulfuron und Thiencarbazone-Methyl), die bei klassischen Zuckerrübensorten einen Totalausfall bewirken würden. Daher eignet sich das System gut für die Bekämpfung von Unkrautrüben. Weitere Vorteile sind die gute Wirkung von Conviso One, auch gegenüber schwer bekämpfbaren Unkräutern (z. B. Knötericharten, Einjähriges Bingelkraut) und ein flexibler Einsatzzeitpunkt. Ein großer Nachteil ist allerdings die Gefahr der Entwicklung resistenter Unkräuter, insbesondere wenn weitere Wirkstoffe aus derselben Gruppe (ALS-Hemmer) in mehreren Kulturen innerhalb der Fruchtfolge eingesetzt werden.

Wenn in der Pflanzenzüchtung neue Eigenschaften in eine Kulturart eingekreuzt werden, geht dieses zunächst auf Kosten der Ertragsleistung. Dieser Effekt zeigt sich auch bei den Conviso Smart-Sorten. Im integrierten Sortenprüfsystem wurden 2023-2025 sieben Smart-Sorten dreijährig geprüft. In den Sortenversuchen ohne Nematodenbefall erreichten sie einen relativen bereinigten Zuckerertrag (BZE) von 91,1-98,0 % (Abb. 1, links) und lagen damit alle unter dem Mittelwert der Verrechnungssorten (100 %), während die 33 klassischen Sorten ohne Herbizidresistenz im Mittel einen relativen BZE von 101,2 % erzielten. Vier der Smart-Sorten haben eine Nematodentoleranz und wurden auch unter Nematodenbefall geprüft (Abb. 1, rechts).

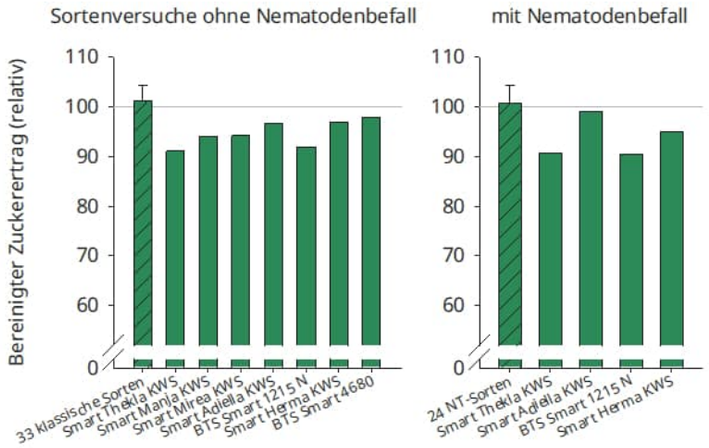


Abb. 1: Bereinigter Zuckerertrag (relativ) von Conviso Smart-Sorten in Sortenversuchen ohne (links) und mit Nematodenbefall (rechts) im Vergleich zum Mittelwert (mit Standardabweichung) des jeweiligen Sortiments ohne Herbizidresistenz; NT = nematodentolerant. 100 = Mittel der Verrechnungssorten Danicia KWS, Marley, Lunella KWS und Calledia KWS (ohne Nematoden) bzw. BTS 7300 N, Lunella KWS und Orpheus (mit Nematoden). Dreijährige Mittelwerte aus Sortenleistungsvergleich, speziellem Sortenleistungsvergleich, Leistungsvergleich neuer Sorten bzw. Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall, 16-54 Feldversuche in Deutschland, 2023-2025.



Blattverfärbungen und -verformungen sind typische Symptome für phytotoxische Effekte von Herbiziden.

Dabei zeigte sich ein ähnliches Bild wie ohne Nematodenbefall, die Smart-Sorten erreichten hier einen relativen BZE von 90,7-99,1 %, gegenüber 100,8 % bei den klassischen nematodentoleranten Sorten (NT). Somit ist im dreijährigen Vergleich zwar ein gewisser Ertragsnachteil der aktuellen Conviso-Smart Sorten erkennbar, einzelne Sorten haben aber bereits heute ein ähnliches Ertragsniveau wie die klassischen Sorten. Es ist zu erwarten, dass dieser leichte Rückstand durch weiteren Zuchtfortschritt in den nächsten Jahren ausgeglichen wird.

Im integrierten Sortenprüfsystem werden die Conviso Smart-Sorten zusammen mit den klassischen Sorten geprüft, dementsprechend werden ausschließlich klassische Herbizide eingesetzt. Herbizide können neben der erwünschten Wirkung auf die Unkräuter auch eine phytotoxische Wirkung auf die Kulturpflanzen ausüben, die sich bei Zuckerrüben in Blattaufhellungen, Wuchshemmungen oder Wuchsdeformationen äußern kann. Dieser Herbizidstress kann auch zu Ertragseinbußen führen. Demgegenüber hat das Conviso Smart-System den wesentlichen Vorteil, dass Conviso One bei den Smart-Sorten keinerlei Herbizidstress verursacht, weil diese durch eine Mutation im Gen für die Acetolactatsynthese (ALS) resistent gegenüber ALS-Hemmern sind.

Um diesen Ertragseffekt zu quantifizieren und die Leistung der Conviso Smart-Sorten im System mit Conviso One zu bewerten, wurde durch den Arbeitskreis Sorten am IfZ die methodische Untersuchung Conviso Smart initiiert. Beteiligt sind neben dem IfZ die lokalen Arbeitsgemeinschaften und die Züchtungsunternehmen Betaseed, KWS und SESVanderHave. Von 2023 bis 2025 wurden alle in Deutschland zugelassenen Smart-Sorten und weitere Sorten mit EU-Zulassung unter Einsatz von Conviso One im Vergleich mit klassischen Herbiziden geprüft. Als Verrechnungsgrundlage dienten zwei Sorten ohne Herbizidresistenz. Conviso One wurde entsprechend der Zulassung zweimal mit einer Aufwandmenge von 0,5 l ha-1 eingesetzt. Die klassische Herbizidstrategie mit drei Applikationen im Nachauflaufverfahren wurde von den Versuchsanstellern je nach Verunkrautung am Standort festgelegt und variierte entsprechend.

Im Mittel aus 21 Feldversuchen (2023-2025) erreichten die Conviso Smart-Sorten mit klassischen Herbiziden einen relativen BZE von 92,8 % (89,8-96,1 %) und mit Conviso One von 96,9 % (93,2-100,1 %) gegenüber den beiden Sorten ohne Herbizidresistenz (Abb. 2). Im dreijährigen Mittel betrug die Differenz somit 4,1 Relativpunkte. Der Unterschied zwischen den Herbizidsystemen war bei allen sieben Smart-Sorten signifikant. Der Ertragsnachteil gegenüber klassischen Sorten, der im klassischen Herbizidsystem auftritt, kann im System mit Conviso One also zum Teil ausgeglichen werden. Zwar erreichten dabei nicht alle Smart-Sorten das Niveau der klassischen Sorten, aber alle zeigten die gleiche, positive Ertragsreaktion, eine Wechselwirkung von Herbizidsystem x Sorte trat nicht auf. Zwischen den Standorten gab es dabei allerdings erhebliche Unterschiede. An einigen Standorten zeigte sich kein Ertragsunterschied zwischen den beiden Systemen, im Extremfall erreichten die Smart-Sorten mit Conviso One einen um mehr als 10 Relativpunkte höheren BZE als im klassischen System, was auf starke Umwelteinflüsse hindeutet. Insbesondere bei den klassischen Herbiziden beeinflussen Wirkstoff, Aufwandmenge, Anwendungszeitpunkt und Witterungsbedingungen das Auftreten und Ausmaß von Phytotoxizität und damit die Höhe des Ertragseffektes.

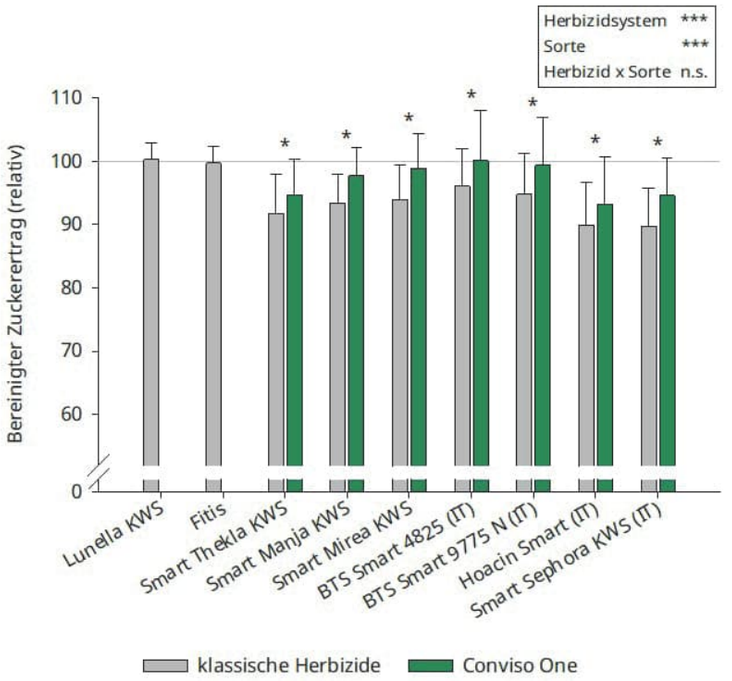


*Abb. 2: Bereinigter Zuckerertrag (relativ) von Conviso Smart-Zuckerrübensorten bei Behandlung mit klassischen Herbiziden oder Conviso One. Sortenzulassung in Deutschland oder Italien (IT). 21 Feldversuche in Deutschland 2023-2025, Mittelwert und Standardabweichung. 100 = Mittelwert der klassischen Sorten Lunella KWS und Fitis mit klassischen Herbiziden. * signifikanter Unterschied zwischen den Herbizidsystemen, t-Test, α = 0,05; *** signifikant bei α ≤ 0,001, n. s.: nicht signifikant.*

Die hier gezeigten Ergebnisse stammen von Standorten ohne Einfluss des "Syndrome des Basses Richesses" (SBR). Auf diese Krankheit reagieren die Conviso Smart-Sorten bisher mit deutlich stärkeren Ertragsverlusten als klassische Sorten, so dass ihr Anbau im SBR-Gebiet aktuell nicht empfohlen wird.

In der methodischen Untersuchung Conviso Smart wurden in der Conviso One-Variante keine weiteren Herbizide eingesetzt. Ziel war es, das gesamte Leistungspotential der Conviso Smart-Sorten abzubilden. In der Praxis sollte Conviso One jedoch in Kombination mit Herbiziden aus einer anderen Wirkstoffgruppe eingesetzt werden, um der Entstehung von Resistenzen entgegenzuwirken. Wie groß der Ertragsvorteil des Conviso Smart-Systems beim Einsatz von zusätzlichen Wirkstoffen ausfällt, wird in weiteren Versuchen ab 2026 geprüft.

Autorin: Christine Kenter

Koordinierte Feldversuche mit einem neuen Herbizidwirkstoff

Seit 2025 steht dem Rübenanbau das Herbizid Rinpode mit dem Wirkstoff Florpyrauxifen-benzyl aus der Gruppe der synthetischen Auxine (HRAC/WSSA 4) zur Verfügung. In koordinierten Feldversuchen der Arbeitsgemeinschaften wurden bereits ab 2023 umfangreiche Ergebnisse hinsichtlich Herbizidwirkung und Verträglichkeit gemeinsam erarbeitet.



Abb. 1: An einzelnen Standorten zeigten Zuckerrüben nach der Anwendung von Rinpode typische Symptome der Wuchsstoffanwendung, wie lange und verdrehte Blattstiele.

Das Herbizid Rinpode wird fast ausschließlich über die Blätter im Nachauflauf aufgenommen. Laut Zulassungsinhaber eignet sich Rinpode zur effektiven Kontrolle von Amarant, Bingelkraut, Schönmalve, Hundspetersilie und Weißem Gänsefuß (auch bei PS-II-Resistenz). Synthetische Auxine, sogenannte Wuchsstoffe, ahmen das natürliche Pflanzenhormon Auxin nach. Sie verursachen übermäßiges Zell- und Streckungswachstum, was auch zu verdrehten Pflanzenteilen führt. Diese werden als Wuchsdeformationen bezeichnet. In empfindlichen Unkräutern werden dabei Wurzeln und Leitungsbahnen geschädigt, was nach einigen Tagen bis Wochen zum Vertrocknen und Absterben führt.

Schon im ersten Versuchsjahr wurden bei Zuckerrüben nach der Anwendung von Rinpode vereinzelt Symptome der Wuchsstoffanwendung, wie lange und verdrehte Blattstiele, beobachtet (Abb. 1). Zur Untersuchung der genaueren Ursachen dieser Symptome, sowie deren Auswirkungen auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben, wurden in den Jahren 2024-2025 insgesamt neun Feldversuche in typischen Rübenanbaugebieten Deutschlands angelegt (Abb. 2). Als Standardspritzfolge dienten drei Herbizidapplikationen mit den Wirkstoffen Metamitron, Ethofumesat und Phenmedipham (Variante Nr. 1). In einer erweiterten Variante wurde zur Standardspritzfolge das neue Herbizid Rinpode ergänzt (Variante-Nr. 2). In einer dritten Prüfvariante wurde zur Standardspritzfolge plus Rinpode als zweiter Wuchsstoff Lontrel ergänzt (Variante Nr. 3). Falls nach den Herbizidanwendungen eine Restverunkrautung auftrat, wurde diese zur Vermeidung unerwünschter Ertragseffekte beseitigt.

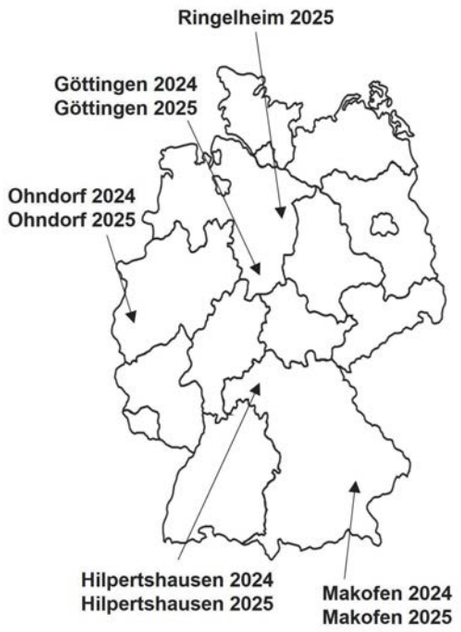


Abb. 2: Lage der neun Versuchsstandorte in Deutschland, 2024-2025

Standorte, bei denen Wuchsdeformationen bonitiert wurden, zeigten diese erst nach der zweiten NAK, wobei die Ausprägung nach der dritten NAK meist am stärksten war. Der Effekt ist in diesem Zeitraum vermutlich stärker, da die Pflanzen, durch die meist schon gebildeten vier bis acht Laubblätter, deutlich mehr Wirkstoff aufnehmen als in der ersten NAK. Unterschiede zwischen den Standorten in der Intensität der Wuchsdeformationen waren vermutlich durch das Auftreten weiterer Stressfaktoren (UV-Strahlung, Trockenstress, ...) bedingt.

Im Mittel der neun Versuche hatte Variante-Nr. 3 mit der Ergänzung von Rinpode und Lontrel mit 14,8 t/ha im Vergleich zum Standard mit 15,2 t/ha einen um 2,5 % signifikant niedrigeren bereinigten Zuckerertrag (Abb. 3). Der Ertragseffekt mit der alleinigen Ergänzung von Rinpode in Variante-Nr. 2 war mit einem relativen bereinigten Zuckerertrag von 15,0 t/ha weniger deutlich ausgeprägt und statistisch nicht verschieden zum Standard.

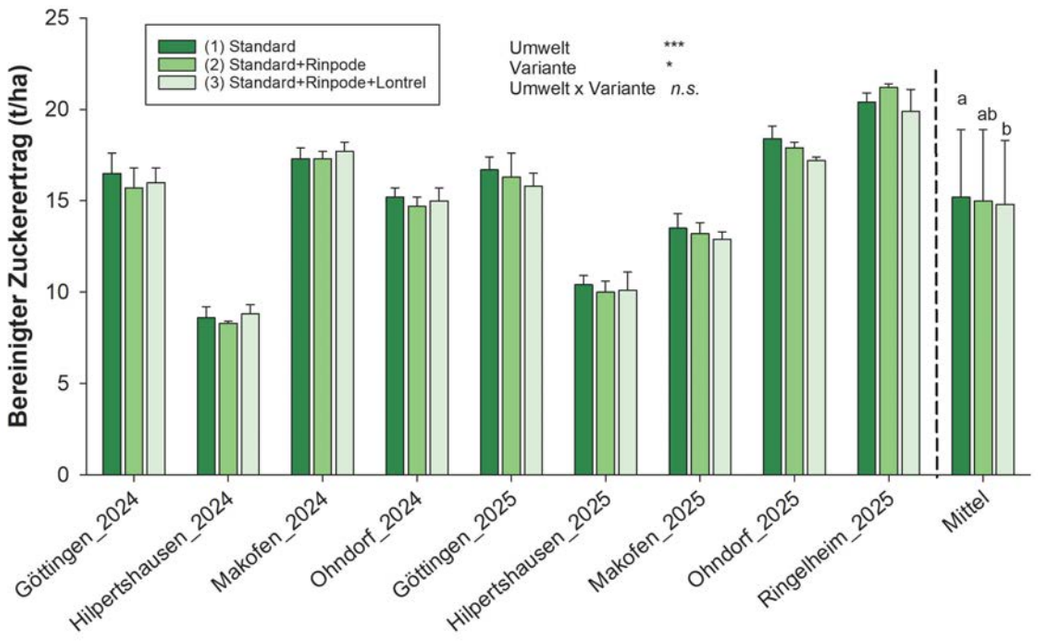


*Abb. 3: Bereinigter Zuckerertrag (t/ha, Mittelwert und Standardabweichung) bei Behandlung mit unterschiedlichen Herbizidvarianten. Getestet wurde 2024-2025 in neun Umwelten in Deutschland (Umwelt = Standort x Jahr). *** signifikant bei α ≤ 0,001; * signifikant bei α ≤ 0,05; n.s.: nicht signifikant. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Varianten, Tukey-Test, α = 0,05.*

Autor: Daniel Laufer

SCHLAGLICHTER AUS DEM IfZ







Öffentlichkeitsarbeit

Am 17.02.2025 war die Moderatorin Julia Kuhles mit einem Team für die Sendung "Unser Land" des Bayerischen Rundfunks (BR) zu Besuch, um einen Beitrag mit Informationen zur Forschung zu SBR am IfZ zu drehen. Die Folge mit dem Titel „Kampf gegen die Schilf-Glasflügelzikade“ vom 11.04.25 ist in der ARD-Mediathek zu finden.



Der Bayerische Rundfunk zu Besuch im IfZ

Die ausgiebigen Versuchsaktivitäten am IfZ sind nur mit Hilfe von Landwirten möglich, welche ihre Flächen für Feldversuche zur Verfügung stellen. Am 13.02.25 waren die Landwirte aus der Göttinger Umgebung zu Besuch am IfZ um über die Arbeit des Instituts und Ergebnisse der Versuche informiert zu werden. Außerdem wurde die Infrastruktur der Versuche wie Gewächshaus und Rübenwäsche vorgestellt.

Ausgezeichnet

Auch in den vergangenen zwei Jahren wurden wieder einige Arbeiten der Wissenschaftler*innen aus dem IfZ ausgezeichnet.



Dr. Sabine Andert, Julius Kühn-Institut, übergibt den Posterpreis an Christoph Ott

Doktorand Christoph Ott (Verband Fränkischer Zuckerrübenanbauer e. V.) hat im Rahmen der Unkrauttagung im Februar 2024 in Braunschweig einen Posterpreis für sein Poster "Reduzierte Herbizideinwirkung durch Staub - Folgen für die chemisch-mechanische Unkrautbekämpfungt bei Zuckerrüben" bekommen.

Im Juli 2024 verlieh die Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG) den Nachwuchspreis 2024 an Dr. Lukas Rollwage für seine Dissertation »On the track of virus yellows resistance in *Beta vulgaris* – molecular tools and resistance mechanisms for disease management«. Die experimentelle Arbeit wurde in der Abteilung Phytomedizin des IfZ in Kooperation mit SESVanderHave (Tienen, Belgien) durchgeführt und vom BMEL gefördert.



Pascal Teppe mit der Urkunde zum DLG-Preis für seine Masterarbeit

Bei den Feldtagen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) im Juli 2024 wurde der Erste Preis an Pascal Teppe für seine Masterarbeit zum Thema „Einfluss eines Spot-Spraying Systems auf die Restverunkrautung in Zuckerrüben“ verliehen. Die Arbeit wurde von den Amazonen-Werken initiiert und von Frau Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein am IfZ betreut.

Das Autorenteam des Artikels "BonnBeetClouds3D: A dataset towards point cloud-based organ-level phenotyping of sugar beet plants under field conditions" mit Erstautor Elias Marks von der Universität Bonn und Co-Autor Jonas Bömer aus dem IfZ hat den Best Paper Award bei der IROS-Konferenz im Oktober 2024 in der Kategorie "Agricultural Robotics" erhalten. Der Artikel befasst sich mit der 3D-Phänotypisierung von Zuckerrübengenotypen. In diesem Zusammenhang wurde ein neues und freiverfügbares Datenset für eine detaillierte dreidimensionale Untersuchung von Pflanzen entwickelt.



Abel Barreto erhält den Preis für die Dissertation des Jahres 2024 von Prof. Dr. Bernward Märländer

Beim Alumni-Tag Agrar im November 2024 der Universität Göttingen hat Dr. Abel Barreto den Preis für die Dissertation des Jahres erhalten. Der Titel seiner Dissertation lautet: "Sensing and automatic scoring of sugar-beet fields by using UAV-imagery systems for disease quantification".



Übergabe des GIL-Förderpreises 2025 an Nathan Karume Okole Okengwe (IfZ Göttingen) durch Dr. Ralph Stoop (Agroscope, Tänikon)



Jonas Bömer mit dem Best Student Poster Award

Die Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG) verlieh im Februar 2025 den Nachwuchspreis 2025 an Nathan Okole für seine Masterarbeit "Use of imaging and non-imaging spectral sensors and machine learning for virus yellows phenotyping in sugar beet at greenhouse and field scale". Die Arbeit beinhaltet eine Gewächshausstudie und die Auswertung von Drohnendaten von Zuckerrübenfeldern.
Ebenfalls erhielt Julia Müller den Nachwuchspreis 2025 der DPG für ihre Masterarbeit "Optimierung der kameragestützten Herbizidapplikation eines Spot-Sprayers unter Laborbedingungen" am Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn. In der Arbeit entwickelte sie Methoden zur verlässlichen und vergleichbaren Bewertung eines Spot-Sprayers unter kontrollierten Bedingungen. Seit 2025 ist sie Doktorandin am IfZ.
Nathan Okole hat im März 2025 den Preis der "Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft"(GIL) für seine Masterarbeit „Use of imaging and non-imaging spectral sensors and machine learning for virus yellows phenotyping in sugar beet at greenhouse and field scale“ erhalten. Der Preis wird vergeben für die Förderung von Qualifizierungsarbeiten im Bereich Agrarinformatik, welche richtungsweisend mit praktischem Nutzen eingesetzt werden können.

Der Verein Deutscher Zuckertechniker prämierte 2025 die Artikel folgender Autorinnen und Autoren aus dem IfZ:
Anna Jacobs, Christel Roß, Kerrin Trimpler, Nicol Stockfisch; Olga Fishkis, Jörn Strassemeyer, Christel Roß, Heinz-Josef Koch; Daniel Laufer, Christine Kenter, Cord Buhre, Christel Roß, Sebastian Liebe; Heinz-Josef Koch, Dennis Grunwald.

Jonas Bömer wurde gleich zweimal mit einem Posterpreis ausgezeichnet. Sein Poster "Exploring the potential of 4D plant phenotyping for automated crop genotype differentiation" wurde im Juli 2025 auf der 15th European Conference on Precision Agriculture in Barcelona prämiert. Im Oktober desselben Jahres gewann er einen Preis auf der 64. Deutschen Pflanzenschutztagung in Braunschweig mit dem Beitrag „Dreidimensionale Untersuchung des Rübenkörpers von mit *Cand.* Arsenophonus pathogenicus infizierten Zuckerrüben“.

PhenoRob Phase 2 bewilligt – Erfolg im bundesweiten Exzellenzwettbewerb



Sprühdrohne bei der Applikation über den Versuchsparzellen

Im Mai 2025 hat die Exzellenzkommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) das Cluster „PhenoRob – Robotics and Phenotyping for Sustainable Crop Production“ für eine zweite Förderphase ausgewählt. Das Cluster wird durch die Universität Bonn und das Forschungszentrum Jülich geleitet. Partner sind das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), das Fraunhofer Institut für Intelligente Analyse (IAIS), das Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB) und das Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ).

PhenoRob steht für nachhaltige und technologiegetriebene Transformation der Landwirtschaft. Diese ist weltweit von höchster Relevanz. Im Fokus des Exzellenzclusters stehen die Entwicklung innovativer Anbausysteme sowie neuer Technologien zur ressourcenschonenden Erzeugung pflanzlicher Nahrungsmittel. Interdisziplinäre Teams erforschen neue Ansätze, wie Robotik, Künstliche Intelligenz und sensorbasierte Phänotypisierung, um den Eintrag von Schadstoffen in die Um-

welt zu reduzieren, Automatisierungspotenziale auf dem Feld zu nutzen und zukunftsweisende Lösungen für Agrarsysteme in Deutschland zu identifizieren. Das international sichtbare Exzellenzcluster wurde 2019 gegründet und steht für den Bereich Landwirtschaft 4.0.

Aus PhenoRob sind bereits mehrere marktreife Produkte hervorgegangen.

Wir freuen uns sehr, in der zweiten Förderphase bis 2032 innovative Forschung für eine nachhaltige Pflanzenproduktion mit dem Schwerpunkt Erkennung, Modellierung und wissensbasierte Kontrolle von Pflanzenkrankheiten forcieren zu können.

Website: https://www.phenorob.de/



Bodenfahrzeug als mobile Sensorplattform zur Datenerfassung

Lehre am IfZ

Wissenschaftler*innen aus dem IfZ, das ein An-Institut der Georg-August-Universität Göttingen ist, bringen sich in unterschiedlichen Lehrveranstaltungen der Bachelor- und Masterstudiengänge sowie der Graduiertenschule Forst- und Agrarwissenschaften ein.

Im Berichtszeitraum wurden am IfZ 18 Master- und Bachelorarbeiten angefertigt sowie zwei Promotionen erfolgreich beendet. Weiterhin hat Dr. Sebastian Liebe 2025 seine Habilitation abgeschlossen und ist nun Privatdozent an der Georg-August-Universität.

2024 wurde zum ersten Mal das neue Bachelormodul „Digitale Pflanze – Pflanzenparameter messen“ angeboten. In diesem Modul können die Studierenden schon früh im Studium die Grundlagen digitaler Technologien erlernen und selbst praktische Erfahrungen sammeln. Auch im Blockmodul “Digital Techniques for Crop Monitoring“ des Masterstudiengangs „Crop protection“, das seit 2023 angeboten wird, liegt ein großer Fokus auf der praktischen Anwendung und Datenauswertung.

Seit dem Wintersemester 2023/24 liegt außerdem die Modulverantwortung für das Modul “Molecular Diagnostic and Biotechnology in Crop Protection” beim IfZ in den Händen von Prof. Dr. Mark Varrelmann.

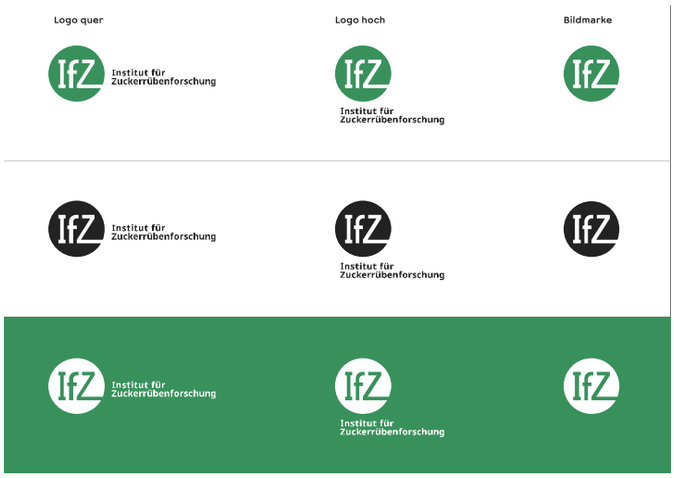
Im Blockmodul "Agribusiness Sugar Beet" konnten Studierende und Teilnehmende aus Unternehmen der Zuckerversorgungskette alles über die Zuckerrübenproduktion lernen. 2024 ging es im Rahmen der Exkursion nach Einbeck zum Jagdschloss Rodenkirchen und zur KWS Saat SE & Co. KGaA. 2025 wurde die Außenstelle des Bundessortenamts in Magdeburg und ein Feld der Modellregion von Nordzucker besucht.

Im Modul „Zielkonflikte ackerbaulicher Verfahren" (vormals: „Systemanalyse ackerbaulicher Produktionsverfahren") konnten die Studierenden wieder an interessanten Exkursionen teilnehmen. Im Wintersemester 2024/25 wurde das Hofgut Klein Schneen besucht, auf dem Marie von Schnehen erklärte, wie sie Zielkonflikte für sich gelöst hat. Zudem wurde das Saatgut- und Pflanzenzüchtungsunternehmen Van Waveren Saaten GmbH in Rosdorf besucht. Im Wintersemester 2025/26 hatte die Exkursion die „Agritechnica" in Hannover zum Ziel, auf der die Studierenden sich u. a. für einen Vortrag im Modul vorbereiten konnten.

Außerdem konnten Studierende aus verschiedenen Modulen die Versuche des IfZ besichtigen und sich dabei auch über den Einsatz von Hackrobotern und (Sprüh-) Drohnen informieren.

Neuer Außenauftritt: das IfZ kommt auf den Punkt

Der Jahresbericht sieht anders aus und das aus gutem Grund: Das IfZ hat seit diesem Jahr ein neues Logo, eine neue Wort-Bildmarke und mit Noto Sans eine andere Hausschriftart. Auch die Farbe des Logos wurde angepasst. Damit einher ging eine gründliche Überarbeitung unserer Darstellung in den digitalen Medien (ifz-goettingen.de), in Informationsmaterialien wie dem IfZ-Flyer, in der Geschäftsausstattung und für interne Dokumentvorlagen.



Das neue Logo und die Wort-Bildmarke lassen sich für verschiedene Hintergründe anpassen. Das Original ist der grüne Punkt mit weißen IfZ-Buchstaben.

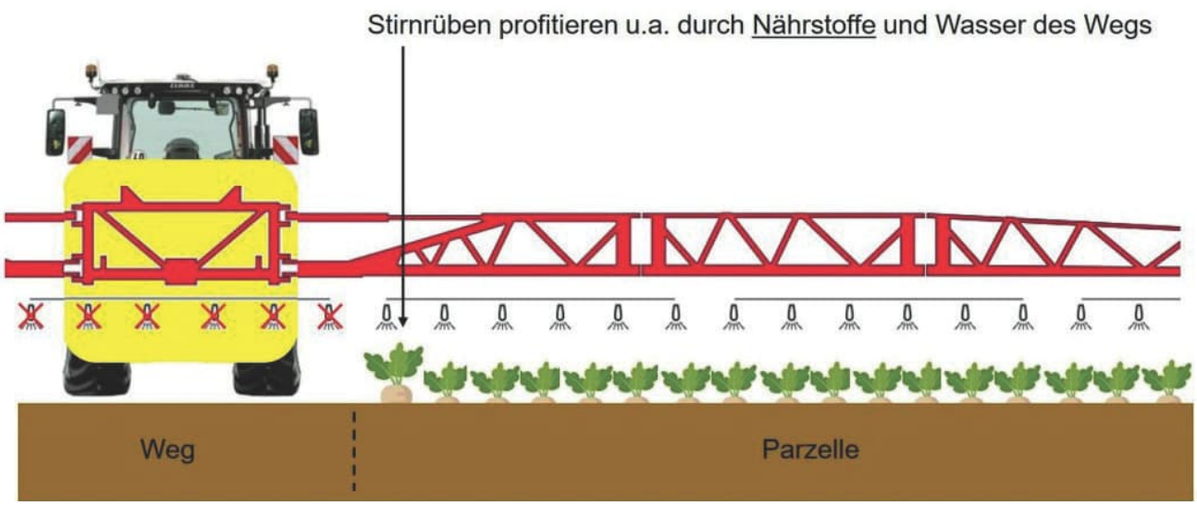
Tastversuch zu Stirnrüben für präzisere Ertragsergebnisse

Am IfZ finden viele Versuche in Parzellen statt. Um diese einzeln zu erreichen, liegen Wege dazwischen. Ein Problem dabei ist, dass die Rüben am Rand einer Parzelle (Stirnrüben) meist deutlich größer und etwa doppelt so schwer sind wie die Rüben im Inneren. Durch die offene Seite haben sie mehr Platz und Licht, es könnte auch an einer besseren Nährstoffversorgung liegen. Die Unterschiede zwischen Stirn- und Bestandsrüben sind zum einen ein Problem bei der Einstellung der Erntemaschinen und in der Rübenwäsche. Zum anderen verzerren sie die Ertragsergebnisse einer Parzelle, welche repräsentative Ergebnisse für den Ertrag eines ganzen Feldes liefern sollen.

Um den Effekt zu testen hat die Abteilung Zentrale Dienste 2024 und 2025 auf je einem Standort einen Tastversuch durchgeführt. Es wurde untersucht, ob die Stickstoff-Düngung oder die Anlage von Stirnreihen einen Einfluss auf die Größe der Stirnrüben haben (siehe Abbildung). Vier Parzellen wurden jeweils mit den Bedingungen Kontrolle (keine Stirnrüben, ganzflächige Düngung), mit Stirnreihen (2 Reihen Zuckerrüben quer zur Parzelle) und verringerte Stickstoffdüngung (1. oder 1. und 2. Zuckerrübe einer Reihe nicht gedüngt) verglichen. Im Oktober wurden der Durchmesser und das Gewicht der 1., 2., 5. und 10. Zuckerrübe von allen 3 Reihen/Parzelle gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die 2., 5. und 10. Rübe in allen Parzellen vergleichbare Durchmesser und Gewichte hatten. Bei der Kontrolle und den verringerten Düngergaben hatte die 1. Rübe der Reihe jedoch einen deutlich höheren Durchmesser (154 mm in der Stirnreihe im Vergleich zu 119 mm über beide Jahre) und ein deutlich höheres Gewicht (14,2 kg in der Stirnreihe im Vergleicht zu 6,7 kg in den anderen Reihen über beide Jahre). Nur die Anlage mit Stirnrüben führte zu vergleichbaren Größen der 1. Rübe mit den anderen Rüben.

Was bedeutet das für Parzellenversuche? Ein Unterschied der Zuckerrüben zwischen Rand und in der Reihe lässt sich nur mit Stirnreihen sicher verhindern. Diese werden vorab geerntet. Diese Umsetzung ist jedoch aufwendiger und die Parzellen werden kürzer. Daher ist es nicht für jede Versuchsfrage erforderlich. In Sortenversuchen werden 2 Stirnreihen gesät, in anderen Versuchen wird je nach Versuchsfrage entschieden, ob die Anlage von Stirnreihen notwendig ist.





Saatbettbereitung auf den Versuchsflächen

Erneuerung der Feldversuchs- und Analysetechnik

Am IfZ werden jedes Jahr umfangreiche Feldversuche zu unterschiedlichen Fragestellungen angelegt, dokumentiert und ausgewertet. Um die Qualität und Quantität der durchgeführten Versuche auch zukünftig zu gewährleisten, gab es im Berichtszeitraum einige Neuanschaffungen bei der Feldversuchstechnik, die dadurch für die kommenden Jahre gut aufgestellt ist.

Für unsere Versuche stehen nun mehrere Traktoren von Fendt (Modelle 720, 514, 312 und GT) mit einheitlicher Lenksystem-Ausstattung zur Verfügung. Die Vorbereitung der Versuchsflächen beginnt nach sorgfältiger Planung im Juni/August. Hier kommen zur Bodenbearbeitung für die Zwischenfrüchte und deren Aussaat am IfZ ein Köckerling Trio, sowie eine Drillkombinaion des Herstellers Kverneland zum Einsatz. Zur Vorbereitung der neuen Versuchsflächen von September bis Februar wird zum Mulchen der Zwischenfrucht außerdem der MU-Pro 280 von Müthing genutzt. Zur Beikrautregulierung steht dem IfZ eine Feldspritze von Amazone zur Verfügung, während für die Saatbettvorbereitung der Köckerling Allrounder und der Lemken Kompaktor im Frühjahr zum Einsatz kommen. Dabei sorgt die Anlage zur Anpassung des Reifendrucks des Schleppers für eine bodenschonende Befahrung der Flächen. Reifenbreiten, Spurbreiten und Arbeitsbreiten der Anhängegeräte sind so abgestimmt, dass die Versuchsfläche in der Vorbereitung einmalig und ganzflächig überrollt wird. Exakte Abstände werden durch die autonome Spurerfassung am Traktor ermöglicht. Für die Aussaat werden eine 6-reihige Kverneland Mulchsaat-Drillmaschine und eine 3-reihige Parzellensämaschine des Herstellers Monosem mit Option zum Saatgutwechsel zwischen den Parzellen verwendet. Ab Mitte September werden die Rüben mit Hilfe eines 3-reihigen Parzellenroders von Thyregod gerodet und anschließend in der Rübenwäsche und Qualitätsanalyse verarbeitet.



Neuste Technologie beim Rübenroden in der Fahrerkabine

Für die Qualitätsanalyse steht dem IfZ zusätzlich zur Standard-Analytik der Firma Anton Paar eine neue HPLC (High Performance Liquid Chromatography)-Anlage zur Verfügung. Die HPLC bietet die Möglichkeit, sowohl Saccharose als auch weitere, für die Zuckerausbeute in der Zuckerfabrik relevanten Ein- und Mehrfachfachzucker (Glucose, Fructose, Raffinose, Maltose) zu analysieren.

Zur Dokumentation der Umweltparameter wurden außerdem Sencrop Wetterstationen angeschafft, die den Niederschlag, die Windrichtung und -stärke, die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Sonneneinstrahlung auf den Versuchsflächen aufzeichnen und digital auslesbar sind.

Neues Multifunktionsgebäude

Zum Jahresende 2024 wurde auf dem IfZ-Gelände ein neues Gebäude gegenüber dem Haupteingang fertiggestellt.

Mit viel Kreativität hat der Architekt sich intensiv Gedanken gemacht, in welcher Form ein neues und modernes Haus zu dem bestehenden Gebäudeensemble passt. Alle waren sehr gespannt und sind nun vom Ergebnis überzeugt. Einige können sich über neue, barrierefrei zugängliche Büros freuen. Am besten gelungen ist der große Pausenraum als Treffpunkt für alle mit kleiner Küche, vielen großen Fenstern mit „Vogelschutzpunkten“ und einer Veranda zum draußen sitzen. Dazu passen die grünen Fassadenelemente und das begrünte Dach wunderbar. Die Entwicklung der Dachbegrünung wird aus den oberen Stockwerken des Hauptgebäudes mit großem Interesse verfolgt.



Moderne Gebäudetechnik schließt Wärmepumpentechnik mit ein. Hier ist eine „im Anflug“



Die verschiedenen Schichten für das Gründach brauchten viele fleißige Hände



Gründach auf dem MFG im Juni 2026



Baustellenbesichtigung mit Bauherrin



Multifunktionsgebäude im Frühjahr 2026

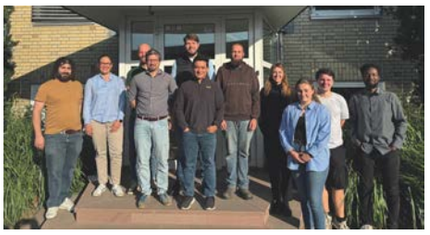
Wechsel in den Abteilungen



Mit Beginn des Jahres 2025 übernahm Frau **PD Dr. Anna Jacobs** die Leitung der Abteilung **Pflanzenbau**. Anna Jacobs kannte die Abteilung bereits aus ihrer Post-Doc Zeit von 2010-2016 und war Anfang 2023 wieder ans IfZ zurückgekehrt. In den Jahren 2023 und 2024 baute sie zunächst eine Forschungsgruppe zu den Themen „Anbausysteme und Ertragsbildung“ auf und integrierte diese Ende 2024 in die Abteilung Pflanzenbau. Anna Jacobs liegen als Umweltwissenschaftlerin, Bodenkundlerin und Pflanzenbauerin besonders die Themen „Ressourcenschutz und nachhaltige Entwicklung“ sowie „ganzheitliche Bewertung“ am Herzen. Mit den laufenden Forschungsarbeiten wagt die Abteilung Pflanzenbau immer wieder einen Blick auf zukünftige Anbaubedingungen mit kommender Ressourcenknappheit und veränderten Witterungsbedingungen.



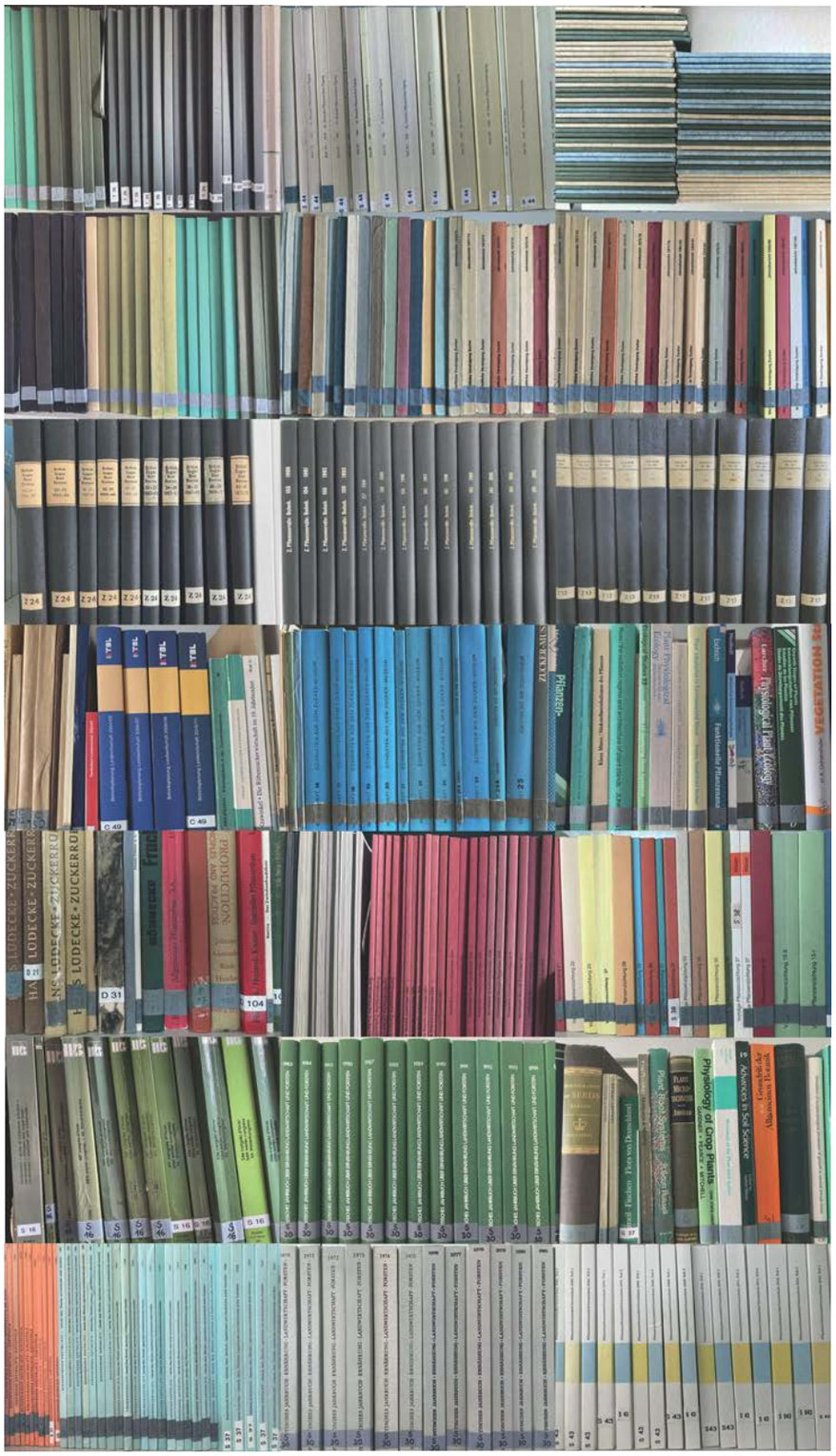
Nach fast 28 Jahren am Institut für Zuckerrübenforschung ist **Frau Dr. Maria Niemann**, Leiterin der Abteilung **Administration & Forschungskooperationen**, zum 31. Juli 2025 in den Ruhestand verabschiedet worden.
Seit dem 1. Juni 2025 liegt die Leitung der Abteilung Administration & Forschungskooperationen bei Herrn **Dr. Christian Schöpper.** Der studierte Forstwissenschaftler war zuletzt als Forschungsreferent in der Abteilung „Forschung & Transfer“ an der Georg-August-Universität Göttingen sowie am Ministerium für Wissenschaft & Kultur in Hannover tätig. Seit dem 01. Januar 2025 ist Herr Dr. Schöpper am Institut für Zuckerrübenforschung beschäftigt.



Die Arbeitsgruppe **Sensorik und Datenanalyse** wurde im Jahre 2025 eine eigenständige Abteilung unter der Leitung von Herrn **PD Dr. Stefan Paulus**. Der studierte Informatiker (Computervisualistik) arbeitet seit 2010 im Bereich der Pflanzenphänotypisierung. Zu diesem Thema hat er in der Ingenieurgeodäsie (Universität Bonn) promoviert und anschließend eine Gruppe zur (Bild-) Datenauswertung bei der LemnaTec GmbH in Aachen geleitet. Er arbeitet seit 2018 am Institut für Zuckerrübenforschung und hat die Abteilung seitdem gemeinsam mit Frau Prof. Mahlein aufgebaut. Der Fokus der Abteilung liegt in der praxisnahen Nutzung bildgebender Verfahren und der Analyse mittels maschineller Lernmethoden und moderner KI. Projekte zu Digitalisierung und KI für den Zuckerrübenanbau werden fortgeführt.



PUBLIKATIONEN AUS DEM IfZ



Wissenschaftliche Publikationen

2025

Agyei, K., Detring, J., Metzner, R., Huber, G., Pflugfelder, D., Eini, O., Varrelmann, M., Mahlein, A.-K., and Koller, R. 2025. Syndrome "basses richesses" disease induced structural deformations and sectorial distribution of photoassimilates in sugar beet taproot revealed by combined MRI-PET imaging. Plant Phenomics 7(2):100053. https://doi.org/10.1016/j.plaphe.2025.100053

Behn, H., Ballvora, A., Bendig, J., Ispizua Yamati, F. R., Koua, A. P., Mahlein, A.-K., Mason, A. S., Rascher, U., Sadeqi, M. B., and Léon, J. 2025. UAV-based multispectral image analysis revealed stay-green haplotypes in wheat specific for different soil nitrogen levels. BMC Plant Biol. 25:1405. https://doi.org/10.1186/s12870-025-07441-6.

Borgolte, S., Laufer, D., Liebe, S., Seebode, S., and Kenter, C. 2025. Improved integrated management of Cercospora leaf spot (*Cercospora beticola*) with a new-type resistant sugar beet (*Beta vulgaris* L.) variety. Eur. J. Plant Pathol. (Volume 172):747-760. https://doi.org/10.1007/s10658-025-03036-x.

Borgolte, S., Menzel, W., and Varrelmann, M. 2025. One-step TaqMan® RT-qPCR detection of sugar beet-infecting poleroviruses in *Myzus persicae* from yellow water pan traps opens up new possibilities for early risk assessment of virus yellows disease. J. Virol. Methods 331:115052. https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2024.115052.

Braun-Kiewnick, A., Giongo, A., Zamberlan, P. M., Pluta, P., Koch, H.-J., Kage, H., Smalla, K., and Babin, D. 2025. The Microbiome of Continuous Wheat Rotations: Minor Shifts in Bacterial and Archaeal Communities but a Source for Functionally Active Plant-Beneficial Bacteria. Phytobiomes J. 9(2):240-256. https://doi.org/10.1094/PBIOMES-05-24-0054-R.

Eini, O., Shoaei, Z., Schumann, N., and Varrelmann, M. 2025. Role of complementary-sense genes and intergenic region of beet curly top virus in intermolecular recombination frequency upon local infection in plants. J. Virol. 99(8):e00016-25. https://doi.org/10.1128/jvi.00016-25.

Eini, O., Shoaei, Z., and Varrelmann, M. 2025. Molecular Detection and Multilocus Sequence Analysis of '*Candidatus* Phytoplasma Solani' Strains Infecting Neighbouring Potato and Sugar Beet Fields in Southern Germany. J. Phytopathology, 173(6), https://doi.org/10.1111/jph.70192

Francis, L. J., Geissler, L. G. B., Okole, N., Gipp, B., Stachniss, C., and Heim, R. 2025. ReflectDetect: A software tool for AprilTag-guided in-flight radiometric calibration for UAV-mounted 2D snapshot multi-camera imagery. SoftwareX 30:102150. https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102150.

Günder, M., Yamati, F. R. I., Barreto, A., Mahlein, A.-K., Sifa, R., and Bauckhage, C. 2025. SugarViT-Multi-objective regression of UAV images with Vision Transformers and Deep Label Distribution Learning demonstrated on disease severity prediction in sugar beet. PLOS ONE 20(2):e0318097. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0318097

Grunwald, D., and Koch, H.-J. 2025. How does grain legume inclusion affect yield and N dynamics in a sugar beet crop rotation? Nutr. Cycl. Agroecosyst. 131:487-498 https://doi.org/10.1007/s10705-025-10430-8.

Grunwald, D., Poeplau, C., Koch, H.-J., and Jacobs, A. 2025. Effect of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivation on soil organic carbon stocks in Germany. Soil Use Manage. 41(1):e70022. https://doi.org/10.1111/sum.70022.

Hennecke, F., Bömer, J., and Heim, R. H. 2025. Modification of an automated precision farming robot for high temporal resolution measurement of leaf angle dynamics using stereo vision. MethodsX 14(14):103169. https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103169.

Ispizua Yamati, F. R., Bömer, J., Noack, N., Linkugel, T., Paulus, S., and Mahlein, A.-K. 2025. Configuration of a multisensor platform for advanced plant phenotyping and disease detection: case study on Cercospora leaf spot in sugar beet. Smart Agric. Technol. 10:100740. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100740.

Kenter, C., and Hoffmann, C. M. 2025. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and quality data at different harvest dates from a multi-environmental study in Germany. ODJAR 11:6-8. https://doi.org/10.18174/odjar.v11i0.18784.

Koch, H.-J., Grunwald, D., Essich, L., and Ruser, R. 2025. Cover crop characteristics modulate amount and timing of nitrogen supply of fertilized sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in temperate climate. Can. J. Plant Sci.(105):1-13. https://doi.org/10.1139/cjps-2024-0091.

Kühling, I., Pahlmann, I., Räbiger, T., Helfrich, M., Flessa, H., Schlathölter, M., Koch, H.-J., Essich, L., Ruser, R., Reinhard-Kolempas, M., Hoffmann, A., and Kage, H. 2025. Legacies of winter cover crops lead to opposing optimal N fertilisation rates and yields in first and second subsequent crops on contrasting soils. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 131:123-139. https://doi.org/10.1007/s10705-025-10400-0.

Kühling, I., Sieling, K., Räbiger, T., Helfrich, M., Flessa, H., Schlathölter, M., Grunwald, D., Koch, H.-J., Essich, L., Ruser, R., and Kage, H. 2025. Different utilisation of residual N from oil radish cover crop by maize or sugar beet, and subsequent winter wheat. Eur. J. Agron. 169:127700. https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127700.

Mikaberidze, A., Cruz, C. D., Zerihun, A., Barreto, A., Beck, P., Calderón, R., Camino, C., Campbell, R. E., Delalieux, S. K. L., Fabre, F., Falla, E., Fraser, S., Gold, K. M., Gongora-Canul, C., Hamelin, F., Harteveld, D. O. C., Hong, C.-F., Leclerc, M., Lee, D.-Y., Lobo, M., Mahlein, A.-K., McLay, E., Melloy, P., Parnell, S., Rascher, U., Rich, J., Salotti, I., Soubeyrand, S., Sprague, S., Surano, A., Takooree, S. D., Taylor, T. H., Touzeau, S., Zarco-Tejada, P. J., and Cunniffe, N. J. 2025. Opportunities and challenges in combining optical sensing and epidemiological modelling. Phytopathology 115(10):1260-1285. https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-24-0359-FI.

Möller, K., Blecher, T., Bodner, G., Böhmer, J., Eichler-Löbermann, B., Fritz, M., Herrmann, A., Klöcker, D., Koch, H.-J., Macholdt, J., Menskes, D., Moll, M., Poetsch, J., Rapp, C., Schäfer, T., Schmidtke, K., und Pekrun, C. 2025. Regenerative Landwirtschaft – Annäherung an eine wissensbasierte Definition. J. f. Kulturpfl. 77(1):110-131. https://doi.org/10.5073/JfK.2025.01.13

Nasser, V., Beule, L., Koch, H.-J., Dittert, K., Essich, L., Ruser, R., Kage, H., and Kühling, I. 2025. Regulation of winter soil mineral nitrogen and N_2O emissions by cover crop termination timing. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 131:521-542 https://doi.org/10.1007/s10705-025-10420-w.

Nasser, V., Dechow, R., Helfrich, M., Meijide, A., Rummel, P. S., Koch, H.-J., Ruser, R., Essich, L., and Dittert, K. 2025. Evaluating N_2O emissions and carbon sequestration in temperate croplands with cover crops: insights from field trials. SOIL 11(2):489-506. https://doi.org/10.5194/soil-11-489-2025.

Panagea, I. S., Quataert, P., Alonso-Ayuso, M., Bárcena, T. G., Boever, M. de, Diacono, M., Jacobs, A., Jensen, J. L., Seidel, F., Seitz, D., Spiegel, H., Vanden Nest, T., Don, A., and Ruysschaert, G. 2025. Forage vs. grain legumes: Contrasting effects on soil organic carbon stocks–evidence from 30 European field experiments. Eur. J. Soil Sci. 76(2):e70086. https://doi.org/10.1111/ejss.70086.

Pfordt, A., and Paulus, S. 2025. A review on detection and differentiation of maize diseases and pests by imaging sensors. J. Plant Dis. Prot. 132(1). https://doi.org/10.1007/s41348-024-01019-4.

Rahenbrock, D., Bode, M., and Varrelmann, M. 2025. Differential effects of local dsRNA application on systemic Beet Mosaic Virus resistance in *Nicotiana benthamiana* and *Beta vulgaris*. Molecular plant-microbe interactions MPMI 38(4):518-528. https://doi.org/10.1094/MPMI-01-25-0009-R.

Rahenbrock, D., and Varrelmann, M. 2025. Comparative small RNA profiles of beet mosaic virus (BtMV), beet mild yellowing virus (BMYV) and beet yellows virus (BYV) infected *Nicotiana benthamiana* and *Beta vulgaris*. Virus Res. 361:199640. https://doi.org/10.1016/j.virusres.2025.199640.

Roß, C. A., Dufrane, C., Hansen, A. L., Jachowicz, N., Koch, H.-J., Nielsen, O., Raaijmakers, E., and Stockfisch, N. 2025. Reducing aphid infestation by growing barley as a companion plant in sugar beet cultivation. Sugar Ind. int. 150(6):439-446. https://doi.org/10.36961/si33533.

Singh, D. A., Nazgol, E., Holtgrewe-Stukenbrock, E., Varrelmann, M., and Jung, C. 2025. Uncovering genes essential in domestication and breeding of sugar beet. Crop J. 13(4):1224-1233. https://doi.org/10.1016/j.cj.2025.06.013.

Smeesters, L., Venturini, F., Paulus, S., Mahlein, A.-K., Perpetuini, D., Cardone, D., Merla, A., Gac, B., Perrin, S., Trégoat, D., Poffo, L., Fournier, A., Bonifazi, G., Serranti, S., Liao, W., Osseiran, N., Vanwolleghem, M., Peretti, R., Bandyopadhyay, A., Bertling, K., Parameswaran, K., Rakić, A. D., Sengupta, A., Svanberg, S., Kujawinska, M., Cozzolino, D., PEREZ-MARIN, D., Entrenas de León, José A., Torres Rodríguez, I., Fodor, M., Benes, E., Matkovits, A., Jókai, Z., Cristescu, S. M., Khodabakhsh, A., Jahromi, K., Nematollahi, M., Harren, F. H., Rokx, E., Sikorska, E., Sowoidnich, K., Maiwald, M., Sumpf, B., Roussey, M., Peiponen, K.-E., Femenias, A., Fomina, P., Kokoric, V., Stach, R., Mizaikoff, B., Konstantaki, M., Pissadakis, S., Michelucci, U., Paśko, S., Pakuła, A., Crocombe, R. A., Miseo, E. V., Liapis, A. C., Ahmed, F., Sun, Z., Chandrinou, C., Chatzipetrou, M., Zergioti, I., Trog, U., Haase, A., Smolka, M., Oosterveld, L., van Hoof, C., Müller, A., Hlavatsch, M., Bajrami, D., Olvera-Gonzalez, E., Escalante-Garcia, N., Blazquez Soro, P. A., van Hoorde, K., Tiwari, B., Westerhoff, T., Kneissl, M., and Mignani, A. G. 2025. 2025 photonics for agrifood roadmap: towards a sustainable and healthier planet. J. Phys. Photonics 7(3):032501. https://doi.org/10.1088/2515-7647/adbea9

Toth, R., Huettel, B., Eini, O., Varrelmann, M., and Kube, M. 2025. The complete genome sequence of the stolbur pathogen "*Candidatus* Phytoplasma solani" from *Pentastiridius leporinus*. Microbiol. resour. announc. 14:e00640-24. https://doi.org/10.1128/mra.00640-24.

Toth, R., Huettel, B., Varrelmann, M., and Kube, M. 2025. The 16SrXII-P Phytoplasma GOE is separated from other Stolbur phytoplasmas by key genomic features. Pathogens 14(2):180. https://doi.org/10.3390/pathogens14020180.

Yang, Y., Varrelmann, M., and Liebe, S. 2025. Effect of sugar beet variety resistance on the disease epidemiology of *Cercospora beticola*. Pest Manag. Sci. 81(6):2970-2980. https://doi.org/10.1002/ps.8666.

2024

Arnhold, J., Ispizua Yamati, F. R., Kage, H., Mahlein, A.-K., Koch, H.-J., and Grunwald, D. 2024. Minirhizotron measurements can supplement deep soil coring to evaluate root growth of winter wheat when certain pitfalls are avoided. Plant Methods 20(1):183. https://doi.org/10.1186/s13007-024-01313-0.

Benjes, K., Varrelmann, M., and Liebe, S. 2024. Control of rhizomania in sugar beet—A success story made possible by resistance breeding. Plant Pathol. 73(9):2248-2259. https://doi.org/10.1111/ppa.14007.

Bömer, J., Esser, F., Marks, E., Rosu, R. A., Behnke, S., Klingbeil, L., Kuhlmann, H., Stachniss, C., Mahlein, A.-K., and Paulus, S. 2024. A 3D printed plant model for accurate and reliable 3D plant phenotyping. GigaScience 13:1-15. https://doi.org/10.1093/gigascience/giae035.

Borgolte, S., Varrelmann, M., and Hossain, R. 2024. Time point of virus yellows infection is crucial for yield losses in sugar beet, and co-infection with beet mosaic virus is negligible under field conditions. Plant Pathol. 73:2056-2070. https://doi.org/10.1111/ppa.13954.

Detring, J., Barreto, A., Mahlein, A.-K., and Paulus, S. 2024. Quality assurance of hyperspectral imaging systems for neural network supported plant phenotyping. Plant Methods 20(1):189. https://doi.org/10.1186/s13007-024-01315-y.

Eini, O., Benjes, K., Dietrich, K., Reichelt, M., Schumann, N., and Varrelmann, M. 2024. Insights into the molecular basis of beet curly top resistance in sugar beet through a transcriptomic approach at the early stage of symptom development. J. Gen. Virol. 105(9):002026. https://doi.org/10.1099/jgv.0.002026.

Eini, O., Pfitzer, R., and Varrelmann, M. 2024. Rapid and specific detection of *Pentastiridius leporinus* by recombinase polymerase amplification assay. B. Entomol. Res. 114:1-8. https://doi.org/10.1017/S0007485324000099.

El Jarroudi, M., Kouadio, L., Delfosse, P., Bock, C. H., Mahlein, A.-K., Fettweis, X., Mercatoris, B., Adams, F., Lenné, J. M., and Hamdioui, S. 2024. Leveraging edge artificial intelligence for sustainable agriculture. Nat. Sustain. 7:846–854. https://doi.org/10.1038/s41893-024-01352-4.

Fishkis, O., Strassemeyer, J., Pöllinger, F., Roß, C. A., and Koch, H.-J. 2024. Toxicological risk assessment of mechanical-chemical vs. chemical weed control techniques in sugar beet in Germany using SYNOPS-GIS. Front. Agron. 5:1274703. https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1274703.

Fishkis, O., Strassemeyer, J., Roß, C. A., and Koch, H.-J. 2024. Climate impact, toxicological risks and economic efficiency of conventional and new weed control methods in sugar beet. Sugar Ind. int. 149(6):460-468. https://doi.org/10.36961/si31552.

Fishkis, O., Weller, J., Lehmhus, J., Pöllinger, F., Strassemeyer, J., and Koch, H.-J. 2024. Ecological and economic evaluation of conventional and new weed control techniques in row crops. Agr. Ecosyst. Environ. 360:1-13. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108786.

Giongo, A., Arnhold, J., Grunwald, D., Smalla, K., and Braun-Kiewnick, A. 2024. Soil depths and microhabitats shape soil and root-associated bacterial and archaeal communities more than crop rotation in wheat. Front. Microbiomes 3: 1335791. https://doi.org/10.3389/frmbi.2024.1335791.

Groeneveld, M., Grunwald, D., Piepho, H.-P., and Koch, H.-J. 2024. Crop rotation and sowing date effects on yield of winter wheat. J. Agr. Sci.162(2):139-149. https://doi.org/10.1017/S0021859624000261.

Heim, R. H. J., Okole, N., Steppe, K., van Labeke, M., Geedicke, I., and Maes, W. 2024. An applied framework to unlocking multiangular UAV reflectance data: a case study for classification of plant parameters in maize (*Zea mays*). Precis. Agric. 25:1751-1775. https://doi.org/10.1007/s11119-024-10133-0.

Hoffmann, C. M. 2024. Marc content of sugar beet in Germany. Sugar Ind. int. 149(5):379-385.

Hossain, R., Willems, G., Wynant, N., Borgolte, S., Govaerts, K., and Varrelmann, M. 2024. Aphid-mediated beet yellows virus transmission initiates proviral gene deregulation in sugar beet at early stages of infection. PLOS ONE 19(10):e0311368. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311368.

Ispizua Yamati, F. R., Günder, M., Barreto, A., Bömer, J., Laufer, D., Bauckhage, C., and Mahlein, A.-K. 2024. Automatic scoring of Rhizoctonia crown and root rot affected sugar beet fields from orthorectified UAV images using Machine Learning. Plant Dis. 108(3):711-724. https://doi.org/10.1094/PDIS-04-23-0779-RE.

Jacobs, A., Roß, C., Trimpler, K., and Stockfisch, N. 2024. Towards sustainable development of sugar beet cultivation – underlying basics and possible aims. Sugar Ind. int. 149(5):367-378. https://doi.org/10.36961/si31238.

Koch, H.-J., Grunwald, D., Essich, L., and Ruser, R. 2024. N supply and yield of sugar beet after cover cropping: effects of cover crop species and management. Sugar Ind. int. 149(9):605-613. https://doi.org/10.36961/si32213.

Kuska, M. T., Wahabzada, M., and Paulus, S. 2024. AI for crop production – Where can large language models (LLMs) provide substantial value? Comput. Electron. Agric. 221:108924. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108924.

Laufer, D., Kenter, C., Buhre, C., Roß, C. A., und Liebe, S. 2024. Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau in Deutschland – Analyse der Chancen und Herausforderungen. Sugar Ind. int. 149(7):526-539. https://doi.org/10.36961/si31758.

Mahlein, A.-K., Arnal Barbedo, J. G., Chiang, K.-S., Del Ponte, E. M., and Bock, C. H. 2024. From detection to protection: The role of optical sensors, robots, and artificial intelligence in modern plant disease management. Phytopathology 114(8):1733-1741. https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-24-0009-PER.

Okole, N., Ispizua Yamati, F. R., Hossain, R., Varrelmann, M., Mahlein, A.-K., and Heim, R. H. J. 2024. Aerial low-altitude remote sensing and deep learning for in-field disease incidence scoring of virus yellows in sugar beet. Plant Pathol. 73:2310-2324. https://doi.org/10.1111/ppa.13973.

Ott, C., Laufer, D., Ladewig, E., and Kenter, C. 2024. Composition of the weed flora in sugar beet cultivation in Germany – nationwide trials 1995-2022. Sugar Ind. int. 149(4):277-286. https://doi.org/10.36961/si31066.

Paulus, S., and Koops, D. 2024. Robotics for weed control – a classification of the potential and the market. Sugar Ind. int. 149(3):208-211. https://doi.org/10.36961/si31015.

Paulus, S., Pichler, L., and Barreto, A. 2024. Using spectral sensing in plant science. Sugar Ind. int. 149(2):122-126. https://doi.org/10.36961/si30916.

Pfitzer, R., Rostás, M., Häußermann, P., Häuser, T., Rinklef, A., Detring, J., Schrameyer, K., Voegele, R. T., Maier, J., and Varrelmann, M. 2024. Effects of succession crops and soil tillage on suppressing the syndrome 'basses richesses' vector *Pentastiridius leporinus* in sugar beet. Pest Manag. Sci. 80:3379-3388. https://doi.org/10.1002/ps.8041.

Rollwage, L., van Houtte, H., Hossain, R., Wynant, N., Willems, G., and Varrelmann, M. 2024. Recessive resistance against beet chlorosis virus is conferred by the eukaryotic translation initiation factor (iso)4E in *Beta vulgaris*. Plant Biotechnol. J. 8:2129-2141. https://doi.org/10.1111/pbi.14333.

Storm, H., Seidel, S. J., Klingbeil, L., Ewert, F., Vereecken, H., Amelung, W., Behnke, S., Bennewitz, M., Börner, J., Döring, T., Gall, J., Mahlein, A.-K., McCool, C., Rascher, U., Wrobel, S., Schnepf, A., Stachniss, C., and Kuhlmann, H. 2024. Research priorities to leverage smart digital technologies for sustainable crop production. Eur. J. Agron. 156:127178. https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127178.

Praxisartikel

2025

Barreto, A., und Paulus, S. 2025. Digitales Monitoring & Applikation gegen Pflanzenkrankheiten bei ZR: Drohnen im Pflanzenschutz nutzen. Pflanzenarzt 78(3):20-23.

Hagedorn Kirchhoff, M., Liebe, S., und Varrelmann, M. 2025. Aktuelle Erkenntnisse zu SBR und Lösungsansätze: Erste Schilf-Glasflügelzikaden und damit auch erste Symptome von SBR sind in den norddeutschen Zuckerrübenanbaugebieten angekommen. Die Ausbreitung wird über intensive Monitoringaktivitäten abgebildet. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über die Forschungsaktivitäten und erste Lösungsansätze. Zuckerrübe 74(5):8-12.

Kenter, C., Laufer, D., und Liebe, S. 2025. Herbizidsysteme im Vergleich: Ertragsvorteil mit Conviso Smart?: (Noch) keine Empfehlung bei SBR. dzz 61(5):36-37.

Kenter, C., Laufer, D., und Liebe, S. 2025. Ertragseffekt des Herbizidsystems - bringt Conviso Smart Vorteile? Zuckerrübe 74(3):28-32.

Koch, H.-J. 2025. Rückblick auf die Zeit von 1990 bis 2025 - Meilensteine im Zuckerrübenanbau: Was hat den Pflanzenbau bewegt - ein persönliches Resümee. dzz 61(2):44-45.

Koch, H.-J. 2025. Zuckerrübenanbau der letzten 35 Jahre - Ein Resümee. Zuckerrübe 74(2):38-41.

Liebe, S. 2025. Bekämpfung der Cercospora-Blattfleckenkrankheit in Zuckerrüben: Resistenz wirkt - aber wann?: Was leisten resistente Sorten und wie lässt sich die Resistenzstabilität messen? dzz 61(5):34-35.

Paulus, S., und Koops, D. 2025. KI transformiert den Pflanzenschutz. DLG Mitteilungen 142(12):52-55.

Rollwage, L., Varrelmann, M., und Pfitzner, H. 2025. SBR - Zuckerrübenanbau in Gefahr? Rheinische Bauernzeitung 79(38):16-18.

Roß, C., und Stockfisch, N. 2025. Entwicklung von Kennwerten im Pflanzenschutz. Zuckerrübe 74(3):38-39.

Stockfisch, N., Roß, C., und Gries, C. 2025. Artenvielfalt und Agrarlandschaft in Deutschland: Was wird von Zuckerrüben-anbauenden Betrieben in Süddeutschland umgesetzt? dzz 61(1):28-29.

Wieters, B. 2025. Blühstreifen in Zuckerrüben als Beitrag zur Blattlauskontrolle: Nützlingsförderung durch Blühstreifen. Der Pflanzenarzt 78(9-10):28-30.

Wieters, B. 2025. Neue Anbauverfahren: Begleitpflanzen im Test. Zuckerrübe 74(04):32-34.

Wieters, B., und Stockfisch, N. 2025. Neue Erkenntnisse für eine gesicherte Zukunft - Die Göttinger Zuckerrübentagung 2025: Zuckerrübenanbau unter Krankheitsstress und Klimawandel. dzz 61(4):5.

Wieters, B., und Stockfisch, N. 2025. Wenn aus Streifen eine Gemeinschaft wird: Am Institut für Zuckerrübenforschung in Göttingen wird eifrig geforscht. Aktuell beschäftigen sich die Wissenschaftler mit dem gemeinschaftlichen Anbau von Zuckerrüben und Begleitpflanzen auf dem Acker. Bauernzeitung 66(25):26-27.

Wieters, B., und Stockfisch, N. 2025. Breite Themenvielfalt geboten. Zuckerrübe 74(6):34-35.

2024

Barreto, A., und Ispizua Yamati, F. R. 2024. Alternative zur Einsparung. Fungizideinsatz mit Drohnen. Auswertung von Drohnenaufnahmen in Zuckerrüben. dzz 60(3):30-31.

Barreto, A., und Ispizua Yamati, F. R. 2024. Alternative zur Einsparung. Fungizideinsatz mit Unterstützung von Drohnen: Auswertung von Drohnenaufnahmen in Zuckerrüben. dzz 60(2):42-43.

Barreto, A., und Ispizua Yamati, F. R. 2024. Können Drohnen helfen, Fungizide einzusparen? Zuckerrübe 73(2):34-35.

Fishkis, O., Stangl, J., Tomforde, M., und Koch, H.-J. 2024. Wie präzise ist die Herbizidapplikation in Streifen? Zuckerrübe 73(2):22-24.

Mahlein, A.-K. 2024. Forschung für den Zuckerrübenanbau: Vielfältige Bausteine für eine nachhaltige Entwicklung. dzz 60(5):32-33.

Mahlein, A.-K. 2024. Forschung zügig für die Praxis nutzbar machen: Editorial. Zuckerrübe 73(6):3.

Roß, C., Koch, H.-J., und Stockfisch, N. 2024. Gerste als Begleitpflanze. Zuckerrübe 73(1):23-24.

Roß, C., Koch, H.-J., und Stockfisch, N. 2024. Neue Anbausysteme. Gerste als Begleitpflanze: Erste Versuche zur Reduktion des Schädlingsbefalls durch den Anbau von Begleitpflanzen in Zuckerrüben. dzz 60(2):36-37.

Varrelmann, M., Haghverdi, H., Rollwage, L., und Eini, O. 2024. SBR erfordert intensive Forschung. Zuckerrübe 73(6):26-30.

Wieters, B., Klages, H., und Stockfisch, N. 2024. Neue Rübenwäsche am IfZ: Modernisierung der Versuchs-Infrastruktur - weiterhin hohe Qualität bei der Aufbereitung von Feldversuchen. dzz 60(4):33.

Wieters, B., Klages, H., und Stockfisch, N. 2024. Neue Rübenwäsche am IfZ. Zuckerrübe 73(6):40-41.

Weitere Schriften und Dissertationen

Arnhold, J. 2025. Crop rotational effects on soil structure, root development and yield formation of winter wheat. Dissertation, Göttingen.

Barreto, A. 2024. Sensing and automatic scoring of sugar-beet fields by using UAV-imagery systems for disease quantification. Dissertation, Göttingen.

Del Ponte, E. M., Mahlein, A.-K., and Bock, C. H. 2024. Plant disease quantification: Chapter 6. Pages 211–225 in: Agrios' Plant Pathology: Sixth Edition. R. P. Oliver, ed. Academic Press, London.

Paulus, S., und Barreto, A. 2024. Drohnen: Vom Monitoring zur gezielten Fungizidapplikation. Accessed Sep 17, 2024. https://www.praxis-agrar.de/pflanze/ackerbau/pflanzenschutz/drohnen-vom-monitoring-zur-gezielten-fungizidapplikation.

Rollwage, L., und Hossain, R. 2024. Resistenz gegen viröse Vergilbung in der Zuckerrübe – der Weg vom Labor aufs Feld. Accessed May 13, 2026. https://www.praxis-agrar.de/pflanze/ackerbau/pflanzenzuechtung/vergilbungsvirus-resistenz-in-der-zuckerruebe-der-weg-vom-labor-aufs-feld

Rollwage, L., und Varrelmann, M. 2025. Neue Strategien gegen die Schilf-Glasflügelzikade und die Rübenkrankheit SBR. Accessed Mar 5, 2025. https://www.praxis-agrar.de/pflanze/ackerbau/pflanzenschutz/neue-strategien-gegen-die-schilf-glasfluegelzikade-und-die-ruebenkrankheit-sbr.

Poster

2025

Bömer, J., Detring, J., Paulus, S., und Mahlein, A.-K. 2025. Dreidimensionale Untersuchung des Rübenkörpers von mit *cand*. Arsenophonus pathogenicus infizierten Zuckerrüben. Pages 830–831 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Bömer, J., Marks, E., Ispizua Yamati, F. R., Stachniss, C., Paulus, S., and Mahlein, A.-K. 2025. Exploring the potential of 4D plant phenotyping for automated crop genotype differentiation. Page 5 in: 15th European Conference on Precision Agriculture, Barcelona, 29.06.-02.07.2025.

Borgolte, S. 2025. One-step TaqMan® RT-qPCR detection of sugar beet-infecting poleroviruses in *Myzus persicae* collected from yellow water pan traps in: 57th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen" 17.-18.03.2025, KWS, Einbeck, DPG, ed.

Fishkis, O., Jacobs, A. 2025. Streifenbodenbearbeitung im Zuckerrübenanbau: Versuchsvorstellung und erste Ergebnisse zur Bodenverdichtung. Pages 347-348 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Fishkis, O., Paulus, S., Müller, J., Bothe, S., Löw, J., Conrad, C., Majer, S, und Jacobs, A. 2025. DiP-ZAZIkI: Zukunftsfähiger Zuckerrübenanbau durch Künstliche Intelligenz. Bernburger Innovationstage,18-19.06.2025, Hochschule Anhalt

Grunwald, D., Koch, H.-J., and Jacobs, A. 2025. Pre-crop effect on wheat root growth. Rhizo4Bio Statusseminar, 12.-13.05.2025, Leipzig.

Grunwald, D., Koch, H.-J., und Jacobs, A. 2025. Einfluss unterschiedlicher Vorfruchtwurzelsysteme auf die Wurzelentwicklung und den Ertrag von Winterweizen. Jahrestagung der DBG, 13.-18.09.2025, Tübingen.

Grunwald, D., Koch, H.-J., und Jacobs, A. 2025. Einfluss unterschiedlicher Vorfrüchte auf die Wurzelentwicklung und den Ertrag von Winterweizen. Pages 285-286 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Hossain, R., Tschoep, H., Lennefors, B. L., Panda, S. K., and Varrelmann, M. 2025. Use of Beet Yellows Virus-induced gene deregulation in resistance screening of wild Beta accessions in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

Hossain, R., und Varrelmann, M. 2025. Strategien zur Vermeidung der *E. coli* Toxizität bei der Transformation rekombinanter Plasmide mit pflanzenviralen Genomen. Page 895 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025, Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Konche, D., Jacobs, A., Romero, J. M., Ispizua Yamati, F. R., Gangaraju, N. K., Mahlein, A.-K., Rascher, U., and Muller, O. 2025. Interactive effects of elevated CO_2 and Cercospora leaf spot on photosynthesis and yield traits in field-grown sugar beet characterized using passive and active chlorophyll fluorescence. Page 40 in: EPPS Abstract Book, Bonn, 16.-19.09.2025 European Plant Phenomics Symposium (EPPS), ed.

Kuska, M. T., Wahabzada, M., und Paulus, S. 2025. Große Sprachmodelle in der Landwirtschaft: Chancen, Herausforderungen und Grenzen? Page 832 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025, Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Laufer, D. 2025. Feldversuche zur Kontrolle von *Myzus persicae* als Virusvektoren in Zuckerrüben: Poster in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.-10.10.2025. Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Laufer, D., Kenter, C., und Liebe, S. 2025. Feldversuche zur Kontrolle von *Myzus persicae* als Virusvektoren in Zuckerrüben. Pages 698–699 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025, Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Müller, J., Paulus, S., Richter, E., und Oerke, E.-C. 2025. Hyperspektrale Bildgebung zur Unterscheidung von Schadsymptomen an der Hülsenfrucht *Phaseolus vulgaris* (L.) durch die invasiven Stinkwanzen *Halyomorpha halys* und *Nezara viridula*. Pages 890–891 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Okole, N., Ispizua Yamati, F. R., Gupta, A., Shoaei, Z., Eini, O., Varrelmann, M., Paulus, S., and Mahlein, A.-K. 2025. Image-based automated evaluation of SBR-transmitting planthoppers on sticky traps. Page 44 in: Entomologen Tagung 2025, Müncheberg, 17. - 20.03.2025. Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e. V. (DGaaE), ed.

Paulus, S., Wree, P., Al Masri, A., and Barreto, A. 2025. Spraying Drones - Ready for practical agriculture? Experiences from an AI model transfer in sugar beet. Page 6 in: 15th European Conference on Precision Agriculture, Barcelona, 29.06.-02.07.2025.

Ramapuram, S., Hossain, R., and Varrelmann, M. 2025. ManiVir Host and vector manipulation following multi-infection of aphid transmitted viruses in sugar beet (*Beta vulgaris*) in: 57th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen" 17.-18.03.2025, KWS, Einbeck, DPG, ed.

Ramapuram, S., Hossain, R., and Varrelmann, M. 2025. Exploring Potyvirus Associated Synergism/Antagonism In Multi Viral Infections Of *Nicotiana Benthamiana* in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

Ramapuram, S., Hossain, R., Varrelmann, M., and Rollwage, L. 2025. Screening for polerovirus recombination under high selection pressure using Agrobacterium mediated expression. Page 896 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025, Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Rollwage, L., van Houtte, H., Hossain, R., Wynant, N., Willems, G., and Varrelmann, M. 2025. Recessive resistance against beet chlorosis virus in *Beta vulgaris* in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

2024

Arnhold, J., Ispizua Yamati, F., Grunwald, D., Mahlein, A.-K., and Koch, H.-J. 2024. A deeper look – root growth observations with the minirhizotron technique. 79th IIRB Congress, 27.-28.02.2024 Brüssel (B).

Benjes, K., Liebe, S., and Varrelmann, M. 2024. No evidence for direct interaction between resistance protein Rz2 and its avirulence factor TGB1 from beet necrotic yellow vein virus in yeast-two hybrid. Page 37 in: 56th meeting of the DPG Working Group “Viruskrankheiten der Pflanzen“, DLR Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße, 11.-12.03.2024, DPG, ed.

Hossain, R., Wynant, N., Govaerts, K., and Varrelmann, M. 2024. Early transcriptomic response in sugar beet leaf tissue following aphid-mediated infection with beet yellows virus. Page 50 in: 56th meeting of the DPG Working Group “Viruskrankheiten der Pflanzen“, DLR Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße, 11.-12.03.2024, DPG, ed.

Koch, H.-J., Essich, L., Ruser, R., and Grunwald, D. 2024. Seasonal dynamics of cover crop N effect for sugar beet caused by cover crop species and environment. XXIInd N Workshop, 17.-21.06.2024, Aarhus (DK)

Laufer, D., und Liebe, S. 2024. Einfluss von blattaktiven Herbizidwirkstoffen auf die Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. In: 31. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und –bekämpfung: Proceedings 31st German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, 27.-29.02.2024. 478. L. Ulber, ed. Julius Kühn-Institut, Deutschland, Quedlinburg

Ott, C., Kenter, C., und Laufer, D. 2024. Reduzierte Herbizidwirkung durch Staub – Folgen für die chemisch-mechanische Unkrautbekämpfung bei Zuckerrüben. In: 31. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung: Proceedings 31st German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, 27.-29.02.2024. 478. L. Ulber, ed. Julius Kühn-Institut, Deutschland, Quedlinburg.

Paulus, S., Pichler, L., and Barreto, A. 2024. A pre-study for the integration of Edge AI in plant science. Pages 136–140 in: DGPF-Jahrestagung 2024: Stadt, Land, Fluss - Daten vernetzen, Remagen, 13.-14.03.2024. Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e. V. (DGPF), ed.

Roß, C., and Stockfisch, N. 2024. Appropriate indicators for monitoring chemical plant protection use in sugar beet cultivation. Page 4 in: 79th IIRB Congress: Innovation: our driver for a profitable and ecologically balanced sugar beet production, Brussels, Belgium, 27.-28.02.2024, 79. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Wieters, B., Koch, H.-J., and Stockfisch, N. 2024. Companion crops in sugar beet cultivation. Page 55 in: LANDSCAPE 2024 Agroecosystems in Transformation: Visions, Technologies and Actors, Berlin, 17.-19.9.2024.

Wieters, B., Koch, H.-J., und Stockfisch, N. 2024. Begleitpflanzen im Zuckerrübenanbau - BetaCompP: Pestizidreduktion & Förderung der Biodiversität. - in: Detox auf dem Acker – Ernährungssicherung in intakten Ökosystemen, Osnabrück, DBU Zentrum für Umweltkommunikation, 03.-04.12.2024. DBU, ed.

Vorträge

2025

Arnhold, J. 2025. Einfluss der Fruchtfolgestellung auf die Wurzelentwicklung und Ertragsbildung von Winterweizen. Pages 25-28 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Barreto, A., Koops, D., Eggers, J., Paulus, S., und Mahlein, A.-K. 2025. FarmerSpace – Feldrobotik und Drohnentechnologien für ein gezieltes Management von Unkraut und Blattkrankheiten. Pages 10–11 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Benjes, K. 2025. Insights into the interaction of the resistance protein Rz2 with triple gene block I from beet necrotic yellow vein virus in: 57th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen" 17.-18.03.2025, KWS, Einbeck. DPG, ed.

Benjes, K., Varrelmann, M., und Liebe, S. 2025. Rizomania-Resistenz: Interaktion des Resistenzproteins Rz2 mit dem Avirulenzprotein TGB1 und Bewertung der Resistenzstabilität. Pages 14–15 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Benjes, K., Varrelmann, M., und Liebe, S. 2025. Rz2-Resistenzstabilität und Charakterisierung der Interaktion zwischen Rz2 und BNYVV TGB1. Pages 501–502 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Borgolte, S., Menzel, W., und Varrelmann, M. 2025. Virusnachweis in *Myzus persicae* mittels RT-qPCR. 35. Tagung des Arbeitskreises „Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen“, 12.03.-13.03.2025, Braunschweig.

Borgolte, S., Menzel, W., and Varrelmann, M. 2025. One-step TaqMan® RT-qPCR detection of sugar beet-infecting poleroviruses in *Myzus persicae* collected from yellow water pan traps in sugar beet fields in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

Borgolte, S., Varrelmann, M., und Hossain, R. 2025. Einfluss des Befallszeitpunktes von Vergilbungsviren (BChV, BMYV & BYV) auf die Ertrags- und Qualitätsparameter von Zuckerrüben. 35. Tagung des Arbeitskreises „Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen“, 12.03.-13.03.2025, Braunschweig

Borgolte, S., und Varrelmann, M. 2025. Einfluss des Befallszeitpunktes mit Vergilbungsviren (BChV, BMYV & BYV) auf die Epidemiologie sowie auf die Ertrags- und Qualitätsparameter von Zuckerrüben. Pages 211–212 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Borgolte, S., Varrelmann, M., und Briem, F. 2025. Der Einfluss der Epidemiologie von *Myzus persicae* auf das Auftreten von Vergilbungsviren in Zuckerrüben: Aktueller Wissensstand und offene Forschungsfragen. Pages 18–19 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Detring, J., Bömer, J., Gupta, A., Eini, O., und Mahlein, A.-K. 2025. Phänotypisierung der Blatt- und Rübenkörperentwicklung von Zuckerrüben unter Befall des Syndromes „Basses Richesses“. Pages 28–29 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Detring, J., Bömer, J., Varrelmann, M., und Mahlein, A.-K. 2025. Digitale Phänotypisierung der Blatt- und Rübenkörperentwicklung von Zuckerrüben unter Befall mit *cand.* Arsenophonus phytopathogenicus, dem Erreger des Syndromes "Basses Richesses". Pages 475–476 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07-10.10.2025. Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Eini, O. 2025. The role of complementary-sense genes of Beet curly top virus in intermolecular recombination frequency upon local infection in plants in: 57th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen", KWS, Einbeck, 17.-18.03.2025 DPG, ed.

Eini, O., Haghverdi, H., and Varrelmann, M. 2025. Insight into the interactions between sugar beet, *Pentastiridius leporinus* and SBR pathogens. Page 2 in: IIRB SEMINAR 2025 Syndrome Basses Richesses – Current Findings, Göttingen, 05.06.2025. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Eini, O., Schumann, N., and Varrelmann, M. 2025. The role of complementary-sense genes and intergenic region of Beet curly top virus in intermolecular recombination frequency upon local infection in plants in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

Eini, O., und Varrelmann, M. 2025. *Pentastiridius leporinus* und die SBR-assoziierten bakteriellen Krankheitserreger in Zuckerrübe – neue Erkenntnisse und methodische Forschung im Bereich der Interaktion. Pages 22–23 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Eini, O., and Varrelmann, M. 2025. Molecular detection and multilocus sequence analysis of '*Candidatus* Phytoplasma solani'-related strains infecting potato and sugar beet plants in Southern Germany. Page 162 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Eini, O., and Varrelmann, M. 2025. Vector and graft transmission of "*Candidatus* Phytoplasmas solani" in sugar beet. Page 163 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Fishkis, O. 2025. Zukunftsfähige Anbausysteme Zuckerrübe – Innovationen und künstliche Intelligenz (ZAZIkI) 2. DiP-Statusseminar, 08.10.2025, Halle

Fishkis, O. 2025. Zukunftsfähige Anbausysteme Zuckerrübe – Innovationen und künstliche Intelligenz (ZAZIkI) Strip Till Kooperation Thüringen, Thüringer Bauernverband, 30.10.2025, Erfurt

Fishkis, O., und Jacobs, A. 2025. Streifenbodenbearbeitung im Zuckerrübenanbau: Versuchsvorstellung und erste Ergebnisse zur Bodenverdichtung. Pages 347-348 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Ganga Raju, N.K., Konche, D., Muller, and M., Jacobs, A. 2025. BeetCercoFACE: Effect of carbon dioxide (CO_2) enrichment on sugar beet development and yield in response to Cercospora leaf spot (*Cercospora beticola*) disease treatment. Plant2030 Status Seminar, 05.-07.03.2025, Potsdam.

Ganga Raju, N. K., Konche, D., Muller, O., und Jacobs, A. 2025. Auswirkungen der atmosphärischen CO_2-Erhöhung auf den Ertrag von Zuckerrüben. Pages 6–7 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Ganga Raju, N.K., Konche, D., Muller, O., and Jacobs, A. 2025. Elevated CO_2 enhances sugar beet yield in a free-air CO_2 enrichment experiment. Pages 49-50 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Groeneveld, M., Grunwald, D., Piepho, H.-J., und Koch, H.-J. 2025. Einfluss von Fruchtfolge und Aussaattermin auf den Ertrag von Winterweizen (*Triticum aestivum* L.). Pages 91-92 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle

Grunwald, D. (2025): Ist die Rübe ein Humuszehrer? Ausschuss für Rübenanbau, 10.04.2025, Göttingen.

Grunwald, D., Koch, H.-J., und Jacobs, A. 2025. Effekte der Fruchtfolge auf den Gehalt an gesamtem (TOC) und gelösten (DOC) organischen Kohlenstoff im Boden. Sitzung des EUF-Beirats, 10.02.2025, online.

Grunwald, D., Koch, H.-J., and Jacobs, A. 2025. Crop rotation effects on soil organic carbon stocks. IIRB Seminar Carbon farming options in sugar beet cultivation, 11.12.2025, online

Haghverdi, H., Eini, O., und Varrelmann, M. 2025. Molekulare Charakterisierung der Interaktion von Phloem-kolonisierenden Bakterien in Zuckerrüben und die Entwicklung von Resistenztestmethoden. Pages 26–27 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Haghverdi, H., Eini, O., and Varrelmann, M. 2025. Molecular characterisation of the interaction of phloem-colonising bacteria in sugar beet and development of resistance testing methods. Page 500 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Heim, R. H. J., Melloy, P., Ispizua Yamati, F. R., Okole, N., and Mahlein, A.-K. 2025. Spatially explicit negative prognosis of plant diseases through process-based integration of remote sensing products. A case study on the pathosystem *Beta vulgaris* and *Cercospora beticola*. Pages 336–338 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Ispizua Yamati, F. R., Günder, M., Bömer, J., Barreto, A., Varrelmann, M., Bauckhage, C., und Mahlein, A.-K. 2025. Integration von Fernerkundungsdaten und epidemiologischen Parametern zur Prognose und Monitoring der Cercospora-Blattfleckenkrankheit in Zuckerrüben. Pages 629–630 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Jacobs, A. 2025. Bodenkohlenstoff als Klimaschutzmaßnahme – Risiken und Chancen? Sustainable Farming Day Südzucker AG, Kirschgartshausen.

Jacobs, A., Grunwald, D., Poeplau, C., und Koch, H.-J. 2025. Zuckerrüben sind Humuszehrer – trifft diese historische Annahme die bundesweite Realität? Pages 101-102 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle.

Jacobs, A., and Poeplau, C. 2025. Soil carbon balance under sugar beet cultivation. IIRB Seminar Carbon Farming Options in Sugar Beet Cultivation, 11.12.2025, online.

Kenter, C., Laufer, D., und Liebe, S. 2025. Ertragseffekte des Herbizidsystems bei ALS-Inhibitor-resistenten Zuckerrüben (Conviso Smart). Pages 8–9 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Kenter, C., Laufer, D., und Liebe, S. 2025. Ertragswirkung von Conviso One und klassischen Herbiziden bei Zuckerrüben. Pages 648–649 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; 7 Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Koch, H.-J., Grunwald, D., und Hoffmann, C. 2025. Einfluss der Bestandesdichte auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben aktuell und im Vergleich zu früheren Jahrzehnten. Pages 87-88 in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 34. Jahrestagung GPW, 23.-25.09.2025, Halle.

Laufer, D., und Liebe, S. 2025. Rinpode – Erfahrungen aus koordinierten Versuchen in: 3. Norddeutscher Rübenkongress, Altwarmbüchen, 09.12.2025 Nordzucker, und ARGE Nord e. V., eds.

Liebe, S. 2025. Sortenprüfung unter SBR-Befall – Aktueller Stand und Herausforderungen. Pages 20–21 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Mahlein, A.-K. 2025. "Teil 1: Aktuelles aus der Zuckerrübenforschung, Teil 2: SBR und Stolbur – was ist bereits bekannt und welche Ansätze aus Wissenschaft und Forschung gibt es?" in: Tagung AK1 | Arbeitskreis für Betriebsführung Köln-Aachen, 30.01.2025. Landwirtschaftskammer NRW, ed.

Mahlein, A.-K. 2025. Sensors and robots – the future for plant disease detection and integrated management? in: Guest Lectures at ZALF, Müncheberg, 11.06.2025. Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Germany, ed.

Mahlein, A.-K. 2025. Digital phenotyping of plant-pathogen-interactions - insights into research for plant breeding and plant protection in: EPPS Abstract Book, Bonn, 16.09-19.09.2025 European Plant Phenomics Symposium (EPPS), ed.

Mahlein, A.-K. 2025. SBR, Stolbur und Schilfglasflügelzikade: Aktuelle Erkenntnisse zur Wirt-Pathogen-Vektor Interaktion und zu integrierten Kontrollstrategien in: SBR-Gipfel im Südzucker-Werk Offenau: Maßnahmen gegen Schilf-Glasflügelzikade zeigen erste Wirkung, Offenau, 15.10.2025. Südzucker AG, ed.

Okole, N., Ispizua Yamati, F. R., Gupta, A., Shoaei, Z., Eini, O., Varrelmann, M., Paulus, S., and Mahlein, A.-K. 2025. Image-based automated evaluation of SBR-transmitting planthoppers on sticky traps. Page 44 in: Entomologen Tagung 2025, Müncheberg, 17.03.-20.03.2025. Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e. V. (DGaaE), ed.

Okole, N., Ispizua Yamati, F. R., Shoaei, Z., Eini, O., Varrelmann, M., Paulus, S., Mahlein, A.-K., and Gupta, A. 2025. Image-based automated identification of SBR and Stolbur-transmitting planthoppers on sticky traps. Pages 473–474 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Paulus, S. 2025. Chatbots in der Landwirtschaft in: Regionalkonferenz FarmerSpace, Hannover, 13.01.2025. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, and Verbundprojekt FarmerSpace, eds.

Paulus, S. 2025. Digitale Kameras auf dem Feld Anwendungsgebiete Potentiale in: Fortbildung zur Sachkunde im Pflanzenschutz, Goslar, Deutschland, 17.01.2025. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, ed.

Paulus, S. 2025. Drohnen und Sensortechnik in der Landwirtschaft in: Fachaustausch Kompetenznetzwerk Drohne, Halle (Saale), Sachsen-Anhalt, 11.02.2025. DiP, ed.

Paulus, S., Barreto, A., and Mahlein, A.-K. 2025. Challenges of AI-based methods for spot- / site-specific spraying. Page 24 in: KIDA-KON, Braunschweig, 17.09.-18.09.2025. KIDA, ed.

Paulus, S., Barreto, A., und Mahlein, A.-K. 2025. Technische Herausforderungen für Spot- und teilflächenspezifische Applikation von Fungiziden. Pages 251–252 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Poeplau, C., Grunwald, D., Koch, H.-J., und Jacobs, A. 2025. Entwicklung der Bodenkohlenstoffvorräte unter Zuckerrübenanbau. Pages 4–5 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Rahenbrock, D. 2025. Sugar beet resistance to beet mosaic virus (BtMV): phenotypic and transcriptiomic findings in: 57th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen", KWS, Einbeck, 17.-18.03.2025. DPG, ed.

Rahenbrock, D., und Varrelmann, M. 2025. ViVe_Beet: Möglichkeiten und Grenzen der Bekämpfung der Virösen Vergilbung mittels RNA-Spray. Pages 16–17 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Rahenbrock, D., Wynant, N., Varrelmann, M., and Rollwage, L. 2025. Sugar beet resistance to beet mosaic virus (BtMV): phenotypic and transcriptomic findings. in: International Advances in Plant Virology 2025, Murcia, Spain, 08.-11.04.2025. Association of Applied Biologists Virology Group, ed.

Ramapuram, S., Hossain, R., and Varrelmann, M. 2025. Beyond single infections: Understanding molecular complexity of multi-viral infections in sugar beet. Pages 213–214 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Rollwage, L., van Houtte, H., Hossain, R., and Wynant, N. 2025. Virus yellows disease in sugar beet – a resistance mechanism for the future. Page 14 in: Abstracts of the Oral Presentations and Posters Presented at the General Meeting, Long Beach, California, 24.-27.02.2025. American Society of Sugarbeet Technologists (ASSBT), ed.

Roß, C. 2025. Controlling aphids by planting barley as a companion plant. IIRB virus yellows meeting, online in: Study groups PG Virus Yellows, online, 08.01.2025. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Roß, C. 2025. Greenhouse gas emissions from sugar beet cultivation. Page 5 in: IIRB Seminar 2025: Carbon farming options in sugar beet cultivation, online, 11.12.2025. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Roß, C. A., Dufrane, C., Hansen, A. L., Jachowicz, N., Koch, H.-J., Nielsen, O., Raaijmakers, E., Stockfisch, N., und Zinger, L. de. 2025. Reduktion des Blattlausbefalls bei Zuckerrüben durch den Anbau von Gerste als Begleitpflanze. Pages 82–83 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Wieters, B. 2025. Integration of flower strips and companion plants in sugar beet fields - FlowerBeet. IIRB virus yellows meeting, online in: Study groups PG Virus Yellows, online, 08.01.2025. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Wieters, B., und Stockfisch, N. 2025. Mechanismen von Begleitpflanzen in Zuckerrüben zur natürlichen Blattlausregulation: Begleitpflanzen zum Schutz vor Schadinsekten. Pages 80–81 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Yang, Y., Wyatt, N., Bolton, M. D., Varrelmann, M., und Liebe, S. 2025. Auswirkungen der Sortenresistenz auf die Populationsstruktur von *Cercospora beticola* in Deutschland: Effect of variety resistance on the population structure of *Cercospora beticola* in Germany. Pages 12–13 in: Abstracts der 17. Göttinger Zuckerrübentagung: sugar beet and development of resistance testing methods, Göttingen, 04.09.2025. Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), ed. Dr. Albert Bartens KG, Berlin.

Yang, Y., Wyatt, N., Bolton, M. D., Varrelmann, M., und Liebe, S. 2025. Untersuchungen zur Populationsstruktur von *Cercospora beticola* in Abhängigkeit der Sortenresistenz von Zuckerrüben. Page 637 in: 64. Deutsche Pflanzenschutztagung: Pflanzenschutz im System denken; Technische Universität Braunschweig: Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Braunschweig, 07.10-10.10.2025 Julius Kühn-Institut (JKI), ed.

Yang, Y., Wyatt, N., Varrelmann, M., Liebe, S., and Bolton, M. D. 2025. Whole genome sequencing reveals population structure of *Cercospora beticola* to resistant sugar beet cultivars in Germany. Page 25 in: Abstracts of the Oral Presentations and Posters Presented at the General Meeting, Long Beach, California, 24.–27.02.2025. American Society of Sugarbeet Technologists (ASSBT), ed.

2024

Borgolte, S., Varrelmann, M., and Hossain, R. 2024. Influence of inoculation time-point of BChV, BMYV and BYV and first results of BtMV mixed infection on sugar beet yield under field conditions. Page 29 in: 56th meeting of the DPG Working Group “Viruskrankheiten der Pflanzen“ 11.-12.03.2024, DLR Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße. DPG, ed.

Dufrane, C., Ross, C., Raaijmakers, E., Hansen, A. L., Zinger, L. de, Jachowicz, N., Stockfisch, N., Koch, H.-J., and Nielsen, O. 2024. Companion plants to control pests in sugar beets. Page 2 in: 79th IIRB Congress: Innovation: our driver for a profitable and ecologically balanced sugar beet production, Brussels, Belgium, 27.-28. February. 79. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.

Eini, O., Dietrich, K., and Varrelmann, M. 2024. Insights into the molecular basis of beet curly top resistance in sugar beet through a transcriptomic approach at early stage of symptom development. Page 31 in: 56th meeting of the DPG Working Group “Viruskrankheiten der Pflanzen“ 11.-12.03.2024, DLR Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße. DPG, ed.

Grunwald, D. (2024): Sugar beet cultivation and soil carbon dynamics – what do we really know? 79th IIRB Congress, 27.-28.02.2024, Brüssel (B).

Grunwald, D. 2024. Fruchtfolgewirkungen auf den Bodenkohlenstoff – Was ist wichtig? Tagung des Verbandes der Landwirtschaftskammern e. V. (VLK) und des Bundesarbeitskreises Düngung (BAD), 23.-24.04.2024, Würzburg.

Grunwald, D. 2024. Effect of sugar beet grown as rotational crop on soil carbon: Results from the crop rotation trial at Harste. Meeting IIRB Study Group Plant & Soil, 18.09.2024, Göttingen.

Grunwald, D., and Koch, H.-J. 2024. Effects of different cover crops on soil structure and succeeding sugar beet fine roots. 2nd K(C)lever Cover Cropping Symposium, 09.10.2024, Kleve.

Ispizua Yamati, F. R., Heim, R. H. J., Günder, M., Gajda, W., and Mahlein, A.-K. 2024. Image-to-image translation for satellite and UAV remote sensing: a use case for Cercospora Leaf Spot monitoring on sugar beet: oral contribution. Pages 783–787 in: IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor), Pisa, Italy, 06.-08.11.2023. IEEE, ed.

Jacobs, A. 2024. Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung beim Anbau von Zuckerrüben. DLG-Ausschuss für Zuckerrüben, 22.05.2024, Anklam.

Jacobs, A. 2024. Bedeutung von Treibhausgasemissionen für die nachhaltige Entwicklung des Rübenanbaus. Forschungsgruppe der EUF-Arbeitsgemeinschaft, 19.09.2024, Göttingen.

Koch H.-J., und Grunwald, D. 2024. P- und K-Gehalte in unterschiedlichen Zuckerrübenfruchtfolgen und bei variiertem Verbleib des Rübenblatts, EUF-Beirat, 03.-04.04.2024, Wien (A)

Koch, H.-J., Grunwald, D., Essich L., and Ruser, R. 2024. Effects of cover crops on N nutrition of subsequent sugar beet. 2nd K(C)lever Cover Cropping Symposium, 09.10.2024, Kleve.

Laufer, D., und Liebe, S. 2024. Einfluss von blattaktiven Herbizidwirkstoffen auf die Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. Page 207 in: 31. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung: Proceedings 31th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, 27.-29.02.2024. 478. L. Ulber, ed. Julius Kühn-Institut, Deutschland, Quedlinburg.

Mahlein, A.-K. 2024. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte des IfZ Göttingen in: Sitzung Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau Rheinland, 22.01.2024. Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau Rheinland, ed.

Mahlein, A.-K. 2024. Projekte am IFZ - eine Übersicht der Themenfelder & Versuchstätigkeiten in: Beratertagung P&L, Jülich, 01.02.2024. P&L, ed.

Mahlein, A.-K. 2024. Wissen-schafft-Erfolg – aktuelle Schwerpunkte am IfZ in: Symposium Nordzucker anlässlich der Verabscheidung von Herrn Christian Kionka, Hannover, Altes Rathaus, 15.05.2024. Nordzucker, ed.

Mahlein, A.-K. 2024. SBR und Gummirübensymptomatik - Situationsbericht aus Forschung und Praxis in: DLG Feldtage, Gut Brockhof, Erwitte bei Lippstadt, 11.06.2024. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), ed.

Mahlein, A.-K. 2024. FarmerSpace in: EF-Konferenz, Berlin, 03.–04.09.2024. Experimentierfeld, ed.

Mahlein, A.-K. 2024. Phänotypisierungsmethoden und automatisierte Auswertungsmethoden in der Zuckerrübenforschung in: Workshop zur züchterischen Adressierung von Schadinsekten, Räumlichkeiten des BMEL in Bonn, 07.-08.11.2024. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), and Julius Kühn-Institut (JKI), eds.

Mahlein, A.-K. 2024. Der Integrierte Pflanzenschutz im Spannungsfeld zwischen Bedarf für chemische Wirkstoffe und innovativen Lösungen für den Pflanzenschutz der Zukunft. Page 1 in: Quo vadis Pflanzenschutzmittel-Zulassung?: Strategien identifizieren, Erkenntnisse umsetzen, Handeln gestalten, Forum des Thünen Instituts auf dem Thünen-BVL-Campus, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, 18.-19.11.2024. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), ed.

Mahlein, A.-K., and Paulus, S. 2024. Digital crop protection - latest developments and trends in: Ringvorlesung "Agrar- und Ernährungssysteme der Zukunft"; Lecture series "Agricultural and Food Systems for the Future, online via Zoom, 15.01.2024. Universität Bonn, ed.

Okole, N., Ispizua Yamati, F. R., Hossain, R., Varrelmann, M., Mahlein, A.-K., and Heim, R. H. J. 2024. Hyperspectral signatures and betalain indicator for beet mosaic virus infection in sugar beet. Pages 506–511 in: IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor), Pisa, Italy, 06.-08.11.2023. IEEE, ed.

Paulus, S., und Barreto, A. 2024. Roboter und Drohnen – Stand der Technik in: 1. Norddeutscher Rübenkongress, Altwarmbüchen, 16.01.2024. ARGE Nord e. V., and Nordzucker AG, eds.

Paulus, S. 2024. A handheld spectrometer for virus identification in sugar beet collaboration within the Spectronet network in: SpectroNet Collaboration Conference, Iseo Lago, Italy, 17.-18.04.2024. SpectroNet, ed.

Paulus, S. 2024. Spektrale Signaturen von Pflanzen und KI-Auswertung – Innovative Methoden zur Mustererkennung in: KIDA-Roadshow am Max Rubner-Institut, Online, 12.11.2024. KIDA, and Max Rubner Institut (MRI), eds.

Paulus, S. 2024. Nutzung aktueller KI-Algorithmen für den digitalen Pflanzenschutz. Page 23 in: KIDA-KON 2024, Leipzig, 02.-03.12.2024. KIDA, ed.

Paulus, S. 2024. Smarte Applikation von Pflanzenschutzmitteln – Arbeiten aus dem Experimentierfeld FarmerSpace in: Detox auf dem Acker – Ernährungssicherung in intakten Ökosystemen, Osnabrück, DBU Zentrum für Umweltkommunikation, 03.-04.12.2024. DBU, ed.

Paulus, S. 2024. Präzisionspflanzenschutz Wie können moderne KI Algorithmen unterstützen in: Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Fulda, 09.-10.12.2024. Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ), ed.

Paulus, S., und Jorissen, T. 2024. Robotik zur Unkrautkontrolle – Einordnung der Potentiale und Praxisbeispiele (Agro-Nordwest & Farmerspace). Page 4 in: Ergebniskonferenz der digitalen Experimentierfelder, Berlin, 03.-04.09.2024. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), ed.

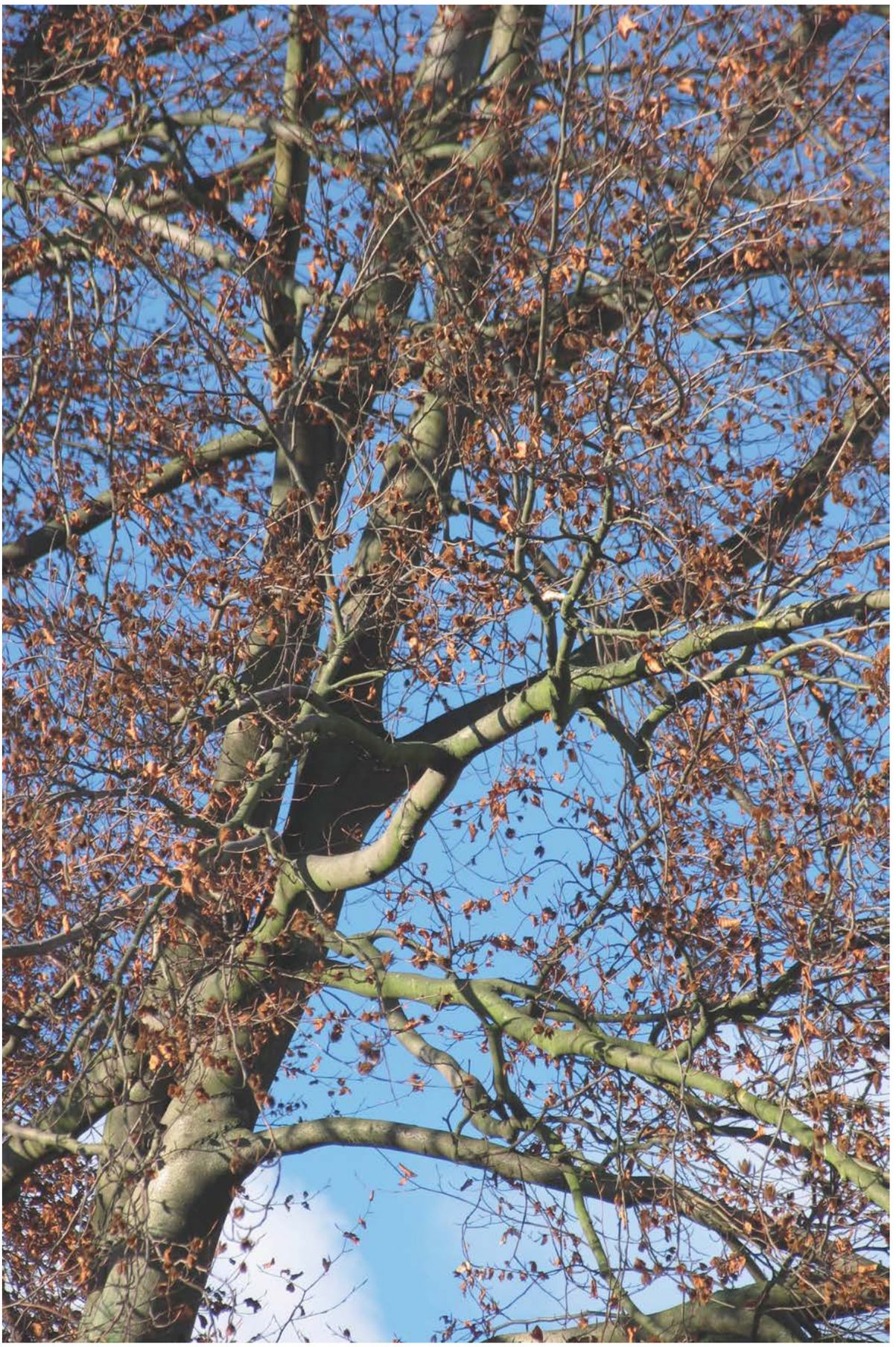
Rahenbrock, D., and Varrelmann, M 2024. *E. coli* expressed dsRNA of beet mosaic virus (BtMV) protects *Beta vulgaris* and *Nicotiana benthamiana* against the mechanically inoculated virus. In: 56th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen", Neustadt a. d. Weinstraße, 11.-12.03.2024. DPG, ed.

Rollwage, L., van Houtte, H., Hossain, R., Wynant, N., Willems, G., and Varrelmann, M. 2024. Recessive resistance against beet chlorosis virus is conferred by the eukaryotic translation initiation factor (iso)4E in *Beta vulgaris*. Page 28 in: 56th meeting of the DPG Working Group "Viruskrankheiten der Pflanzen", DLR Rheinpfalz, Neustadt a. d. Weinstraße, 11.-12.03.2024. DPG, ed.

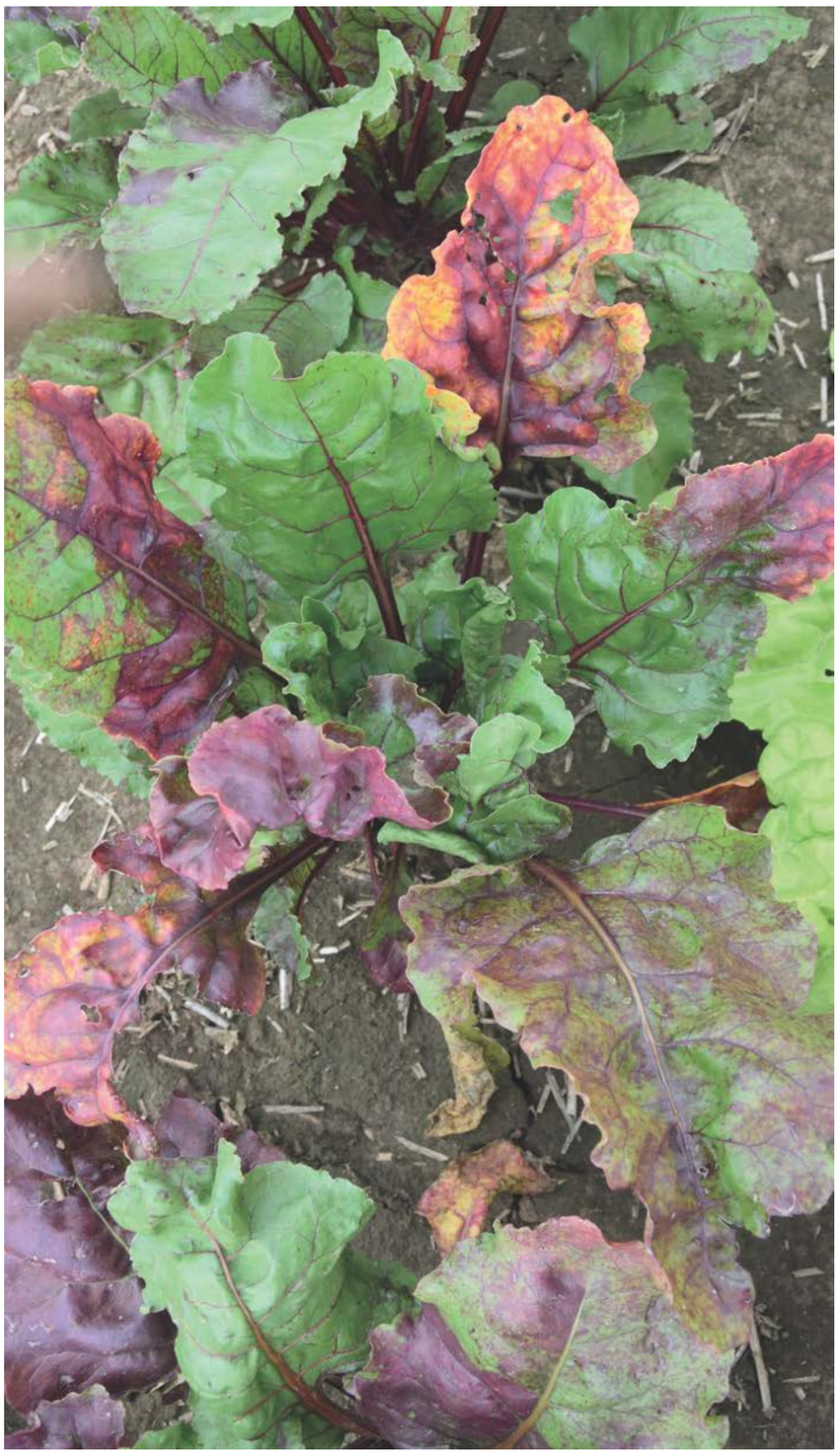
Roß, C. 2024. Umfrageergebnisse Produktionstechnik in: Kampagnerückblick Ökorübe, 04.12.2024. DNZ, ed.

Wieters, B. 2024. FlowerBeet: Blühstreifen zur Nützlingsförderung und Bekämpfung von Blattläusen als Virusvektoren im Zuckerrübenanbau in: Anbauberatertagung der Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau Rheinland, Düren, 31.01.2024. Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau Rheinland, ed.

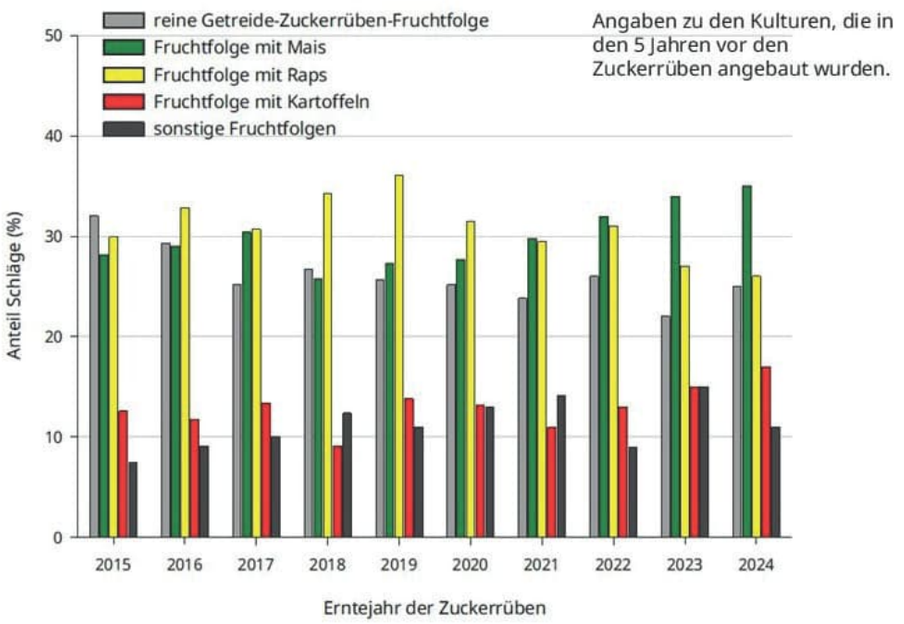
Wieters, B. 2024. FlowerBeet: biological control of aphids by beneficial insects through integrated flowering strips. Page 2 in: 79th IIRB Congress: Innovation: our driver for a profitable and ecologically balanced sugar beet production, Brussels, Belgium, 27.-28.02.2024. 79. International Institute for Beet Research (IIRB), ed.



KENNZAHLEN ZUM ZUCKERRÜBENANBAU IN DEUTSCHLAND

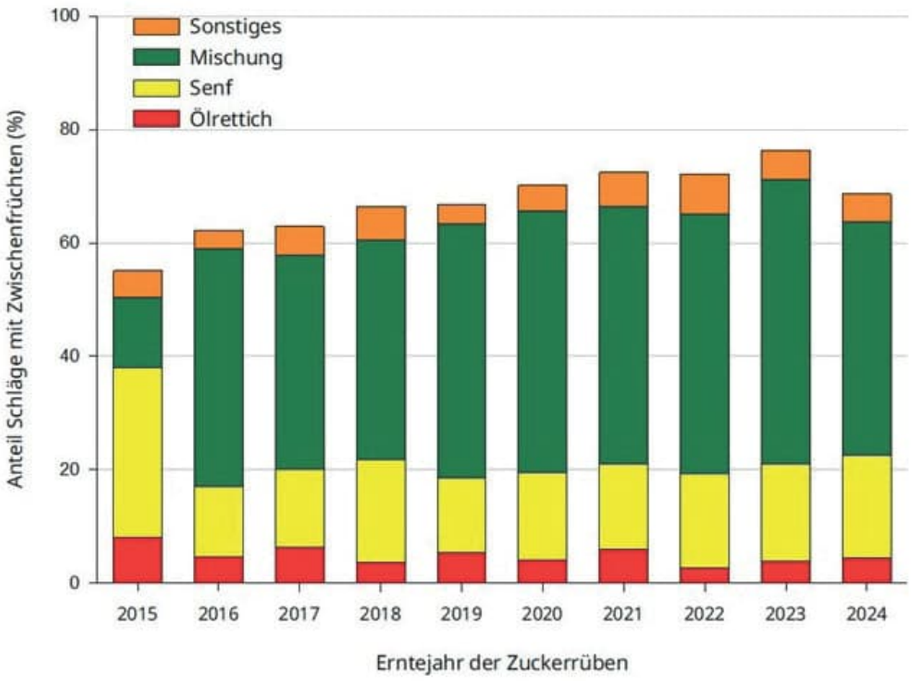


Wie entwickeln sich die Fruchtfolgen mit Zuckerrüben?



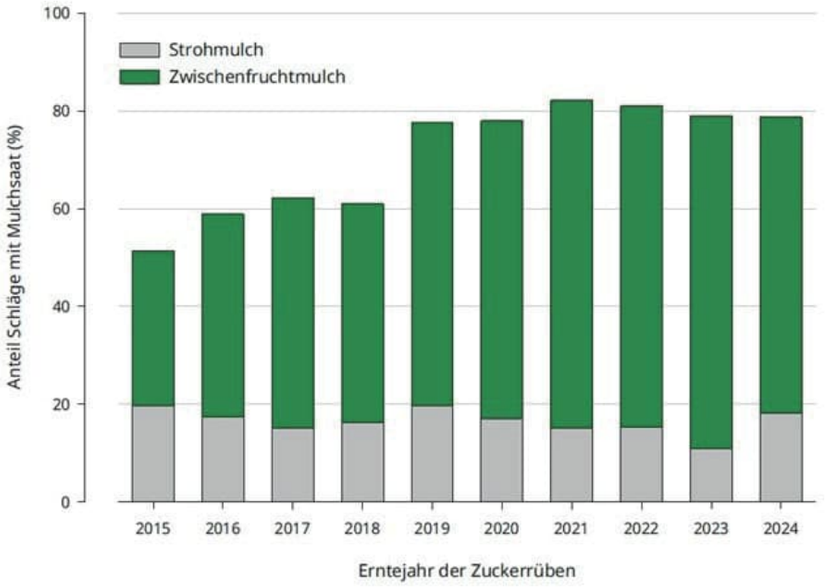
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2015 – 2024
(Angaben für den größten Zuckerrübenschlag in jährlich über 300 Betrieben)

Welche Zwischenfrüchte werden im Herbst vor den Zuckerrüben angebaut?



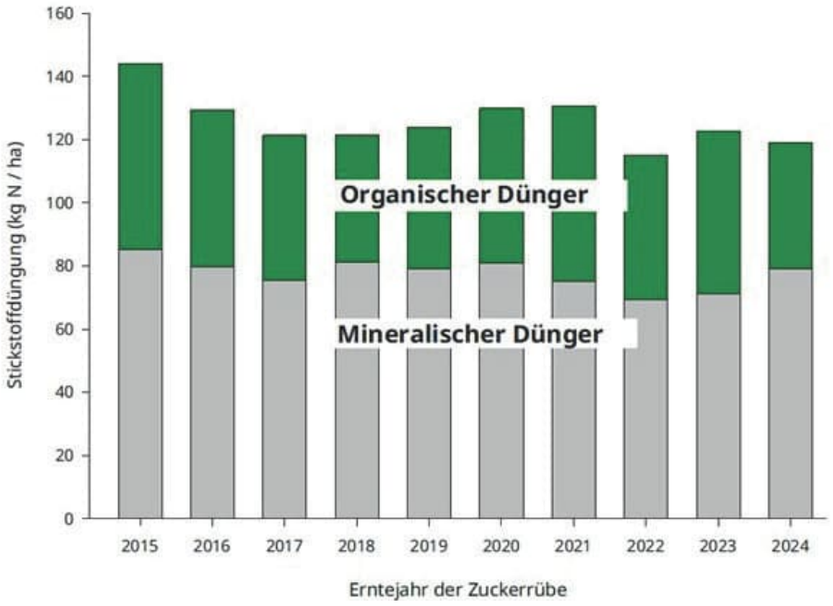
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanabau 2015 - 2024
(Angaben für den größten Zuckerrübenschlag in jährlich über 300 Betrieben)

Zu welchem Anteil werden Zuckerrüben in Zwischenfrucht- oder Strohmulch gesät?



Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2015 - 2024
(Angaben für den größten Zuckerrübenschlag in jährlich über 300 Betrieben)

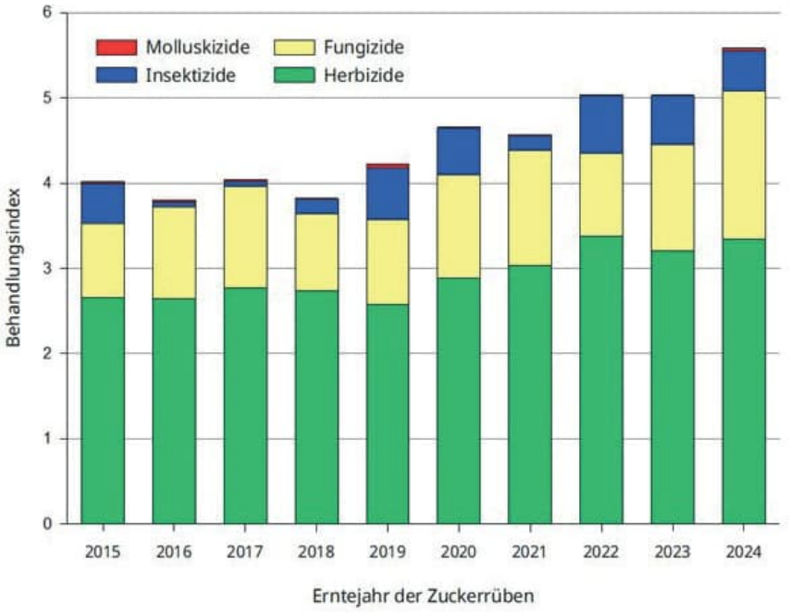
Wie hoch ist die N-Düngung zu Zuckerrüben?



Bewertung der Dünger
Es sind alle Dünger einschließlich der Düngung im Herbst / zur Zwischenfrucht berücksichtigt.
mineralisch: N-Gehalt
organisch: nach Gesamt-N-Gehalt
abzüglich Ausbringungsverluste

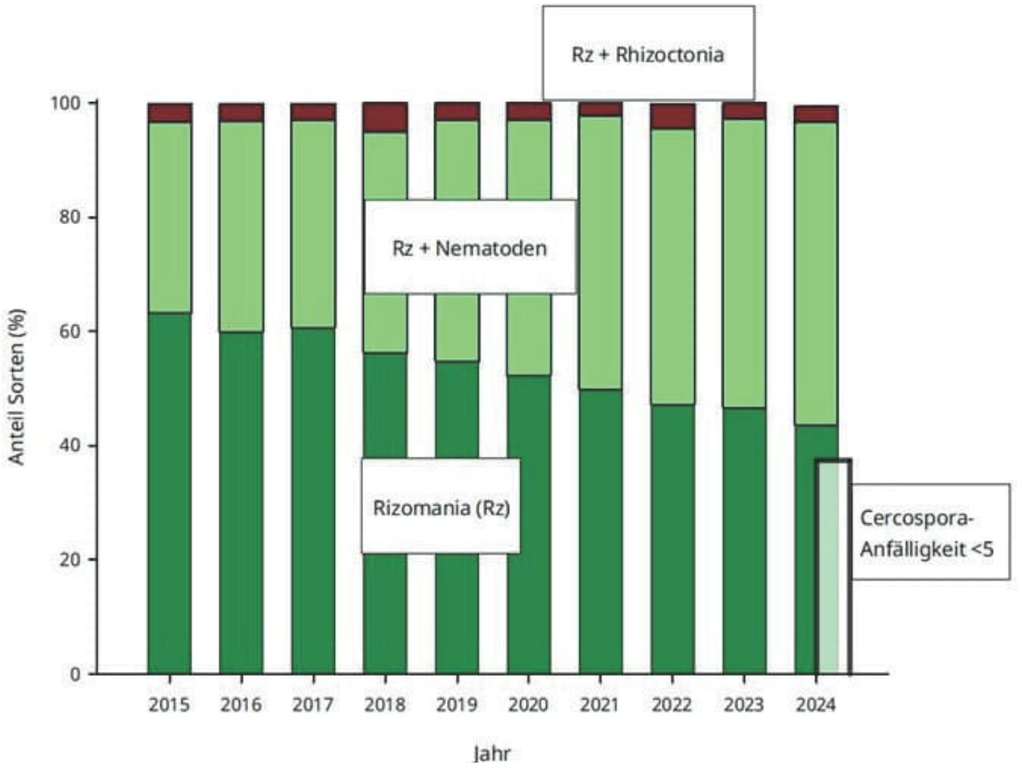
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2015 - 2024
(Angaben für den größten Zuckerrübenschlag in jährlich über 300 Betrieben, Mittelwerte über alle Schläge eines Befragungsjahres)

Wie entwickelt sich der Pflanzenschutz in Zuckerrüben?



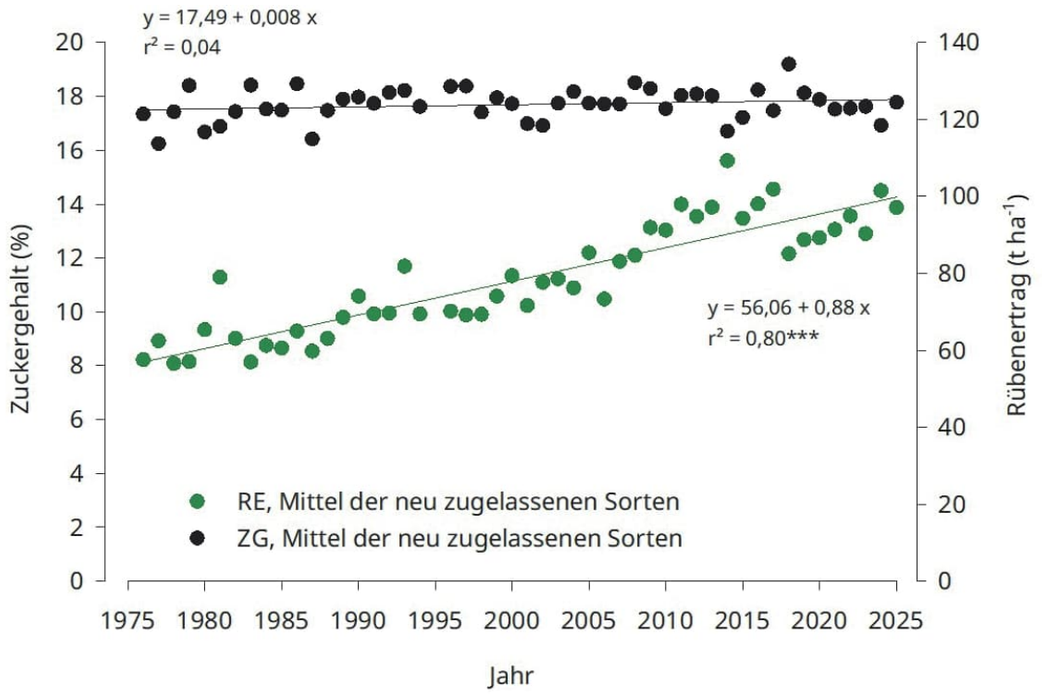
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2015 - 2024 (Daten sind Teil der PAPA-Erhebung (https://papa.julius-kuehn.de), Angaben für den größten Zuckerrübenschlag in jährlich über 300 Betrieben, Mittelwerte über alle Schläge eines Befragungsjahres)

Welche Toleranzen und Resistenzen hatten Sorten, die in den letzten 10 Jahren ausgesät wurden?

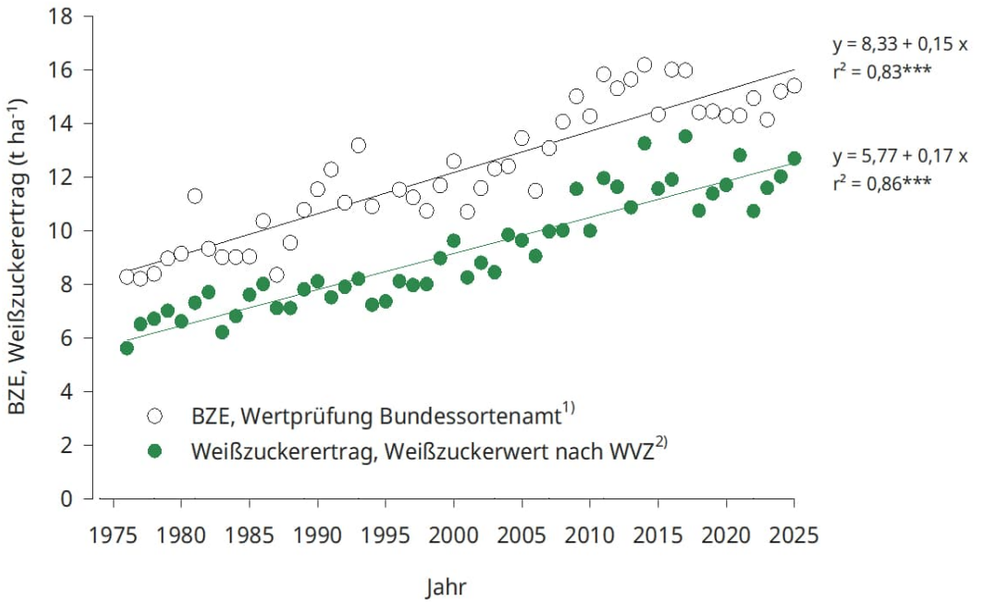


Ergebnisse aus einer Expertenschätzung auf Ebene der Zuckerfabriken 2015 - 2024 in Kombination mit Ergebnissen aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2024 zur Wahl von Cercospora-blattgesunden Sorten.

Zuckergehalt (ZG) und Rübenertrag (RE) im Mittel der neu zugelassenen Sorten Wertprüfungen des Bundessortenamtes 1976-2025

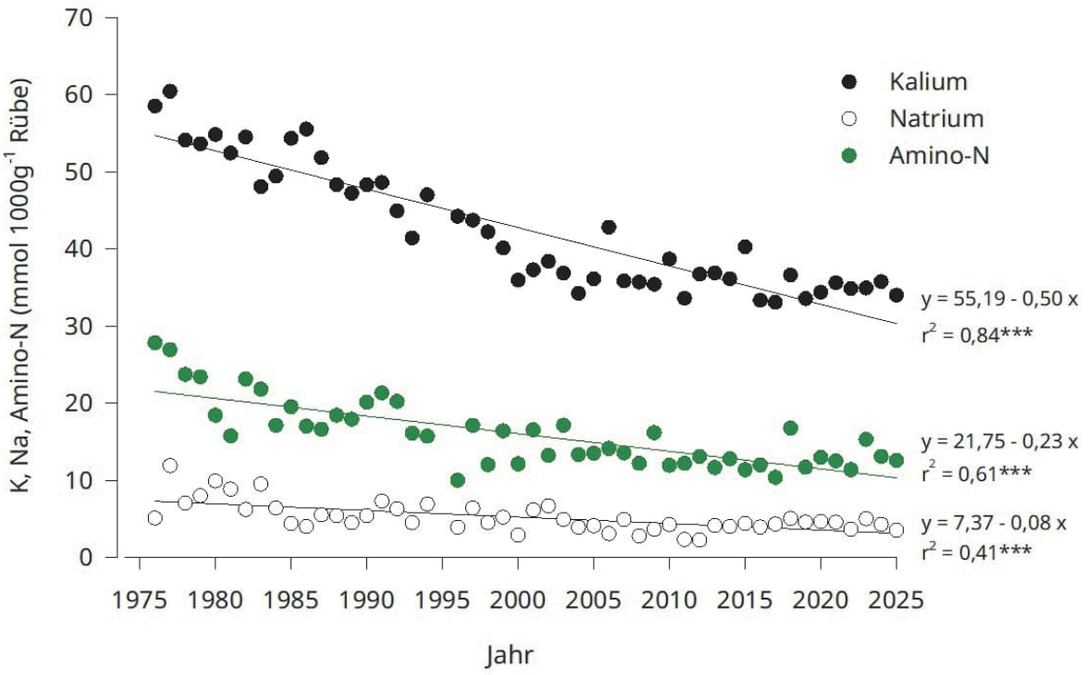


Bereinigter Zuckerertrag (BZE) der vom Bundessortenamt neu zugelassenen Sorten im Vergleich zum Weißzuckerertrag (WVZ) von 1976-2025



1) Zulassungsjahre 2004-2008 ohne Sorten mit Nematoden- oder Rhizoctoniatoleranz; ab dem Zulassungsjahr 2009 mit Nematodentoleranz/-resistenz, ab 2022 gesamtes Sortiment. 2) Weißzuckerertrag = tatsächlich erzeugter Zucker; zur Vergleichbarkeit bis 1992 nur Daten alte Bundesländer, ab 1993 gesamtes Bundesgebiet

Entwicklung des Kalium-, Natrium- und Amino-N-Gehaltes (Mittel der neu zugelassenen Sorten) von Zuckerrüben; Wertprüfung des Bundessortenamtes 1976-2025



ANHANG



Gremien

Stand: Mai 2026

Mitglieder des Institutsausschusses

Dr. Mike Eberle	Südzucker AG, Mannheim
Michael Engel	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG
Dr. Lars Gorissen	Nordzucker AG, Braunschweig
Björn Kiepe	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Dierk Martin	Südzucker AG/ZAFES, Obrigheim Pfalz
Dr. Astrid Rewerts	Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Berlin
Dr. Hermann Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Günter Tissen	Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Berlin
Dr. Alexander Ungru	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
ständige Gäste:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
	Dr. Christian Schöpper, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
	Dr. Nicol Stockfisch, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
Vorsitzender:	Dr. Georg Vierling, Südzucker AG, Mannheim

Mitglieder des Koordinierungsausschusses

Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Axel Marquardt	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauerverband e. V., Bonn
Dr. Larissa Klein	Verband baden-württembergischer Zuckerrübenanbauer e. V., Heilbronn
Katharina Krause	Zuckerrübenanbauerverband Könnern, Könnern
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Frithjof Pape	Nordzucker AG, Schladen
Dr. Paul-Martin Pfeuffer	Verband Süddeutscher Zuckerrübenanbauer e. V. Ochsenfurt
Dr. Alexander Ungru	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenanbauerverband Südniedersachsen e. V., Hildesheim
ständiger Gast:	Dr. Astrid Rewerts, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Berlin
Sprecherin:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
stellvertretender Sprecher:	PD Dr. Sebastian Liebe, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Mitglieder der Arbeitskreise des Koordinierungsausschusses

Arbeitskreis Sorten

Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Dr. Simon Borgolte	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauer-Verband Bonn e. V., Bonn
Heinz Leipertz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Jülich
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Axel Marquardt	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Stephan Randel	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Könnern
Dr. Julia Wießner	Verband Fränkischer Zuckerrübenanbauer e. V., Eibelstadt
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenanbauerverband Südniedersachsen e. V., Hildesheim
ständiger Gast:	Dr. Ulrike Beukert, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecherin:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
stellvertretender Sprecher:	PD Dr. Sebastian Liebe, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Arbeitskreis Pflanzenbau

Stefan Geitz	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Dr. Hendrik Halewat	Verband der Rübenanbauer im Lippe-Weser-Raum e. V., Herford
Dr. Christian Lang	Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V., Worms
Heinz Leipertz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Jülich
Johann Oldenburg	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Helmut Ring	Verband Bayerischer Zuckerrübenanbauer e. V., Barbing
Juliane Stappenbacher	Rübenanbauer- und Aktionärsverband Nord e. V., Uelzen
Dr. Alexander Ungru	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Harm-Henning Wolters	Nordzucker AG, Klein Wanzleben
Sprecherin:	PD Dr. Anna Jacobs, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Arbeitskreis Pflanzenschutz

Dr. Martin Benz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
André Grote	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
Alfons Lingnau	Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau, Bonn
Cord Linnes	Zuckerrübenanbauverbände Magdeburg e. V. und Niedersachsen Ost e. V., Klein Wanzleben
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Alexander Matthies	Zuckerrübenanbauerverband Könnern, Könnern
Robert Mews	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Christoph Ott	ARGE für das Versuchswesen in Franken, Eibelstadt
Frithjof Pape	Nordzucker AG, Schladen
Ralf Wrede	Nordzucker AG, Uelzen
Sprecher:	PD Dr. Sebastian Liebe, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen
	Prof. Dr. Mark Varrelmann, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Arbeitskreis Feldversuche

Sebastian Adam	ARGE Zuckerrübe Südwest, Worms
Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Udo Beiersdorff	Agrartest GmbH, Rosenow
Christian Beyer	ARGE Versuchswesen im Zuckerrübenanbau Zeitz, Grana
Phillip Engert	ARGE für das Versuchswesen in Franken, Eibelstadt
Stefan Geitz	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Jürgen Helms	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland e. V., Uelzen
Hermann-Josef Keutmann	Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe (LIZ), Könnern
Monique Lilli	ARGE Südwest, Worms
Alfons Lingnau	ARGE Zuckerrübenanbau, Bonn
Robert Mews	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaues Anklam
Gerald Wagner	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaues Regensburg, Barbing
ständiger Gast:	Dr. Ulrike Beukert, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecher:	PD Dr. Sebastian Liebe, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Arbeitskreis Digitalisierung

Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Dr. Clemens Becker	Zuckerrübenanbauerverband Niedersachsen-Mitte e. V., Hildesheim
Volker Deckers	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Claas Strohfeldt	Cosun Beet Company GmbH & Co.KG, Anklam
Markus Kohl	Rheinischer Rübenbauer-Verband e. V., Bonn
Dr. Matheus Kuska	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Nico Loewel	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Paul-Martin Pfeuffer	Verband Süddeutscher Zuckerrübenanbauer e. V. Ochsenfurt
Dr. Christian Willersinn	Südzucker AG, Mannheim
Sprecher:	PD Dr. Sebastian Liebe, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen PD Dr. Stefan Paulus, Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH, Göttingen

Koordinierte Versuchsvorhaben

Koordinierte Versuchsvorhaben 2024

Sortenversuche	Versuch	Anzahl			Anz. Parz. bei ARGE
		Varianten	Orte	Parzellen	
Wertprüfungen	Wertprüfung, Sortiment 1 (WP S1)	84	16	4.032	-
	Wertprüfung, Sortiment 2 (WP S2)	40	17	2.040	240
	Wertprüfung auf Nematodentoleranz (WP NT)	78	12	2.808	468
Sonderprüfungen	Sonderprüfung auf Rhizoctonia-Resistenz	12	8	384	144
	Sonderprüfung auf Toleranz gegenüber SBR (Syndrome Basses Richesses)	54	17	3.672	1.512
	Sonderprüfung auf Toleranz gegenüber Vergilbungsviren (BYV, BMYV)	18	4	648	-
	Sonderprüfung auf verstärkte Rizomaniaresistenz	46	7	1288	368
Sorten	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS), integriert in WP S2	8	17	408	138
	Sortenleistungsvergleich (SV)	37	16	1.776	1.776
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	10	8	240	240
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N), an 18 Standorten integriert an die WP NT	26	21	1.638	858
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh), integriert in WP RZ	4	8	128	48
	Sortenleistungsvergleich mit SBR-Befall (SV-SBR)	19	5	380	380
	Methodische Untersuchung – Aphanomyces	19	2	152	152
	Methodische Untersuchung – Conviso-Smart-Anbausystem	13	13	1352	624
Summe				**20.946**	**6.948**

Stand: 18.04.2024

Koordinierte Versuchsvorhaben 2025

Sortenversuche	Versuch	Anzahl			Anz. Parz. bei ARGE
		Varianten	Orte	Parzellen	
Wertprüfungen	Wertprüfung, Sortiment 1 (WP S1)	83	16	3.984	-
	Wertprüfung, Sortiment 2 (WP S2)	53	17	2.703	1.113
	Wertprüfung auf Nematodentoleranz (WP NT)	96	12	3.456	288
Sonderprüfungen	Sonderprüfung auf Rhizoctonia-Resistenz	16	8	512	192
	Sonderprüfung auf Toleranz gegenüber SBR (Syndrome Basses Richesses)	69	17	4.692	1.380
	Sonderprüfung auf Toleranz gegenüber Vergilbungsviren (BYV, BMYV)	24	8	1728	0
	Sonderprüfung auf verstärkte Rizomaniaresistenz	44	8	1408	0
Sorten	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS), integriert in WP S2	9	17	459	189
	Sortenleistungsvergleich (SV)	33	6	594	495
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	44	7	924	924
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N), an 12 Standorten integriert an die WP NT	30	20	1.800	720
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh), integriert in WP RZ	16	8	512	192
	Sortenleistungsvergleich mit SBR-Befall (SV-SBR)	24	10	960	864
	Methodische Untersuchung – Aphanomyces	21	2	168	168
	Methodische Untersuchung – Conviso-Smart-Anbausystem	15	11	1320	600
Summe				**25.220**	**7.125**

Stand: 01.09.2025

Arbeitsgebiete des IfZ

Direktorin
Forschungsstrategie, Budget & Personal
Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein

Administration & Forschungskooperationen
Dr. Christian Schöpper

Zentrale Dienste & Öffentlichkeitsarbeit
Dr. Nicol Stockfisch

Pflanzenbau
PD Dr. Anna Jacobs

- Feldversuche zu agronomischen Forschungsfragen
- Ganzheitliche Bewertung von Anbausystemen, z. B. Bodenbearbeitung, Fruchtfolge
- Nachhaltige Entwicklung und Ressourcenschutz
- Wirkung abiotischer Faktoren auf Entwicklungsstadien und Ertragslimitierung
- Datenbasis für Modellierungen

Koordination
PD Dr. Sebastian Liebe

- Koordination technischer Forschung mit nationalen Feldversuchen, ± 20.000 Parzellen/Jahr
- Organisation der amtlichen Wertprüfungen für die Sortenzulassung
- Organisation der nationalen Sortenversuche nach der Zulassung
- Prüfung von Toleranzen/Resistenzen im Feld und Gewächshaus
- Testung von Herbizid- und Fungizidstrategien
- Qualitätsanalyse von Zuckerrüben

Phytomedizin
Prof. Dr. Mark Varrelmann

- Entwicklung von Diagnoseverfahren, Resistenztests und Pflanzenschutzstrategien
- Viröse Vergilbung und neue Viruskrankheiten
- Syndrome des Basses Richesses
- Rizomania
- Blattkrankheiten
- Entwicklung von Genomeditierungsverfahren Zuckerrübe
- Nachweis von PSM-Resistenzen

Sensorik & Datenanalyse
PD Dr. Stefan Paulus

- Smart/Precision Agriculture und digitale Phänotypisierung
- Datenanalyse mittels aktueller Methoden der künstlichen Intelligenz
- Maschinen- und Technikevaluation
- nicht-invasive Datenakquise mittels optischer Sensoren:
  - Erkennung von biotischem und abiotischem Stress
  - Quantifizierung von Pflanzen- und Bestandesparametern

Systemanalyse
Dr. Nicol Stockfisch

- Betriebsbefragung zum Zuckerrübenanbau in Kooperation mit Anbauerverbänden und Zuckerindustrie
- Erhebung zur Pflanzenschutzintensität (PAPA)
- Analyse praktischer Anbausysteme
- Biodiversität auf Zuckerrübenfeldern
- Förderung natürlicher Blattlaus-Gegenspieler durch Blühstreifen und Begleitpflanzenanbau zum Schutz vor Vergilbung

Stand: Juni 2026

DANKSAGUNG

Wir danken den nachfolgend aufgeführten Institutionen und Firmen für die Förderung einzelner Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

I. im IfZ:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt, Berlin
Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat, Berlin/Bonn
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin
Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes – ELER
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovationen e.V.
Landwirtschaftliche Rentenbank, Frankfurt/M
Nordzucker AG, Braunschweig
Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich
United Beet Seeds (UBS) Belgium NV, Tienen, Belgien
Südzucker AG, Mannheim

II. in Zusammenarbeit mit den regionalen Arbeitsgemeinschaften:

ADAMA Deutschland GmbH, Köln
BASF SE, Limburgerhof
Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld
CERTIS BELCHIM B.V. Hamburg
Cheminova Deutschland GmbH & Co. KG (FMC agricultural Solutions), Stade
Corteva Agriscience Germany GmbH (Dow AgroSciences GmbH), München
KWS SAAT SE & Co. KGaA, Einbeck
Nufarm Deutschland GmbH, Köln
PLANTAN GmbH, Buchholz
UPL Deutschland GmbH, Brühl

III. in Zusammenarbeit mit Züchtungsunternehmen:

Betaseed GmbH, Frankfurt/M
DLF Beet Seed GmbH, Hannover
Strube D&S GmbH, Söllingen
United Beet Seeds (UBS) Germany GmbH, Würzburg

Bildrechte
Wenn nicht anders angegeben, liegen alle Bildrechte beim IfZ.

Herausgeber
Institut für Zuckerrübenforschung gGmbH
Holtenser Landstraße 77
D - 37079 Göttingen

Postfach 4051
D - Göttingen

E-Mail: mail@ifz-goettingen.de
Web: www.ifz-goettingen.de
Telefon: 0551 - 505 62 0

Redaktion und Layout
Lina Francke-Weltmann, Benedict Wieters, Christian Schöpper

Druck
Goltze Druck GmbH & Co. KG, Hans-Böckler-Str. 7, 37079 Göttingen

ISBN
978-3-88452-883-9

Redaktionsschluss
September 2026