



Jahresbericht 2016 | 2017
Institut für Zuckerrübenforschung

www.ifz-goettingen.de

Einleitung	5
Berichte aus der Forschung	7
Auswirkungen von Anbauabstand und Vorfrucht auf den Ertrag von Zuckerrüben im bundesweiten Vergleich	7
Welche Witterungsfaktoren bestimmen das Zwischenfruchtwachstum in Norddeutschland?	11
BNYVV-Interaktion mit Resistenzgen Rz2	14
Insektizide im Zuckerrübenanbau: Neonicotinoide und andere	16
Vergilbungsviren der Zuckerrübe	19
Betriebsbefragung zur Produktionstechnik: Kann durch den Einsatz von Maschinenhacke die Aufwandmenge von Herbiziden reduziert werden?	20
Resistenz und Toleranz von Zuckerrüben gegenüber <i>Cercospora beticola</i> und Bedeutung für den Anbau	23
Nachweis von <i>Cercospora</i> -Sporen	26
Risikobewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen mit dem Indikator SYNOPS-GIS	28
Rodersystemvergleich – Einfluss der Erntequalität auf Lagerungsverluste	31
COBRI Storage: Charakterisierung von Zuckerrübensorten für Lagerstabilität	34
Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche	36
Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise	36
Methodische Untersuchungen zur Präzision von Sortenversuchen	38
Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement	41
Testung der Sortenleistung bei Befall mit <i>Rhizoctonia solani</i>	43
Schlaglichter aus dem IfZ	45
Innovation im Feldversuchswesen: Der Satellit ersetzt Bandmaß und Winkelspiegel	45
Öffentlichkeitsarbeit	46
Ausgezeichnet	48
Lehre am IfZ	49
Publikationen aus dem IfZ	50
Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland	66
Anhang	71
Gremien	71
Koordinierte Versuchsvorhaben	74
Arbeitsgebiete des Instituts für Zuckerrübenforschung	76
Danksagung	77

Das Institut für Zuckerrübenforschung hat die zentrale Aufgabe, auf wissenschaftlicher Basis Konzepte zur nachhaltigen Produktivitätssteigerung für den Anbau von Zuckerrüben zu entwickeln. Dazu werden vielfältige Forschungsprojekte in den Bereichen Systemanalyse, Koordination, Pflanzenbau, Physiologie und Phytomedizin durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesen Arbeiten werden umfassend in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert, auf Tagungen und Kongressen vorgestellt oder in Praxiszeitschriften veröffentlicht. Weiterhin wurden 8 Promotionen und zahlreiche Master- und Bachelorarbeiten abgeschlossen und viel Gremienarbeit geleistet. Der vorliegende Jahresbericht soll darüber informieren. Viel Spaß beim Lesen!

In besonderer Weise prägend war jedoch in 2016/17 die Entwicklung eines Strategiekonzeptes für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität und dem IfZ, die darin festgelegte gemeinsame Findung einer neuen Institutsleiterin oder eines neuen Institutsleiters und schließlich der Übergang in der Institutsleitung ab Mitte 2017. Auch zukünftig erfolgt eine Einbindung des IfZ als An-Institut in die Fakultät für Agrarwissenschaften. Hierzu wurde der An-Institutsvertrag aktualisiert und von der Universität Göttingen, dem Verein der Zuckerindustrie und dem IfZ unterzeichnet. Die Arbeiten des IfZ stellen insbesondere in Kooperation mit dem Department für Nutzpflanzenwissenschaften eine substantielle wechselseitige Bereicherung für die methodische und fachliche Ausrichtung der Fakultät und des IfZ im Rahmen des Schwerpunktes „nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ in Forschung und Lehre dar.

Zur Bestellung einer neuen Institutsleiterin bzw. eines neuen Institutsleiters wurde eine Findungskommission gegründet, der sechs Mitglieder des Vereins der Zuckerindustrie als dem Träger des IfZ, sechs von der Fakultät benannte Mitglieder sowie als beratende Mitglieder je eine Person aus dem technischen und dem wissenschaftlichen Dienst des IfZ angehörten. Die Findungskommission empfahl in ihrer Sitzung am 14. Februar 2017 dem Verein der Zuckerindustrie einstimmig Frau Privatdozentin Dr. Anne-Katrin Mahlein als Kandidatin für die Nachfolge des bisherigen Institutsleiters, Prof. Dr. Bernward Märländer. Frau Dr. Mahlein wurde zum ersten Juli 2017 als neue Institutsleiterin bestellt und übernahm zum ersten April 2018 die alleinige Institutsleitung.

Frau Dr. Mahlein studierte Agrarwissenschaften an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Bonn und habilitierte sich 2016 mit der *venia legendi* für Phytomedizin. Ihre wissenschaftliche Expertise liegt im Bereich Pflanzenkrankheiten und Integrierter Pflanzenschutz sowie Precision Agriculture und Phänotypisierung. Hier forscht sie insbesondere zum Einsatz von nicht-invasiven optischen Sensoren zur Erfassung von Pflanzenkrankheiten, pflanzlichen Abwehrreaktionen und Pflanzenstress. Seit August 2017 ist Frau Dr. Mahlein als Privatdozentin Angehörige des Lehrkörpers der Fakultät und hat bereits zum Sommersemester 2017 mit der Lehre begonnen. Zukünftig wird ein von ihr neu angebotenes Modul zu „Sensortechnologien in der Pflanzenproduktion“ die Lehre an der Fakultät als Wahlpflichtfach im Masterstudium bereichern.

Einleitung

Die Expertise im Bereich nicht-invasiver Sensortechnologie wird nach und nach am IfZ etabliert, um diese innovativen Methoden der Zuckerrübenforschung weiter nutzbar zu machen und Synergien mit bestehenden Forschungsschwerpunkten am IfZ zu generieren. Hierfür sind bereits verschiedene Projekte mit externen nationalen und internationalen Partnern in Vorbereitung.

Die Forschungsarbeiten am IfZ werden durch neue Forschungsprojekte mit externer Finanzierung erheblich intensiviert. Die Schwerpunkte liegen dabei im Bereich Kommunikationsstrategie Pflanzenschutz, Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Treibhausgasemission, Lagerstabilität von Sorten, Lagerung und mechanischer Widerstand, Pathogenitätsfaktoren von Rhizomania sowie viröser Vergilbung. Die internationale Ausrichtung der Forschungsarbeiten wird durch die Einbindung der COBRI-Institute in Belgien, den Niederlanden und Dänemark/Schweden in verschiedene Projekte dokumentiert und durch bereits längere gemeinsame Aktivitäten im Bereich Pflanzenschutz ergänzt.

Das Jahr 2017 war ein sehr ereignisreiches Jahr für das IfZ und so wird es auch das Jahr 2018 in besonderer Weise sein. Herr Prof. Märländer ist, nachdem er mehr als ein viertel Jahrhundert das IfZ und die Zuckerrübenforschung geprägt und immer wieder mit neuen Ansätzen und innovativen Ideen zur nachhaltigen Produktionssteigerungen beigetragen hat, Ende März 2018 aus dem aktiven Dienst ausgeschieden. Für sein langjähriges Engagement ehrte ihn die Universität Göttingen mit der neuen Medaille „In Publica Commoda“ (zum Wohle aller).

Jeder Wechsel bringt Veränderungen mit sich und wir als das IfZ freuen uns darauf, gemeinsam mit unseren Partnern die Zukunft der Zuckerrübe mitzugestalten.

Göttingen im Juni 2018



Foto: J. Baschke

Auswirkungen von Anbauabstand und Vorfrucht auf den Ertrag von Zuckerrüben im bundesweiten Vergleich

Die Zuckerrüben-Anbaufläche stieg 2017 in Deutschland erheblich gegenüber den Vorjahren an. Eine mehrjährige bundesweite Befragung unter Zuckerrüben anbauenden Betrieben zeigt, dass auf über 60 % der Flächen Winterweizen und auf über 20 % Wintergerste als Vorfrucht vor Zuckerrüben angebaut wird. In diesem Zusammenhang stellen sich wieder vermehrt Fragen zum Einfluss verschiedener Vorfrüchte auf den Ertrag und zur optimalen Anbauhäufigkeit der Rüben. Dabei erhöht ein Zuckerrüben-Anbauverfahren mit kurzen Anbaupausen die Gefahr, dass typische Fruchtfolgekrankheiten und -schädlinge verstärkt auftreten und Ertragsverluste verursachen.

Im Rahmen der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau wurden die Vorfrüchte der letzten fünf Jahre vor dem jeweiligen Zuckerrübenanbaujahr erfragt. Daraus lassen sich einerseits die Vorfrüchte vor Zuckerrüben und andererseits der Abstand zum vorherigen Zuckerrübenanbaujahr ableiten. Die Daten wurden daraufhin untersucht, ob sich die Länge der Anbaupause auf den Ertrag auswirkte. Mit Ergebnissen aus dem Systemversuch Fruchtfolge Harste konnte der Einfluss verschiedener Vorfrüchte auf den Ertrag dargestellt werden.

Für die weitere Auswertung zum Einfluss der Anbaupause auf den Ertrag wurden ausschließlich Felder mit Winterweizen oder Wintergerste als Vorfrucht berücksichtigt. Damit wurde der mögliche Einfluss ungewöhnlicher Vorfrüchte auf den Zuckerertrag ausgeschlossen. Die durchschnittlichen Zuckererträge wurden getrennt für Flächen mit 2, mit 3 oder mit 4 oder mehr Jahren Zuckerrüben-Anbaupause berechnet. In den nord- (SH, NI), west- (NW) und süddeutschen (RP, HE, BW, BY) Bundesländern überwog jeweils eine zweijährige Anbaupause. Die ostdeutschen Bundesländer (MV, BB, ST, SN, TH) unterschieden sich davon deutlich und wiesen für knapp 25 % der Felder eine Anbaupause von 2 oder 3 Jahren auf (Abb. 1).

Entgegen den Erwartungen zeigten sich keine Ertragsverluste durch ein verstärktes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen bei kürzeren Anbaupausen. Der Zuckerertrag blieb unbeeinflusst von der zunehmenden Anbaupause in den nord-, west- und süddeutschen Bundesländern (Abb. 2). In den ostdeutschen Bundesländern wurde bei einem Anbauabstand von 4 oder mehr Jahren zwar der höchste Zuckerertrag für diese Region mit durchschnittlich 12,4 t ha⁻¹ verzeichnet. Allerdings betrug die Differenz zum Zuckerertrag nach 2 Jahren Anbaupause lediglich 0,4 t ha⁻¹ und diese Differenz war statistisch nicht signifikant.

Abb. 1: Flächen mit verschiedenen langen Anbaupausen vor Zuckerrüben in DE ohne Ost (Nord-, Süd- und Westdeutschland) und in Region Ost (ostdeutsche Bundesländer); Betriebsbefragung zur Produktionstechnik 2010 – 2016 (n = 2148)

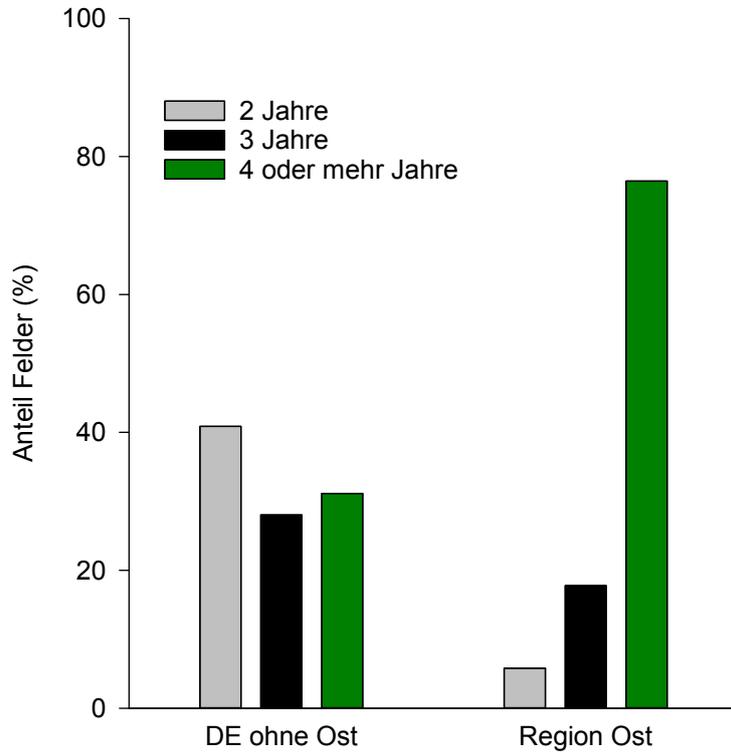
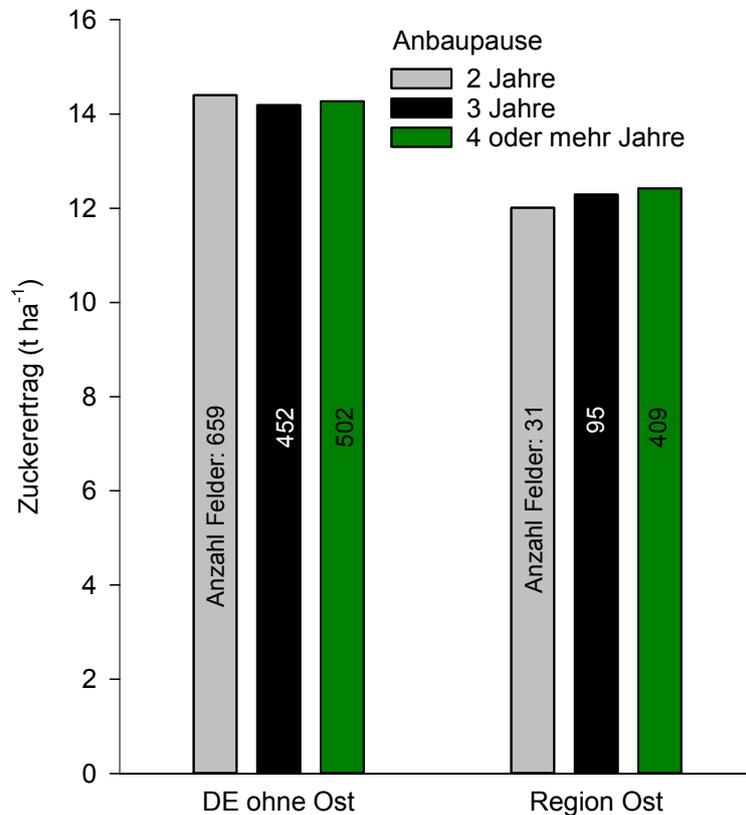


Abb. 2: Zuckerertrag auf Feldern mit verschiedenen langen Anbaupausen vor Zuckerrüben; Betriebsbefragung zur Produktionstechnik 2010 – 2016 (n = 2148)



Mögliche Ursachen für die Ertragsunterschiede zwischen den Regionen sind vielfältig und umfassen unter anderem Variationen in den jährlichen Niederschlagsmengen und regional unterschiedliche Aussaatzeitpunkte aufgrund klimatischer Unterschiede. Außerdem unterscheiden sich die Betriebsstrukturen in den ostdeutschen Bundesländern aus historischen Gründen und damit verbunden ist eine angepasste technische Ausstattung der Betriebe. Der Anteil Flächen mit Raps in den Zuckerrübenfruchtfolgen ist höher als in den anderen Regionen und Raps stellt in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben besondere Anforderungen an das Unkrautmanagement und die Nematodenkontrolle.

Im Systemversuch Fruchtfolge des Instituts für Zuckerrübenforschung in Harste bei Göttingen (Löss-Parabraunerde, Bodenzahl 73, 8,9 °C Durchschnittstemperatur, 620 mm Jahresniederschlag) wurden seit 2006 Zuckerrüben (ZR) in unterschiedlichen Fruchtfolgen (ZR-Winterweizen(WW)-WW; ZR-WW-Silomais; ZR-WW-WW-Winterraps-WW-Körnererbse) in dreifacher Wiederholung angebaut. Vor Zuckerrüben nach Winterweizen und Erbse stand Senf als Zwischenfrucht mit einer Düngung von 50 kg N ha⁻¹. Jede Frucht jeder Fruchtfolge wurde jedes Jahr angebaut. Die N-Düngung folgte dem N_{min}-Sollwert-Konzept der LWK Niedersachsen und der Pflanzenschutz den regionalen Empfehlungen.

Im Systemversuch wurde nach Körnererbse ein signifikant höherer Zuckerertrag als nach Silomais bzw. ein tendenziell höherer Zuckerertrag als nach Winterweizen erzielt (Abb. 3). Ob die Ursachen für diese Unterschiede eher in der Nährstoffversorgung oder in der Bodenstruktur zu suchen sind, ist bislang unklar. Zu berücksichtigen ist, dass Zuckerrüben nach Erbsen mit fünfjähriger Pause angebaut werden. Die Zuckerrüben nach den anderen Vorfrüchten wachsen nach nur zweijähriger Anbaupause. Somit könnte grundsätzlich auch die längere Anbaupause ursächlich für den Mehrertrag bei Zuckerrüben nach Erbse sein. Augenfällig ist, dass die empfohlene Stickstoffdüngung gemäß N_{min}-Sollwert-Konzept jahresspezifisch nach Erbse zwischen 0 und 85 kg N ha⁻¹ lag und damit erheblich niedriger war als nach Mais oder Weizen mit 60 bis 150 kg N ha⁻¹. Eine nochmals erhöhte N-Düngung der Zuckerrüben wurde in dreijährigen Versuchen geprüft, konnte aber den Minderertrag nach Maisvorfrucht nicht ausgleichen (Abb. 4).

Ein unterschiedlicher Befall mit Blattkrankheiten als mögliche Ursache für Ertragsunterschiede nach den verschiedenen Vorfrüchten wurde durch ein- bis zweimalige Fungizidbehandlungen ausgeschlossen. Andere Krankheiten und Schädlinge wurden nicht beobachtet, jedoch ist

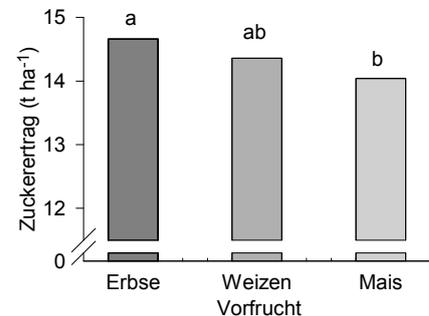


Abb. 3.: Einfluss der Vorfrucht auf den Zuckerertrag von Zuckerrüben im Systemversuch Fruchtfolge Harste (Mittelwerte 2007–2016). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede.



Pflanzenverluste durch *Rhizoctonia*-Befall in der vierten Rotation der Fruchtfolge Winterweizen – (Senf) Mais – Zuckerrübe im Systemversuch Fruchtfolge, Aufnahme 01.09.2017. Befallene und gesunde Pflanzen stehen unmittelbar benachbart.

ein latenter Befall nicht auszuschließen. Auffällig war, dass im Jahr 2017 nach Vorfrucht Mais erstmals Befallssymptome der Späten Rübenfäule, ausgelöst durch den Pilz *Rhizoctonia solani*, auftraten. Vielleicht haben außerdem die Nachwirkungen der eingesetzten Maisherbizide in den nachfolgenden Zuckerrüben zur Ertragsminderung beigetragen, obwohl Herbizide mit guter Verträglichkeit ausgewählt wurden.

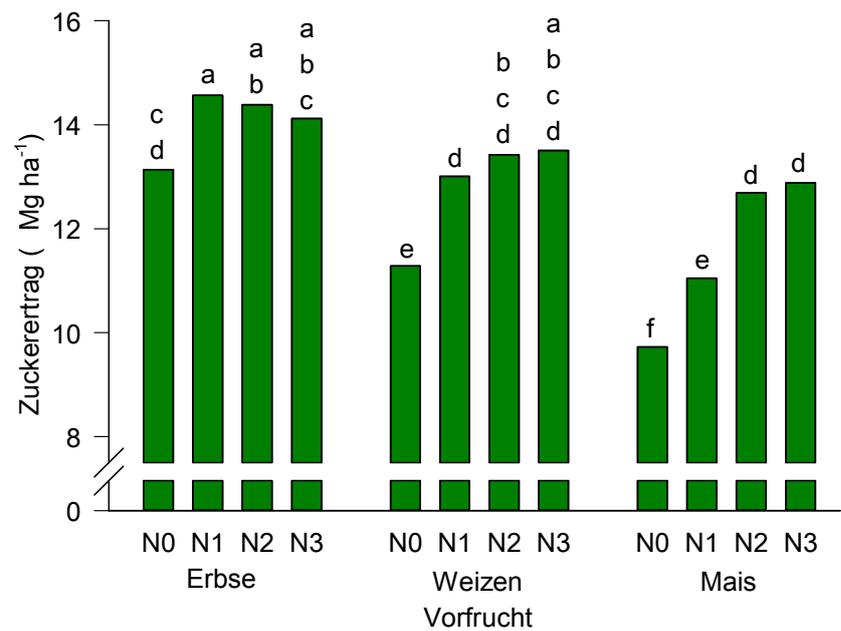


Abb. 4: Wechselwirkung zwischen Vorfrucht und Höhe der N-Düngung (N0=0, N1=40/60, N2=89/90, N3=120 kg N ha⁻¹) auf den Zuckerertrag im Systemversuch Fruchtfolge Harste 2011-2013. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede.

Projektbearbeitung: Kerrin Trimpler, Heinz-Josef Koch, Nicol Stockfisch

Welche Witterungsfaktoren bestimmen das Zwischenfrucht- wachstum in Norddeutschland?

Die „Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau“ zeigt, dass 2016 bundesweit ca. 60% der nächstjährigen Zuckerrübenfelder mit Zwischenfrüchten bestellt wurden. In Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen war der Zwischenfruchtanteil mit 70-80 % höher als in den meisten anderen Bundesländern. Während in den Vorjahren häufig Senf und Ölrettich mit Resistenz gegenüber dem Rübenzystennematoden angebaut wurden, hat nun der Anteil von „Greening“-fähigen Artenmischungen erheblich zugenommen.

An den Zwischenfruchtanbau werden hohe Erwartungen geknüpft: zunehmender Humusgehalt, stabilere Bodenstruktur, erhöhte Wasserinfiltration, gesenkte Evaporation, Erosionsschutz, Unkrautunterdrückung, Stickstofffixierung (Leguminosen), erhöhte Nährstoffverfügbarkeit, verminderte Nitratauswaschung, erhöhte biologische Aktivität und Biodiversität und, für den Zuckerrübenanbau besonders wichtig, Reduktion des Besatzes an Rübenzystennematoden. Die erwarteten Effekte des Zwischenfruchtanbaus dürften maßgeblich von der Höhe der Biomassebildung der Zwischenfrucht und somit von den Boden- und

Tab. 1: Standorteigenschaften und Kennwerte des Zwischenfruchtanbaus vor Zuckerrüben in 15 Versuchen in Norddeutschland 2012/13-2014/15.

Versuch (Ort/Jahr)	Boden- art [§]	Termin von		Biomasse (t TM ha ⁻¹)	
		Aussaat	Häckseln	SE	MI
Bornstedt 12/13	Ut3	20.08.12	06.11.12	2,5a	1,9b
Schlade 12/13	Uls	30.08.12	02.11.12	1,1	1,1
Jeinsen 12/13	Ut3	24.08.12	02.11.12	2,0	1,6
Uelzen 12/13	Sl2	28.08.12	07.11.12	1,7	1,6
Göttingen A 12/13	Ut3	27.08.12	05.11.12	2,9	3,4
Bornstedt 13/14	Ut3	25.08.13	19.11.13	1,4	1,6
Schlade 13/14	Ut3	27.08.13	19.11.13	1,3	--
Jeinsen 13/14	Ut2	29.07.13	22.10.13	3,3	3,5
Uelzen 13/14	Su2	26.08.13	31.10.13	2,0	1,8
Göttingen A 13/14	Ut4	14.08.13	13.11.13	3,8	4,1
Göttingen B 14/15	Ut3	13.08.14	04.11.14	5,0	3,5
Schlade 14/15	Ut3	25.08.14	10.11.14	2,8	2,1
Jeinsen 14/15	Ut3	19.08.14	03.11.14	3,8a	2,0b
Uelzen 14/15	Sl2	24.07.14	30.10.14	2,8	3,2
Göttingen A 14/15	Ut4	04.08.14	04.11.14	3,2	1,9
Mittelwert	--	--	--	2,7a	2,4b

[§]des Oberbodens nach Bodenkundlicher Kartieranleitung, 2005;
TM=Trockenmasse; SE=Senf, MI=Artenmischung;
unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen innerhalb einer Umwelt bzw. im Mittel der Umwelten (Tukey-Test, p≤0,05; keine Angabe=Unterschiede nicht signifikant)

Witterungsbedingungen im Herbst abhängen. Die nachfolgende Auswertung hatte zum Ziel, den Zusammenhang zwischen Witterungsparametern und Biomassebildung von Zwischenfrüchten in Norddeutschland zu quantifizieren.

In den Jahren 2012 - 2014 wurden an jeweils fünf norddeutschen Standorten Zwischenfrüchte vor Zuckerrüben angebaut. Folgende Zwischenfruchtvarianten wurden verglichen: 1. Nematodenresistenter Senf (Sorte Passion, DSV; Resistenznote 2), 2. Artenmischung aus 7 legumen und nicht-legumen Pflanzenarten (TerraLife BetaMaxx, DSV), 3. Nicht aktiv begrünzte Variante (Strohmulch). Der Zwischenfruchtanbau erfolgte pfluglos nach Wintergetreide und die Saattermine waren praxisüblich zwischen Ende Juli und Ende August (Tab. 1). Zur Aussaat wurde eine mineralische N-Düngung in Höhe von 40 kg N ha⁻¹ gegeben. Vor dem Häckseln Anfang November wurde der oberirdische Zwischenfruchtaufwuchs bestimmt.

Je nach Umwelt produzierten die Zwischenfrüchte einen Aufwuchs zwischen 1 und 5 t ha⁻¹. Dabei lag der Aufwuchs der Mischung häufig geringfügig niedriger als der von Senf (Tab. 1). In einer zunächst viele Witterungsparameter umfassenden Korrelationsanalyse erwiesen sich zwei Kenngrößen als geeignet, 70 % der Streuung des gemessenen

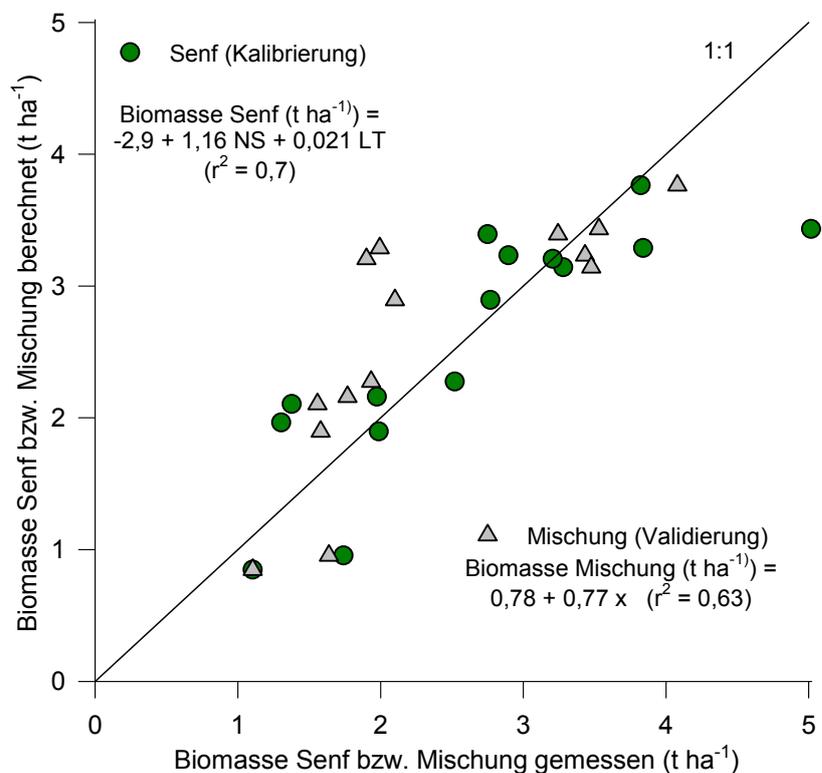


Abb. 1: Gemessener und berechneter Aufwuchs von Senf und Mischung in 15 Umwelten Norddeutschlands 2012/13–2014/15.

Aufwuchses zu erklären. Dies waren: 1. das Tagesmittel des Niederschlags von Aussaat bis 30.09. (NS, mm/Tag) und 2. die Lufttemperatursumme im Zeitraum 19-31 Tage nach Aussaat (LT, °Cd) (Abb. 1). Wurde mit dieser Formel auch der Aufwuchs der Mischung (y) berechnet, so betrug der Grad der Übereinstimmung mit den gemessenen Werten (x) immerhin noch 63 %.

Dieses Ergebnis zeigt, dass unter den hinsichtlich Temperatur und Einstrahlung günstigen Bedingungen bis Ende September vor allem die Höhe der Niederschläge den Zwischenfruchtaufwuchs unter norddeutschen Klimabedingungen bestimmt. Zusätzlich ist bei den häufig anzutreffenden späteren Saatterminen der Zwischenfrucht ab dem 20.08. die Temperatur um die Mitte des Monats September von erheblichem Einfluss. Trotz des maritim geprägten Klimas ist demzufolge die Wasserversorgung für das Zwischenfruchtwachstum in Norddeutschland von großer Bedeutung. Diese Zusammenhänge geben wichtige Hinweise für die Entwicklung bzw. Kalibrierung eines Zwischenfrucht-Wachstumsmodells.



Zwischenfruchtmischung mit Phacelia, Senf und Leguminosen

Die Autoren danken den Unternehmen Nordzucker AG, Syngenta Crop Protection AG und Deutsche Saatveredelung AG für die finanzielle Förderung.

Projektbearbeiter: Heinz-Josef Koch, Melanie Hauer-Jákli

BNYVV-Interaktion mit Resistenzgen Rz2

Seit November 2016 werden in einem Grundlagenforschungsprojekt die Interaktionen zwischen dem Erreger der Rizomania Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) und dem pflanzlichen Resistenzgen Rz2 untersucht.

Da BNYVV aktuell nur durch natürliche Resistenzen kontrolliert wird, besitzt das Wissen zur Erregererkennung und zum Resistenzmechanismus allerhöchste Bedeutung für eine nachhaltige Kontrolle der Krankheit. Zur Kontrolle wurde über viele Jahre nahezu flächendeckend das Resistenzgen Rz1 in Sorten eingesetzt. Diese Resistenz wurde jedoch bereits in verschiedenen Regionen durch angepasste BNYVV-Isolate überwunden, die somit aktuell nur über eine Kombination von Rz1 +Rz2 kontrolliert werden können.

In einem abgeschlossenen Kooperationsprojekt mit der Universität Kiel und den Züchtungsunternehmen konnte in der Vergangenheit die Rz2-Identität in *Beta maritima* bestimmt werden. Es handelt sich dabei um ein klassisches R-Gen, welches nach Erkennung eines Avirulenzgens (Avr-gen) des Virus eine Zelltod-vermittelte Resistenz induziert. Dieser Erkennungs- und Resistenzmechanismus ist jedoch in Zuckerrübenwurzeln, wo die BNYVV-Resistenz wirkt, mit verfügbaren Techniken nur sehr schwer zu charakterisieren.

Im Rahmen der aktuellen Projektarbeiten konnte zunächst gezeigt werden, dass bei gleichzeitiger Expression von BNYVV und Rz2 im Blattgewebe des experimentellen Wirtes *Nicotiana benthamiana* eine Zelltodreaktion ausgelöst wird (Abb. 1). Dies bestätigte bereits die o.a. Hypothese, dass das Rz2-Genprodukt einen BNYVV-Faktor erkennen kann. Die Auslösung der Resistenzreaktion scheint sehr konserviert zu sein, da sie auch in dem experimentellen Wirt einer anderen Familie und in einem abweichenden Gewebe funktioniert. Aus der Gesamtzahl von insgesamt neun viralen Proteinen des BNYVV gelang es bereits, das Protein zu identifizieren, welches vom Rz2-Genprodukt erkannt

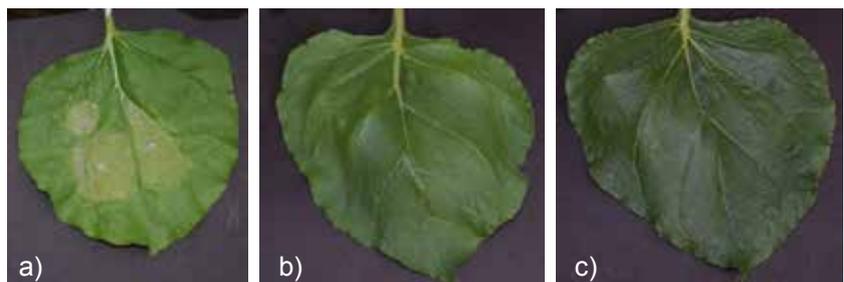
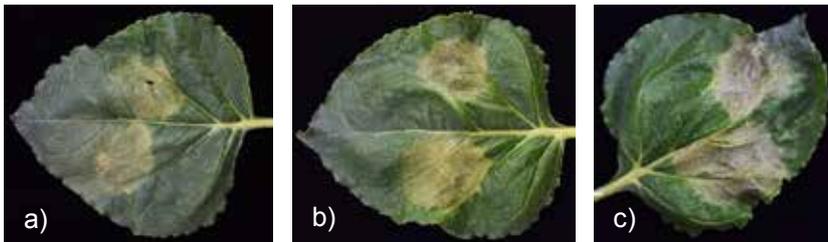


Abb. 1: a) transiente Expression von BNYVV und Rz2 im Blattgewebe von *N. benthamiana* und Auslösung von Zelltod nach Inkubation von 3 Tagen, b) BNYVV Kontrolle, c) Rz2 Kontrolle

wird. Als Avr-Faktor konnte ein BNYVV-Transportprotein, das sogenannte „triple gene block 1“ (TGB1), identifiziert werden. Da in den USA eine dem BNYVV nahe verwandte Spezies, das Beet soil-borne mosaic virus (BSBMV) vorkommt, wurde zunächst geprüft, ob *Rz2* auch gegen diese Spezies Resistenz vermittelt. Nach erfolgreichem Nachweis konnte auch gezeigt werden, dass das homologe BSBMV TGB1-Genprodukt erkannt wird und eine analoge Resistenzreaktion ausgelöst wird. Trotz Zugehörigkeit zu einer abweichenden Familie wird jedoch auch das bodenbürtige Zuckerrüben infizierende Beet soil-borne virus (BSBV) durch *Rz2* erfasst und auch hier erfolgt die Erkennung über eine Wechselwirkung mit dem BSBV TGB1 (Abb. 2). Im weiteren Projektverlauf soll die Erkennung und die induzierte Resistenzreaktion auf molekularer Ebene spezifisch charakterisiert werden.



*Abb. 2: transiente Expression von TGB1-Genen verschiedener Zuckerrüben infizierender Viren und *Rz2* im Blattgewebe von *N. benthamiana* und Auslösung von Zelltod nach Inkubation von 3 Tagen, a) BNYVV TGB1+*Rz2*, b) BSBMV TGB1+*Rz2*, c) BSBV TGB1+*Rz2**

Projektbearbeitung: Veronika Wetzel, Mark Varrelmann

Insektizide im Zuckerrübenanbau: Neonicotinoide und andere

Im konventionellen Zuckerrübenanbau werden zur Bekämpfung von Schadinsekten derzeit 100 % des Saatgutes mit den insektiziden Wirkstoffen Imidacloprid, Clothianidin oder Thiamethoxam aus der Gruppe der Neonicotinoide behandelt (Tab. 1). Neonicotinoide schützen seit ihrer Einführung in den frühen 90ern gegen viele Auflaufschädlinge wie Moosknopfkäfer und Collembolen, aber auch gegen Blattläuse, die im Mai oder Juni durch die Übertragung von Vergilbungsviren erheblichen Schaden anrichten können.

In den meisten Fällen werden, unabhängig von der Dosierung der Beize, keine zusätzlichen Insektizide angewendet. Wenn dennoch eine Sprühapplikation aufs Blatt erfolgt, dann ist der Grund häufig ein massives Auftreten von Schwarzer Bohnenlaus, Rübenfliege oder Gammaeule im Sommer. Aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik ging hervor, dass der Flächenanteil, auf denen zusätzlich zu den Neonicotinoiden am Saatgut weitere Insektizide angewendet werden, zwischen den Jahren deutlich variierte: 4 % im Jahr 2016 und 34 % in 2015 (Abb. 1).

Bis 2017 war der Zuckerrübenanbau nicht betroffen von Einschränkungen zum Einsatz der Neonicotinoide, da Zuckerrüben beim Anbau zur Zuckerproduktion in der Regel nicht blühen und somit nicht attraktiv für Honig- oder Wildbienen sind.

Tab. 1: Verwendung der verschiedenen Insektizidausstattungen des Zuckerrübensaatgutes (Daten aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik)

Produkt	Neonicotinoide (g/Einheit)	Pyrethroid (g/Einheit)	Anteil Betriebe 2010-2014 (%) n = 1980 Betriebe *	Anteil Betriebe 2015 (%) n = 334 Betriebe *	Anteil Betriebe 2016 (%) n = 341 Betriebe
Poncho Beta+	Clothianidin (60) Imidacloprid (30)	Beta-Cyfluthrin (8)	57	41	14
Janus Forte	Clothianidin (10) Imidacloprid (10)	Beta-Cyfluthrin (8)	5	7	4
Cruiser Force	Thiamethoxam (60)	Tefluthrin (8)	17	26	50
Force Magna	Thiamethoxam (15)	Tefluthrin (6)	27	24	23
Sombrero	Imidacloprid (60)		–	8	9

* Anteil Schläge über 100 % entstehen durch Mischungen von Saatgutausstattungen auf manchen Flächen

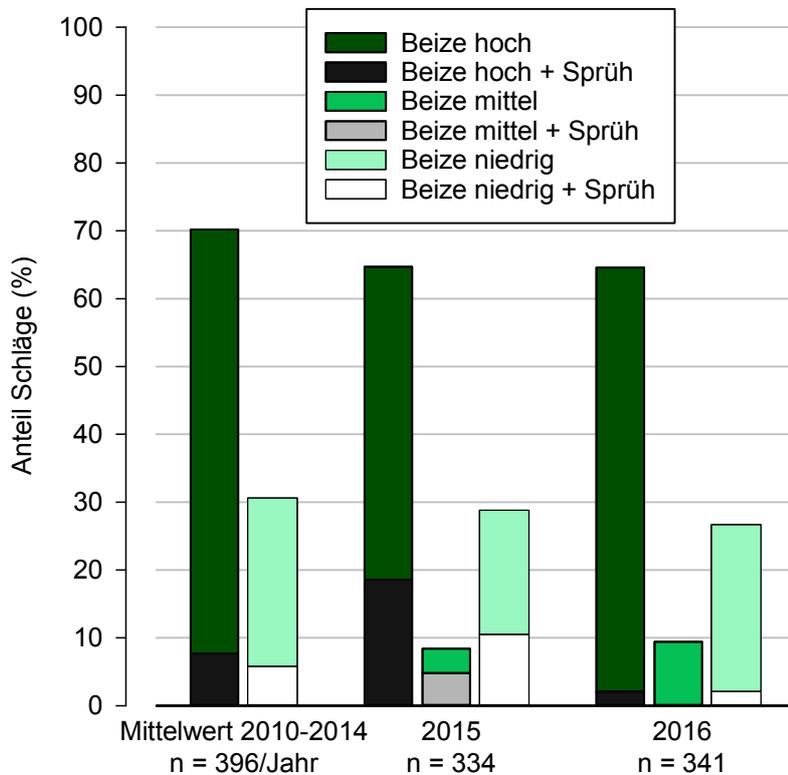


Abb. 1: Anteil Schläge mit zusätzlich durchgeführten Insektizidapplikationen während der Vegetationsperiode im Zusammenhang mit der Insektizidausstattung des Zuckerrübensaatgutes (Anteil Schläge über 100 % entstehen durch Mischungen von Saatgutausstattungen auf manchen Flächen)

Die European Food Safety Authority (EFSA, Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) bewertete die Anwendung von Neonicotinoiden am Zuckerrübensaatgut hinsichtlich ihres Risikos für Bienen und andere Bestäuber umfassend. Sollten Neonicotinoide am Saatgut nicht mehr anwendbar sein, würden flächige Applikationen – insbesondere gegen Blattläuse als Virenüberträger – vermutlich häufiger durchgeführt werden als zurzeit. Im Rahmen einer vollständigen Betrachtung sollten auch die hiermit verbundenen möglichen Auswirkungen auf Bestäuber berücksichtigt werden.

Die Insektizide am Zuckerrübensaatgut werden gezielt dort platziert, wo sie wirken sollen. Sie sind in der Pillenhüllmasse nochmals ummantelt von einer Farbschicht, was die Freisetzung von insektiziden Wirkstoffen durch Abrieb verhindert. Darüber hinaus wirkt der überwiegende Einsatz mechanischer Sägeräte auf mehr als 80 % der Flächen vorbeugend gegen Staubabdrift (Schutz der Anwender und zugleich Schutz von Nicht-Zielorganismen vor insektizidhaltigem Staub).

Grundsätzlich stellen auch Guttationstropfen eine mögliche Gefahrenquelle für Nicht-Zielorganismen dar, wenn sie als Wasserquelle genutzt werden und systemische Insektizide enthalten. Allerdings haben Untersuchungen in Kooperation mit dem Julius Kühn-Institut gezeigt, dass Guttation in Zuckerrüben nur selten, bei hoher Luftfeuchte und für einen kurzen Zeitraum in den frühen Morgenstunden auftritt. Zugleich gibt es ein reichliches Wasserangebot in der angrenzenden Vegetation durch Guttation und Tau.

Blütenstände von Zuckerrüben (Schosser) und blühende Unkräuter im Zuckerrübenfeld könnten eine Gefahr für Bestäuber darstellen, weil Unkräuter über den Boden auch Neonicotinoide aufnehmen könnten. In der Regel bekämpft der Anbauer aber Unkräuter bereits im Keimblattstadium und damit weit vor der Blüte. Die Schosserneigung von Zuckerrüben liegt unter 0,05 % und damit sind Schosser sehr selten.

Wenige Informationen liegen zur Wirkung von Rückständen der Neonicotinoide nach Ernte der Zuckerrüben auf Nicht-Zielorganismen vor. Diskutiert werden insbesondere Neonicotinoide und deren Abbauprodukte in Pollen, Nektar oder Guttationsflüssigkeit der Nachfrucht (überwiegend Weizen). Klar ist, dass die Wirkstoffe über die Ernte hinaus weiter im Boden abgebaut werden und zusätzlich Verdünnungseffekte zum Tragen kommen durch die nachfolgenden Bearbeitungsmaßnahmen, die unvollständige Aufnahme der Neonicotinoid-Rückstände in der Nachfrucht sowie dem Wachstum der Kultur. Alle diese Vorgänge gemeinsam reduzieren ein potenzielles Risiko für Bestäuber in der Nachfrucht und senken die Konzentrationen von Neonicotinoiden in Pollen, Nektar oder Guttationsflüssigkeit der Nachfrucht um Größenordnungen gegenüber der Konzentration in Zuckerrübenpflanzen.

Vor dem Hintergrund möglicher Alternativen und den damit verbundenen Risiken sollte berücksichtigt werden, ob ein Verbot der Neonicotinoide in Zuckerrüben tatsächlich die Situation für Honig- und Wildbienen verbessert. Ein Zusammentreffen von Bienen mit alternativen Wirkstoffen gegen Blattläuse wie Pirimicarb oder lambda-Cyhalothrin, die flächig ausgebracht werden, scheint wahrscheinlicher als die Exposition von Bestäubern mit Neonicotinoiden aus der Saatgutbehandlung bei Zuckerrüben.

Projektbearbeitung: Melanie Hauer-Jäckli, Nicol Stockfisch

Vergilbungsviren der Zuckerrübe

Seit Juni 2017 wird ein Forschungsprojekt zur „Abschätzung des Befallsrisikos von Vergilbungsviren der Zuckerrübe – Vorausschauende Entwicklung von Kontrollstrategien unter Berücksichtigung der Neonikotinoid- und Insektizidresistenz Problematik des Insektenvektors“ in Kooperation mit der Deutschen Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) und allen Zuckerübenzüchtungsunternehmen bearbeitet.

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist das Befalls- und Ertragsrisiko von Vergilbungsviren des „Virus Yellow“ Komplex in Zuckerrüben unter einem Szenario fehlender neonikotinoide Saatgutbeizung detailliert abzubilden und zu bewerten. Es sollen die wissenschaftlichen Grundlagen für die vorausschauende Entwicklung von alternativen integrierten Kontrollmaßnahmen geschaffen werden und es wird die im Projekt kooperierenden Unternehmen bei der Entscheidungsfindung für aufwändige Resistenzselektions- und Resistenzzüchtungsprogramme für eine Resistenzselektion gegenüber Vergilbungsviren unterstützen. In 2017 wurden bereits umfangreiche Monitoringaktivitäten zur Beschreibung der geografischen Verbreitung der unterschiedlichen am Krankheitskomplex beteiligten Spezies inklusive des Nachweises von genetischer Variabilität durchgeführt. Zur geplanten Etablierung von Resistenzprüfverfahren, wurden Kulturen der bisher beteiligten Viruspezies etabliert und Versuche zur Effizienz der künstlichen Blattlausübertragung und Symptomausprägung durchgeführt (Abb. 1).



Abb. 1: Symptomausprägung an Zuckerrübenjungpflanzen nach *Myzus persicae* Übertragung von Beet chlorosis virus (BChV) 28 Tage nach Inokulation; links: BChV-Infektion, rechts: Gesundkontrolle

Weitere Arbeitsschwerpunkte in dem Projekt sind die Bestimmung des Einflusses einer fehlenden Neonikotinoid Beizung am Saatgut auf Befallsausprägung im Feld, Entwicklung von spezifischen Nachweisverfahren, Untersuchung der Virusvermehrung und -ausbreitung in Zuckerrübe, sowie die Untersuchung des Einflusses auf Ertrag und Qualität im Feld.

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Projektbearbeitung: Mark Varrelmann

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Betriebsbefragung zur Produktionstechnik: Kann durch den Einsatz von Maschinenhacke die Aufwandmenge von Herbiziden reduziert werden?

In den Leitlinien des Integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau heißt es: „Bei einer Entscheidung für die direkte bzw. gezielte Bekämpfung eines Schaderregers sind nichtchemische Abwehr- und Bekämpfungsmaßnahmen der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel vorzuziehen... (dies) sind beispielsweise die mechanische Unkrautbekämpfung durch maschinelles Hacken...“. Die Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau liefert jährlich von knapp 350 Betrieben Daten über chemischen und mechanischen Pflanzenschutz auf dem jeweils größten Zuckerrübens Schlag des Betriebs. Ersetzt die maschinelle Hacke tatsächlich in der Praxis die Anwendung von Herbiziden?

In den Jahren 2010 bis 2016 haben 12 % der befragten Betriebe die Maschinenhacke ganzflächig eingesetzt. Weitere 7 % der Betriebe setzten die Maschinenhacke auf einem Teil des Schlages ein. In 99 % der Betriebe, in denen Maschinenhacke angewendet wurde, fand auch chemischer Pflanzenschutz statt. Um die Wechselwirkung zwischen Maschinenhacke und Herbizidaufwand zu untersuchen, wurden die Befragungsdaten von 1091 Betrieben aus der Region Süd analysiert. Die Region „Süd“ umfasst die Bundesländer Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Bayern. Diese Region wurde ausgewählt, um den Unterschied in der Anzahl Betriebe zwischen den beiden analysierten Gruppen „Betriebe ohne ganzflächige Maschinenhacke“ (849 Betriebe in 7 Jahren) und „Betriebe mit ganzflächiger Maschinenhacke“ (242 Betriebe in 7 Jahren) möglichst gering zu halten, denn 79 % der Betriebe mit ganzflächiger Maschinenhacke sind in der Region „Süd“ angesiedelt. Es wurden in die Gruppe der „Betriebe mit ganzflächiger Maschinenhacke“ alle Betriebe in die Auswertung einbezogen, die den Schlag mindestens einmal ganzflächig gehackt hatten. Alle übrigen Betriebe mit einer teilflächigen Maschinenhacke (z.B. zur Bodenpflege im Vorgewende) oder ohne Maschinenhacke wurden zur Gruppe „Betriebe ohne ganzflächige Hacke“ zusammengefasst. Die Menge der eingesetzten herbiziden Wirkstoffe ab Ernte der Vorfrucht wurde mittels Wilcoxon-Test zwischen den beiden Gruppen verglichen.



Hackwerkzeug im Einsatz
Foto: Franz Hesse

Die Gesamtmenge der eingesetzten Herbizide verringerte sich signifikant in Betrieben mit ganzflächiger Maschinenhacke um 755 g/ha (Abb. 1). Diese Reduktion zeigte sich tendenziell bei allen umfangreich angewendeten Wirkstoffen und war für die Wirkstoffe Desmedipham, Glyphosat, Lenacil, Metamitron, Phenmedipham und Triflursulfuron signifikant. Die Ergebnisse zeigen, dass in Betrieben, die Maschinenhacke ganzflächig einsetzten im Durchschnitt weniger chemische Her-

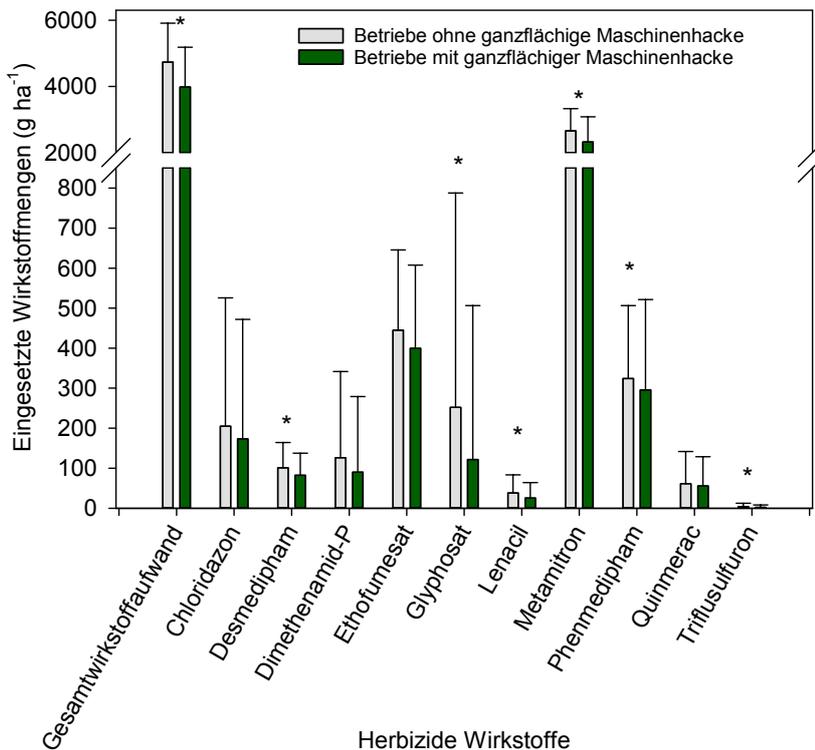


Abb. 1: Menge eingesetzter herbizider Wirkstoffe in Betrieben ohne (n=849) und mit (n=242) ganzflächiger Maschinenhacke. Sternchen * zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Datenbasis: Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau; 1091 Betriebe aus den Jahren 2010-2016, aus der Region „Süd“

bizide eingesetzt wurden. Aus der Kombination der Wirkstoffe, die in Betrieben mit ganzflächiger Hacke signifikant weniger eingesetzt werden, zeigt sich, dass es sich dabei um die gängigen Produkte handelt.

Um der Frage nachzugehen, an welcher Stelle im betrieblichen Ablauf die Einsparung der herbiziden Wirkstoffe stattfand, wurden einerseits die Anzahl der Behandlungen nach Auflauf im Keimblattstadium der Unkräuter (NAK) zwischen den Gruppen verglichen. Außerdem wurde bei allen Betrieben der Behandlungsindex (BI) für jede NAK gebildet. Der Behandlungsindex berechnet sich aus der Menge der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel bezogen auf die behandelte Teilfläche und die zugelassene Aufwandmenge pro ha. Die Summe dieser Teilindizes über alle durchgeführten Einzelanwendungen in einer NAK auf dem Schlag ergibt dann den jeweiligen NAK-spezifischen Behandlungsindex. Berücksichtigt wurden nur diejenigen Betriebe aus der Region „Süd“ die mindestens eine ganzflächige NAK durchgeführt hatten und eine NAK nicht auf mehrere Tage aufteilten. Durch die Einschränkung reduzierte sich der analysierte Datensatz für diese Fragestellung auf 1037 Betriebe. Sowohl die Anzahl NAKs als auch der durchschnittliche BI pro NAK waren in Betrieben mit ganzflächiger Maschinenhacke signifikant geringer als in Betrieben in denen nicht ganzflächig gehackt wurde (Tab. 1). Letzteres kann sowohl durch eine geringere Menge eines Produkts als auch durch die Reduzierung der Anzahl Produkte her-

Tab. 1: Mittelwerte über die Anzahl NAKs und den BI pro NAK. Die Mittelwerte der beiden Gruppen, betrieben ohne und mit ganzflächiger Maschinenhacke, verglichen (Wilcoxon-Test). a und b geben signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wieder. Datenbasis: Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau; 1037 Betriebe aus den Jahren 2010-2016, aus der Region „Süd“

	Betriebe ohne ganzflächige Maschinenhacke (n=814)	Betriebe mit ganzflächiger Maschinenhacke (n=223)
Anzahl NAKs	3,31 ± 0,73 ^a	2,92 ± 0,75 ^b
BI pro NAK	0,68 ± 0,17 ^a	0,63 ± 0,17 ^b

vorgelassen werden. Die maschinelle Unkrautbekämpfung ersetzt also in Betrieben, die sie ganzflächig anwenden, teilweise die Anwendung von Herbiziden im Sinne der Leitlinien des Integrierten Pflanzenschutzes. Trägt man alle Herbizid- und Maschinenhacke-Anwendungen auf einer Zeitachse nach Tagen ab Aussaat auf, fällt auf, dass die Verteilung der NAKs über die Zeit in Betrieben mit und ohne ganzflächige Maschinenhacke gleich ist. Ein Großteil der Hackanwendungen finden dagegen später statt als die NAKs (Abb. 2).

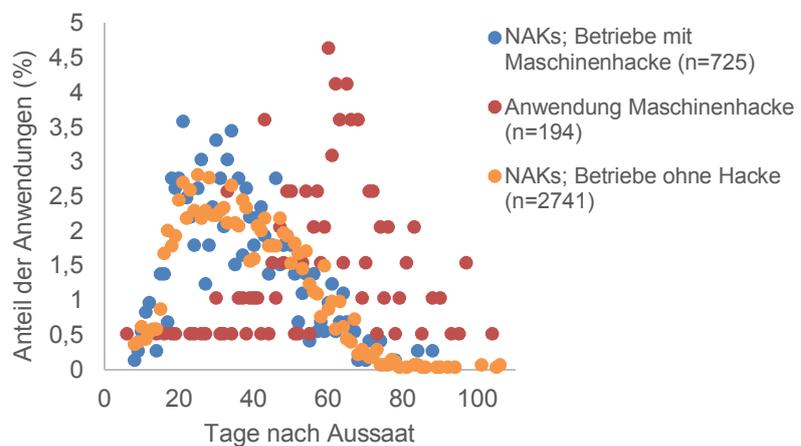


Abb. 2: Anteil der Anwendungen von Maschinenhacke und NAK aufgetragen nach dem Anwendungstag nach Aussaat der Zuckerrüben. Es wurden alle Herbizid- und Maschinenhacke-Anwendungen bis 110 Tage nach Aussaat berücksichtigt.

Projektbearbeitung: Christel Roß, Nelia Nause, Nicol Stockfisch

Resistenz und Toleranz von Zuckerrüben gegenüber *Cercospora beticola* und Bedeutung für den Anbau

Verbreitung und Befallsstärke der *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit haben in Deutschland in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Gleichzeitig werden zunehmend Stämme des Erregers *Cercospora beticola* gefunden, die verringerte Sensitivität oder auch Resistenz gegenüber fungiziden Wirkstoffen aufweisen. *Cercospora*-resistenten oder -toleranten Zuckerrübensorten kommt damit eine steigende Bedeutung für den Anbau zu.

Toleranz beschreibt die Ertragsreaktion von Sorten auf den Befall mit Blattkrankheiten und Resistenz die Symptomausprägung am Blatt. Um beide Eigenschaften für die aktuell verfügbaren Zuckerrübensorten zu beschreiben, wurden in diesem Projekt Daten aus insgesamt 45 Sortenversuchen der Jahre 2014-2016 ausgewertet, die zweifaktoriell mit und ohne Fungizidapplikation durchgeführt wurden. Eine unterschiedliche Sortenreaktion auf *Cercospora* lässt sich am besten bei starkem Befall beschreiben, der in 15 Versuchen auftrat. Für diese wurde die Differenz im Bereinigten Zuckerertrag zwischen den beiden Stufen mit und ohne Fungizid berechnet und in Relation zur Befallsstärke am Blatt gesetzt (Abb. 1).

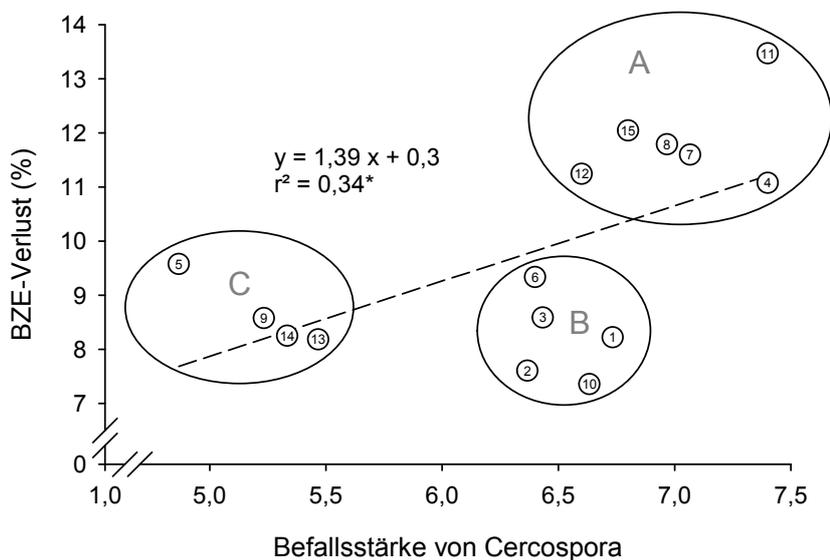


Abb. 1: Befallsstärke von *Cercospora*-Blattflecken von 15 Zuckerrübensorten und relativer Verlust im Bereinigten Zuckerertrag (BZE) ohne Fungizideinsatz (100 = BZE der Sorte mit Fungizid). 15 Umwelten mit Starkbefall (Boniturnote vor Ernte ohne Fungizid ≥ 5) in Deutschland 2014-2016; * signifikant bei $p \leq 0,05$.

Mit steigender Befallsstärke stieg auch der relative Verlust im Bereinigten Zuckerertrag. Diese Beziehung war allerdings nicht sehr eng, da sich drei Gruppen von Sorten identifizieren ließen, die unterschiedlich auf *Cercospora* reagierten. Gruppe A zeigte den stärksten Befall am Blatt und auch die stärkste Ertragsreaktion und umfasste die anfälligen

Berichte aus der Forschung

Sorten. Gruppe C hatte den geringsten Befall und zeigte eine geringere Ertragsreaktion als Gruppe A, diese Sorten wurden als resistent eingestuft. Gruppe B wies zwar einen stärkeren Befall auf als Gruppe C, aber die Ertragsreaktion war in gleicher Größenordnung, diese Sorten wiesen somit Toleranzeigenschaften auf.

Bislang war die Akzeptanz von Sorten mit geringer Anfälligkeit gegenüber *Cercospora* in der Praxis eher niedrig, da diese bei geringem oder keinem Befall ein niedrigeres Ertragsniveau hatten als anfällige Sorten. Aufgrund des züchterischen Fortschritts gibt es heute jedoch Sorten, bei denen dieser Ertragsnachteil nicht mehr auftritt (Abb. 2). In allen drei Gruppen mit unterschiedlicher *Cercospora*-Anfälligkeit waren Sorten vorhanden, die auch bei geringem bis keinem Befall einen überdurchschnittlichen Ertrag erzielten.

Dies verbessert die relative Vorzüglichkeit von Sorten mit Resistenz- oder Toleranzeigenschaften gegenüber *Cercospora*. Besondere Bedeutung kommt dabei den resistenten Sorten zu.

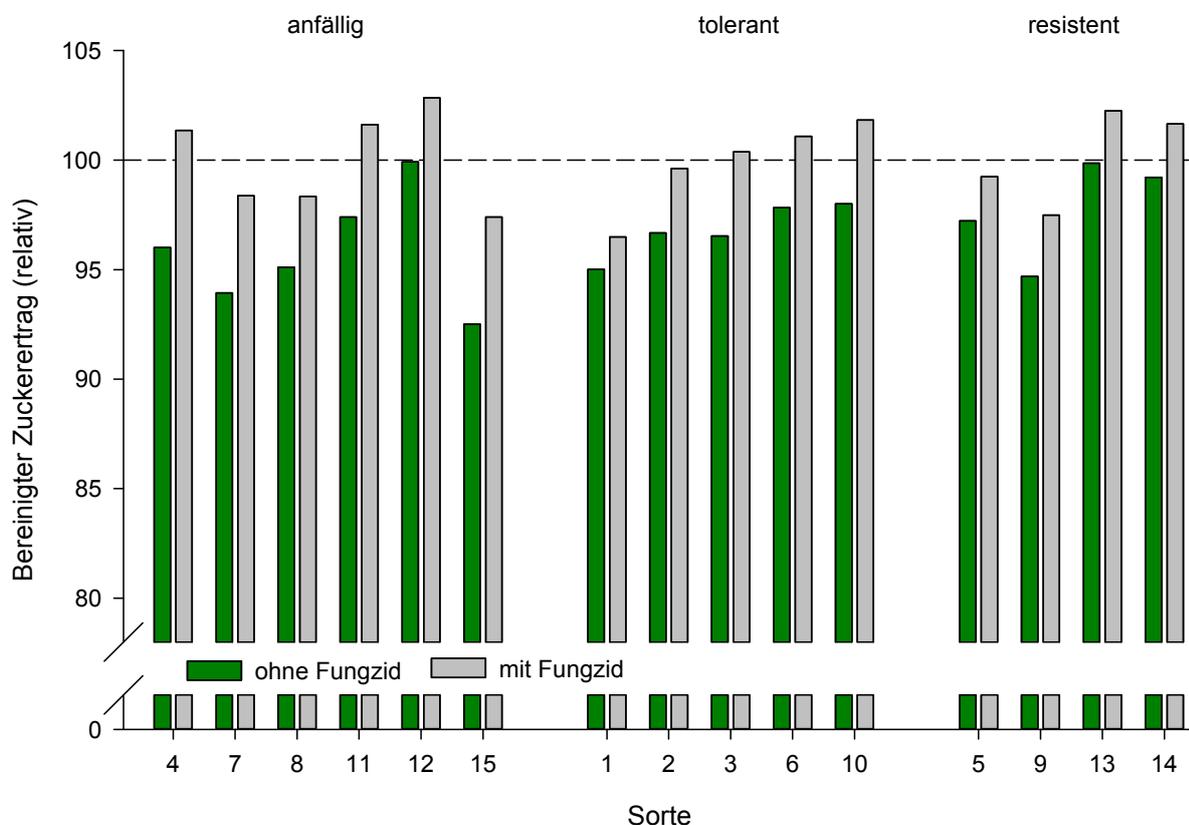


Abb. 2: Bereinigter Zuckerertrag von 15 Zuckerrübensorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit für *Cercospora beticola* mit und ohne Fungizideinsatz. 30 Umwelten mit keinem bis geringem Befall (Boniturnote vor Ernte in der Stufe ohne Fungizid < 5) in Deutschland 2014-2016. 100 = Mittel aller Sorten mit Fungizid;

Eine ökonomische Analyse der Versuchsergebnisse hat ergeben, dass die direkt- und arbeitsleistungskostenfreie Leistung (DAKfL) aller Sortentypen bei geringem Befallsdruck fast gleich war. Bei hohem Befallsdruck dagegen lag die DAKfL aller resistenten Sorten um 150-160 € ha⁻¹ über der von toleranten und anfälligen Sorten. Dies hat zwei Gründe: Anfällige und tolerante Sorten fallen trotz Fungizidbehandlung im Ertrag zurück und die resistenten Sorten erreichen die Schadschwellen später, so dass von einer eingesparten Fungizidbehandlung ausgegangen wurde.



Sorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit für Cercospora im Vergleich

Projektbearbeitung: Johannes Vogel, Christine Kenter

Nachweis von Cercospora-Sporen

Seit 2015 wird ein Projekt in Kooperation mit der BASF und dem IRS mit dem Titel „Early leaf disease control“ (ELDC) durchgeführt. Der in diesem Projekt bearbeitete Schaderreger ist *Cercospora beticola*, welcher die ökonomisch wichtigste Blattfleckenkrankheit an Zuckerrübe verursacht. Ziel des Projektes ist es, durch quantitative Bestimmung des Sporenflugs des Pilzes einen Zusammenhang zwischen Zeitpunkt des Inokulumauftritts und Auftreten sowie Entwicklung der *Cercospora*-Blattflecken herzustellen und ggf. für eine Befallsprognose und chemische Kontrollmaßnahmen einsetzen zu können.

Die Bekämpfung von *Cercospora*-Blattflecken in Zuckerrüben erfolgt aktuell hauptsächlich durch DMI- (Azole) und QoI-Fungizide (Strobilurine). Insbesondere die Wirksamkeit von QoIs sind von „target-site“ Resistenz bedroht. Daher und vor dem Hintergrund, dass keine Sorten mit vollständiger Resistenz gegen *C. beticola* verfügbar sind, ist eine gezielte, zeitspezifische und nachhaltige Bekämpfung der *Cercospora* Blattflecken von großer Bedeutung. Im aktuellen Bekämpfungsschwellen-Modell für Fungizid-Applikationen wird die Anwesenheit von Sporen-Inokulum in der Luft, also das tatsächliche Risiko für eine Infektion, bisher jedoch nicht berücksichtigt. Der Nachweis und die Quantifizierung der Sporen in der Luft im Zusammenhang mit dem Befalls-Auftreten könnten zukünftig eine Grundlage für eine spezifischere Bekämpfung der *Cercospora* Blattflecken darstellen.

2017 wurde bei Göttingen eine Fläche von ca. 0,1 ha zur Aussaat einer *Cercospora*-anfälligen Sorte mit befallenem Blattmaterial inokuliert. Die inokulierte Fläche wurde im Zeitraum vom 07.06. bis zum 01.09. mit einer Sporenfalle ausgestattet. Dreimal wöchentlich wurde die Sporenfalle beprobt, so dass die gewonnenen Daten einen zwei- bis drei-Tageszeitraum wiedergeben. Nachfolgend wurde die Gesamt-DNA der Probe extrahiert und spezifisch die DNA von *C. beticola* durch eine qPCR detektiert und quantifiziert. Parallel wurde die Befallshäufigkeit innerhalb der Fläche ermittelt sowie die Befallsstärke des mittleren Blattapparates abgeschätzt. Während des Versuchszeitraums fanden keine Fungizid-Applikationen innerhalb der inokulierten Fläche statt (Abb. 1).



Abb. 1: *Cercospora*-Blattflecken an Zuckerrüben der inokulierten Fläche (ca. 0,1 ha) am 30.08.2017 bei Göttingen.

Die erste Detektion von *C. beticola*-DNA erfolgte am 05.07., nachdem die Behandlungsschwelle der Befallshäufigkeit bereits überschritten war (Abb. 2). Die Konzentration der nachgewiesenen DNA variierte über den Versuchszeitraum und zeigte besonders hohe Werte im August. Etwa zwei bis drei Wochen nach der ersten Sporen DNA-Detektion konnte eine deutliche Zunahme der Befallsstärke beobachtet werden.

Eine Verringerung der Befallsstärke des mittleren Blattapparates Ende August ist auf den Blattneuaustrieb der stark befallenen Zuckerrüben zurückzuführen. Eine Vorhersage des Befalls-Beginn und damit eine mögliche präventive Behandlung der Infektion ist durch die Detektion von *C. beticola*-Sporen unter Nutzung des beschriebenen Nachweissystems daher mit dieser Methode nicht möglich. Ob der Sporenflug von *C. beticola* für die Wahl eines geeigneten Applikationszeitpunktes genutzt werden kann, muss in weiteren Versuchen überprüft werden.

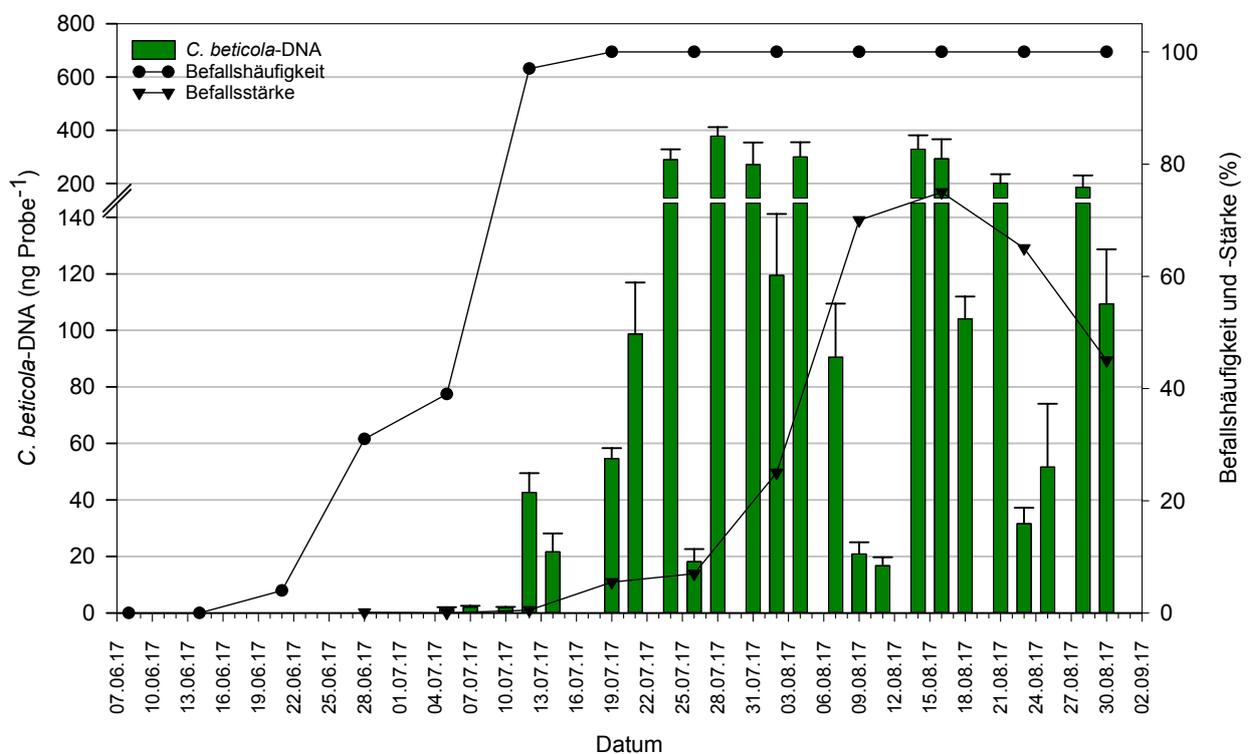


Abb. 2: Detektierte *Cercospora beticola*-DNA, Befallshäufigkeit und Befallsstärke einer inokulierten Fläche (ca. 0,1 ha) bei Göttingen.

Das Projekt wird mit Förderung von BASF SE durchgeführt.

Projektbearbeitung: Frederike Imbusch, Mark Varrelmann

Risikobewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen mit dem Indikator SYNOPS-GIS

Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg des Anbaus von Zuckerrüben ist ein effizienter Pflanzenschutz. Der chemische Pflanzenschutz trägt zur Sicherung der Erträge, und damit zur Steigerung der Produktivität bei. Laut Pflanzenschutzgesetz dürfen von Pflanzenschutzmitteln keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch oder Tier und den Naturhaushalt ausgehen (PflSchG, 2012). Nur Pflanzenschutzmittel, deren Anwendung keine unvermeidbaren Auswirkungen auf die oben genannten Bereiche haben, können eine Zulassung erhalten. Jedoch kann es auch bei sachgerechter Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unter ungünstigen Bedingungen zu Belastungen von Gewässern und Auswirkungen auf Flora und Fauna kommen, die im Rahmen des Zulassungsprozesses nicht abschätzbar sind.

In der EU-Richtlinie 2009/128/EG ist die Erarbeitung nationaler Aktionspläne durch die Mitgliedsstaaten vorgesehen, mit denen Risiken der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln reduziert werden sollen. Der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) sieht neben anderen Maßnahmen die Erhebung praxisbezogener Daten über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und die Analyse der Risiken vor. Die Intensität des chemischen Pflanzenschutzes wird anhand der Kennzahlen Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex beschrieben.

Die Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis werden vom Julius Kühn-Institut (JKI) im Rahmen der Statistikverordnung der EU (Nr. 1185/2009) erfasst. Für den Zuckerrübenanbau wurde seit 2010 jährlich eine „Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau“ durchgeführt. Die Angaben zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurden dem JKI übermittelt (PAPA (Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendung)-Erhebungen). Eine Analyse der Anwendungen chemischer Pflanzenschutzmittel im Zuckerrübenanbau ist nicht nur im Hinblick auf die Richtlinie 2009/128/EG und den nationalen Aktionsplan von Bedeutung. Kennzahlen für das Risiko des chemischen Pflanzenschutzes sind notwendig, um die Umweltwirkungen des Zuckerrübenanbaus zu dokumentieren und gegebenenfalls zu verbessern. Das Ziel des Projektes ist, die Umweltrisiken des chemischen Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau basierend auf den Erhebungen in Deutschland georeferenziert zu berechnen und räumlich zu analysieren. Die Ergebnisse dienen dazu, Pflanzenschutzstrategien im Hinblick auf das Umweltrisiko zu optimieren.

Für eine Simulation möglicher Umweltrisiken wird das Modell SYNOPS genutzt. Dieses berechnet für die einzelnen Anwendungen der Wirkstoffe das Risiko für im Boden lebende, im angrenzenden Saum lebende und aquatische Referenzorganismen. Dazu werden die Wirkstoffkonzentrationen in den Nichtziel-Kompartimenten Boden, benachbarte Oberflächengewässer und Saumbiotopie abgeschätzt. Als Eintragspfade werden für den Boden der direkte Eintrag unter Berücksichtigung der Interzeption, für Saumbiotopie die Abdrift und für Gewässer Abdrift, Runoff und Erosion betrachtet. Die akuten und chronischen Risikoindizes der betrachteten Anwendung werden als Quotient der Umweltkonzentration und der Toxizität für verschiedene Referenzorganismen ausgegeben (Exposure Toxicity Ratio = ETR).

Für jedes im Rahmen der Betriebsbefragung dokumentierte Pflanzenschutzmittel-Applikationsmuster wird auf unterschiedlichen Modellflächen ein Umweltrisiko berechnet. Das 90. Perzentil der berechneten Risikoindizes pro Applikationsmuster wird verwendet, um Applikationsmuster zu identifizieren, die auf mehreren Modellflächen höhere Risikowerte aufweisen. Gleichzeitig werden so Ausreißer ausgeschlossen, die durch modellbedingte Kombinationen von Flächen und Applikationsmustern entstehen, die so in der Realität nicht vorkommen würden. Abb. 1 zeigt, dass die 90. Perzentile pro Applikationsmuster überwiegend im sehr niedrigen und niedrigen Risikobereich liegen. Für jedes

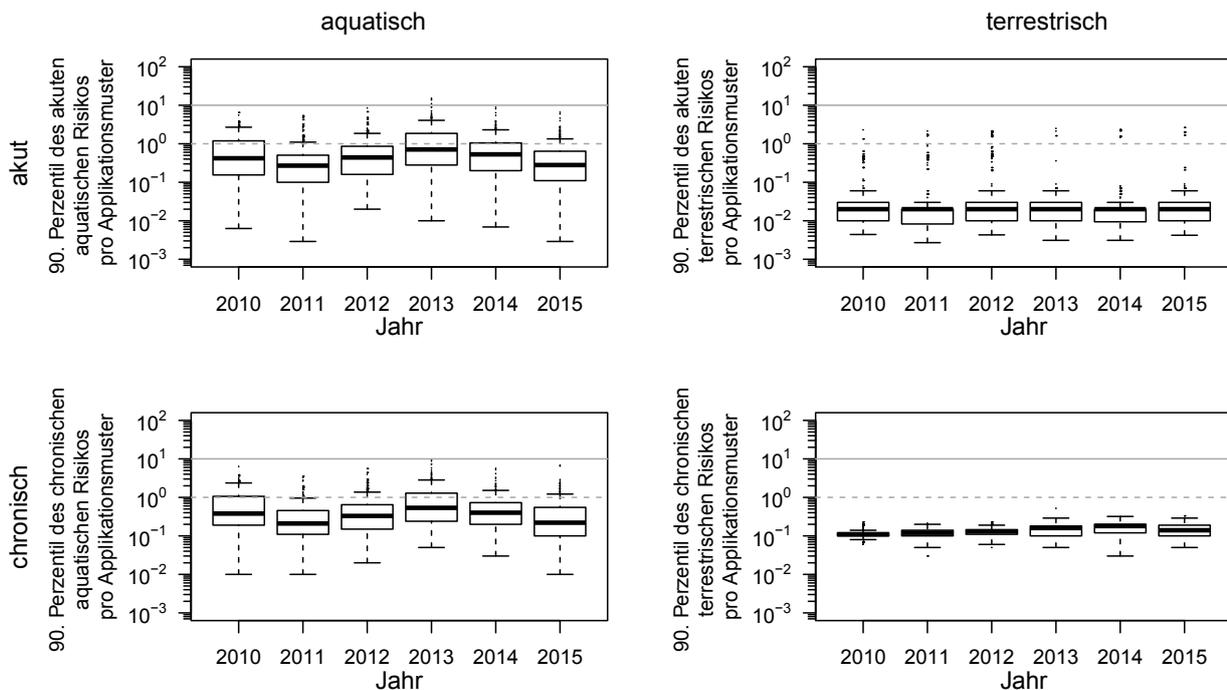


Abb. 1: Akutes und chronisches Risiko für aquatische und terrestrische Nichtzielorganismen, 90. Perzentil pro Applikationsmuster. Die gestrichelte Linie markiert die Grenze zum mittleren Risiko (ETR = 1), die durchgezogene Linie die Grenze zum hohen Risiko (ETR = 10).

Applikationsmuster lagen die berechneten Risikoindizes auf mindestens einer der Modellflächen im sehr niedrigen oder niedrigen Bereich. Die Befragungsdaten zeigen, dass die praxisüblichen Applikationsmuster sehr vielfältig und auch regional unterschiedlich sind. Um zu untersuchen, ob es Gruppen von ähnlichen Applikationsmustern gibt, die sich im Risiko voneinander unterscheiden, wurden die dokumentierten Applikationsmuster anhand ihrer Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide mittels Clusteranalyse in sechs Gruppen eingeteilt (Abb. 2). Die Gruppen unterscheiden sich sowohl in der Gesamtintensität der Pflanzenschutzstrategie, als auch in den Anteilen der unterschiedlichen Wirkstoffgruppen.

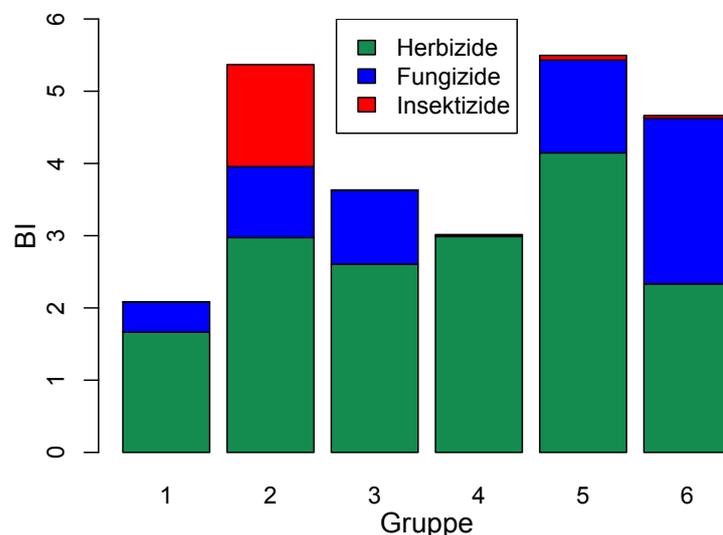


Abb. 2: Gruppen der Applikationsmuster, die sich sowohl hinsichtlich ihrer Gesamtintensität, als auch in den Anteilen der Wirkstoffgruppen unterscheiden.

Die Gruppen sind regional unterschiedlich stark vertreten. So kommen Applikationsmuster der Gruppe sechs mit einem relativ hohen $BI_{\text{Fungizide}}$ im Süden Deutschlands deutlich häufiger vor als in anderen Regionen. Zusätzlich zu den regionalen Unterschieden in der Verbreitung der Applikationsmuster gibt es auch regionale Unterschiede bei den Flächeneigenschaften (z. B. Bodenart, Hangneigung), der Umgebung (z. B. Gewässernähe) und der Witterung.

Im weiteren Projektverlauf sollen neben der gruppenspezifischen Risikobetrachtung auch die Wechselwirkungen zwischen den Applikationsmustern und den Modellflächen genauer analysiert werden, um Risikoreduktionspotentiale aufzeigen zu können.

Das Projekt wird in Kooperation mit dem JKI für Strategien und Folgenabschätzung und mit Förderung von BASF SE durchgeführt.

Projektbearbeitung: Nelia Nause und Nicol Stockfisch

Rodersystemvergleich – Einfluss der Erntequalität auf Lagerungsverluste

Bei der maschinellen Zuckerrübenernte unterscheiden sich Erntesysteme im Hinblick auf Köpfen, Roden und Abreinigen. Daher ist vorstellbar, dass es bei verschiedenen Zuckerrübenrodern und Abreinigungsintensitäten auch zu Unterschieden im Ausmaß und der Art der Beschädigung kommen kann. Dies ist nicht nur ein Problem der Masseverluste, sondern es hat sich gezeigt, dass Rüben mit Beschädigungen höhere Verluste bei der anschließenden Lagerung aufweisen.

Die umfangreichen Untersuchungen wurden in Kooperation mit den Maschinenherstellern Grimme, Holmer und Ropa sowie mit Nordzucker in den Jahren 2015 und 2016 durchgeführt. Ziel war es, zu analysieren, wie sich die Ernte mit verschiedenen Rodern mit unterschiedlicher Abreinigungsintensität auf die Erntequalität und Beschädigung von zwei Sorten auswirkt und welchen Einfluss dies auf die Lagerfähigkeit der Rüben hat.

Die Beerntung erfolgte in beiden Jahren Anfang Oktober auf 4 Standorten. Die Versuche wurden mit 2 Sorten, 2 Rodern und 3 Abreinigungsintensitäten vollrandomisiert in 3 Feldwiederholungen auf 200 m langen Parzellen durchgeführt (Abb. 1). Die Abreinigungsintensität der Roder wurde auf schonend, praxisüblich bzw. aggressiv eingestellt. Als Vergleich diente eine beschädigungsarme Handernte. Nach der Ernte wurde der Durchmesser von Köpfschnitt und Wurzelspitze der Rüben gemessen, die oberflächliche Beschädigung bonitiert und die Köpfqualität bestimmt. Nach der Lagerung in einem Klimacontainer wurde der Anteil der mit Schimmel und Fäule befallenen Rübenoberfläche bonitiert, Invertzuckergehalte und relative Zuckerverluste bestimmt.



Abb. 1: Parzellenweise Beerntung mit unterschiedlichen Einstellungen; Rodersystemvergleich 2016 (Foto: M. Schulte, Nordzucker)

Mit einer Faktoranalyse konnten Muster zur Charakterisierung der Standorte, Sorten und Erntetechnik identifiziert werden. Es zeigten sich deutliche Unterschiede in Wurzelspitzenbruch und Beschädigung der Rüben auf den verschiedenen Standorten; dabei stieg der Spitzenbruch der Rüben mit steigender Abreinigungsintensität (Abb. 2). Es gab eine enge Beziehung zwischen dem Ausmaß der oberflächlichen Beschädigung der Rüben und dem Befall mit Schimmel und Fäule nach der Lagerung. So waren auf Standorten mit geringerem Spitzenbruch und geringerer Beschädigung auch die Lagerungsverluste der Rüben niedriger. Dabei war dies kein Effekt der Bodenart, sondern offensichtlich beeinflussen die Wachstumsbedingungen der Zuckerrüben während der Vegetationsperiode die Beschädigungsempfindlichkeit der Rüben und damit die Lagerfähigkeit. Auch bei den Sorten zeigte sich, dass die Sorte mit geringeren Beschädigungen auch geringere Lagerungsverluste aufwies.

Generell gab es somit einen engen kausalen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Beschädigung und den Lagerungsverlusten. Die Intensität der Abreinigung und damit die Einstellung des Roders hatte für den Befall mit Schimmel und Fäule, die Invertzuckerbildung und die Zuckerverluste der Rüben eine weitaus höhere Bedeutung als das Erntesystem. Offensichtlich verursachten die Erntesysteme eine unterschiedliche Art der mechanischen Belastung auf die Rüben, die mit der visuellen Bonitur nicht vollständig erfasst werden kann.

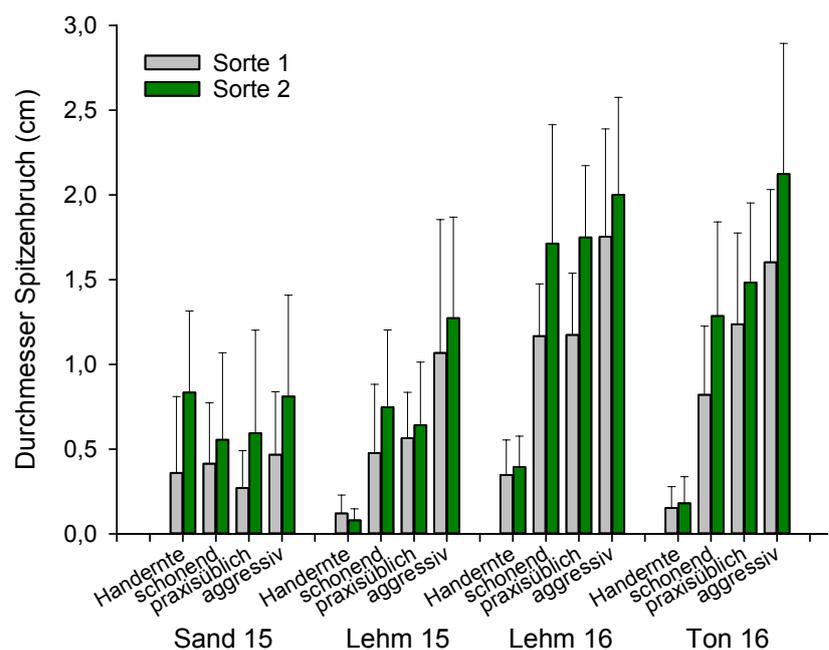


Abb. 2: Wurzelspitzenbruch von zwei Zuckerrübensorten bei der Ernte mit unterschiedlicher Abreinigungsintensität auf 4 Standorten 2015 und 2016; Rodersystemvergleich, Mittel von 2 Rodern, Handernte als Vergleich

Es erfordert weitere intensive Untersuchungen, um grundsätzlich zu klären, welche Art der Beschädigung verursacht wird, wie sich diese auf die Lagerungsverluste auswirkt und an welcher Stelle in einem Roder mechanische Belastungen auftreten, die Beschädigungen an Rüben verursachen.



Der aufwendige Weg vom Roden der Parzellen über die Bonitur der Rüben bis hin zur Einlagerung in Säcken gelingt nur mit viel Unterstützung.

Das Projekt wurde in Kooperation mit Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Holmer Maschinenbau GmbH, ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH und Nordzucker AG durchgeführt.

Projektbearbeitung: Christa Hoffmann

COBRI Storage: Charakterisierung von Zuckerrübensorten für Lagerstabilität

Die Verminderung von Lagerungsverlusten stellt eine wichtige Maßnahme dar, um die Effizienz der Produktion auch bei langen Kampagnen zu erhalten. Lagerstabile Sorten könnten dabei eine Rolle spielen. Für die Sortentestung sind Lagerungsversuche allerdings zu arbeits- und zeitaufwendig. Daher wird nach einem Kriterium gesucht, mit dem eine lagerstabile Sorte schon bei der Ernte charakterisiert werden kann.

In Zusammenarbeit mit den COBRI Partnern IRS, NBR und IRBAB sowie den Züchterhäusern KWS, Strube Research, Syngenta und SES VANDERHAVE wurden 2015 und 2016 in den 4 Ländern Versuche mit 10 Sorten angelegt. Die geernteten Rüben wurden zum einen bei dem jeweiligen Institut gelagert, zum anderen wurden von allen Versuchen Proben ins IfZ geschickt und dort gelagert. Um die Umweltstabilität verschiedener Ertrags- und Qualitätsmerkmale zu prüfen, wurden ferner in beiden Jahren die 10 Sorten in 23 Umwelten 2015 und 2016 in Deutschland angebaut.

Die Ergebnisse zeigten einen deutlichen Einfluss des Standortes auf das Ausmaß des Wurzelspitzenbruchs und die oberflächliche Beschädigung der Rüben. Für die Sorten konnte ein generelles Muster festgestellt werden: Ein geringer Markgehalt zur Ernte resultierte in einem höheren Ausmaß an Wurzelspitzenbruch sowie Beschädigungen (Abb. 1). Dies war verbunden mit erhöhtem Befall von Schimmel und Fäule sowie höheren

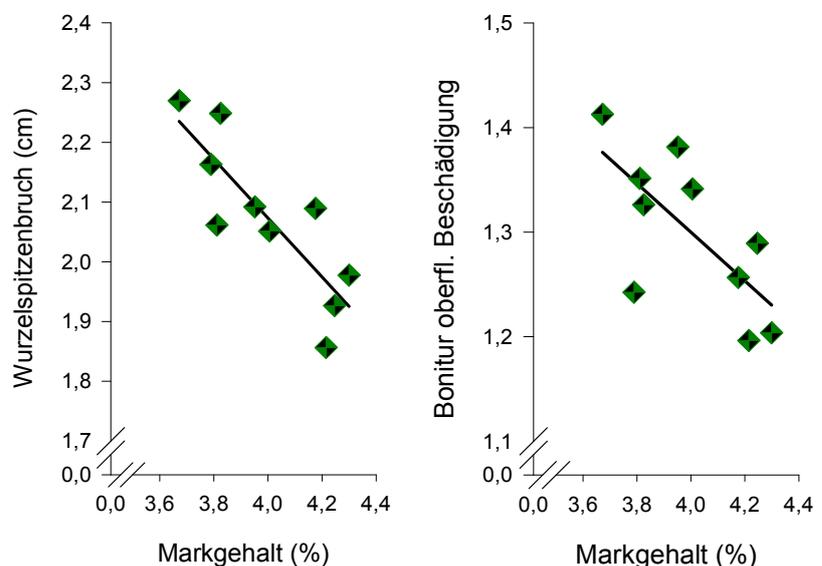


Abb. 1: Wurzelspitzenbruch und Beschädigungen von 10 Zuckerrübensorten in Abhängigkeit vom Markgehalt; Mittel von 8 Umwelten (D, NL, B, S, 2015 und 2016)

Invertzuckergehalten und Zuckerverlusten während der Lagerung. Mit Ausnahme einer Sorte erlaubte der Markgehalt somit eine recht zuverlässige Einschätzung der Lagerfähigkeit der Sorten.

Darüber hinaus stellte sich der Markgehalt als das umweltstabilste Merkmal von Zuckerrüben heraus: Eine Sorte mit einem hohen Markgehalt wies unabhängig vom Standort einen höheren Markgehalt auf als Sorten mit niedrigem Markgehalt. Das lässt den Schluss zu, dass Züchtung und Selektion auf höhere Markgehalte und damit bessere Lagerfähigkeit denkbar ist.



Rüben werden nach der Ernte der Versuchspartzen in Säcke gepackt.

Projektbearbeitung: Christa Hoffmann

Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise

Der Koordinierungsausschuss (KA) am Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) befasst sich mit aktuellen und zukunftsorientierten fachlichen Themen des Anbaus von Zuckerrüben und der bundesweiten sowie internationalen Planung von beratungsbezogenen Feldversuchen (technische Forschung) in den Bereichen Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Sorten bei Zuckerrüben.

Die Expertise des Koordinierungsausschusses fließt auch in die Arbeit des Ausschusses für Rübenanbau der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker ein. Fachlich unterstützt wird der KA durch Arbeitskreise (AK), die seit 2017 operativ selbständig arbeiten. Über die Sprecher der AK aus dem IfZ wird das Fachwissen des Instituts eingebunden. Die Organisation des KA erfolgt durch die Abteilung Koordination. Die internationale Kooperation in der technischen Forschung mit dem Verbund Coordination Beet Research International (COBRI) besteht aus den Rübenforschungsinstituten in Belgien, Deutschland, Dänemark/Schweden und den Niederlanden. Vom KA oder in COBRI geplante Feldversuchsserien werden wechselseitig mit Beteiligung von COBRI-Partnern bzw. in Deutschland auch der regionalen Arbeitsgemeinschaften durchgeführt. Ein großes länderübergreifendes Interesse besteht in COBRI bei den Themen Lagereignung von Sorten, Einsatz von Neonicotinoiden und dem Herbizidsystem Conviso® One. Die Programmkoordination in COBRI erfolgt ebenfalls über die Abteilung Koordination.

Im AK Pflanzenbau wurden die zweijährigen Ergebnisse aus bundesweit 24 Versuchsumwelten zu unterschiedlichen Reihenweiten und unterschiedlichen Sämaschinen diskutiert. Die Reihenweite (30/33, 45 und 60/66 cm) hatte keinen signifikanten Effekt auf den Zuckerertrag. Bei einer von zwei geprüften Sämaschinen traten Effekte auf, die jedoch vermutlich technisch bedingt waren, auch wenn die genauen Ursachen nicht ermittelt werden konnten. Der erwartete Abfall im Ertrag bei der Reihenweite 60 cm konnte nicht festgestellt werden. Die Versuche zur kombinierten chemisch-mechanischen Unkrautkontrolle wurden in drei Jahren in insgesamt 18 Umwelten durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Hacke auch bei Mulchsaat erfolgreich eingesetzt werden kann. Der Mulchdeckungsgrad nahm durch die Hacke um ca. 50 % ab. Die Gesamtkosten lagen für das Hacken im Vergleich zur rein chemischen Unkrautbekämpfung etwa 70-100 €/ha niedriger. Dieses Ergebnis wurde auch in der Praxis bestätigt. Weitere Themen betreffen die Neufassung der Düngeverordnung, die ökologische Bewertung von Energiefruchtfolgen mit und ohne Zuckerrüben, die Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an

die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens und Fruchtfolgeeffekte auf den Rübenertrag.

Für den AK Pflanzenschutz stehen als Themen die Nutzung und Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln sowie mögliche Monitoringsysteme im Fokus. Einerseits sind es Resistenzen gegenüber Fungiziden, aber auch das Risiko der Resistenzentwicklung beim Einsatz von Conviso® One. Diese Diskussion hat auch Eingang in die Überarbeitung der Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau gefunden. Zur aktuellen Situation im Pflanzenschutz wird aus dem IfZ regelmäßig aus der Betriebsbefragung berichtet und dies mit den Kenntnissen aus den Regionen abgeglichen. Gemeinsam mit dem AK Pflanzenbau wurden die Ergebnisse zur kombinierten chemisch-mechanischen Unkrautbekämpfung diskutiert. Zudem werden als übergeordnete Herausforderungen der Inhalt und die Ziele des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz behandelt. Über die fachlichen Aspekte der europaweit geführten Diskussion zu einem möglichen Anwendungsverbot von Neonicotinoiden und Glyphosat wird der AK laufend informiert. Neben den in der Routine durchgeführten Feldversuchen zu Fungiziden, Herbiziden und Insektiziden am Saatgut wird erstmals eine Versuchsserie zum Resistenzmanagement bei Fungiziden mit gegenüber Blattkrankheiten unterschiedlich anfälligen Sorten durchgeführt (s. Seite 41). Auch zu dem Herbizidsystem Conviso® Smart wurden erste Versuchsergebnisse vorgestellt.

Der AK Sorten hat sich zusammen mit den Züchtungsunternehmen mit methodischen Fragen zur Lagereignung von Sorten befasst. Auch wenn noch keine allgemein anwendbaren Parameter zur Charakterisierung der Lagereignung von Sorten definiert wurden, wurden bereits Lagerungsversuche durchgeführt, um möglichst frühzeitig belastbare dreijährige Ergebnisse für die Sortenberatung zur Verfügung stellen zu können. Eine weitere methodische Frage war die Ableitung der Sortenertragsleistung unter Rhizoctoniabefall. Aufgrund des extrem ungleichmäßigen Befalls mit Rhizoctonia im Feld ist keine ausreichend präzise Schätzung der Ertragsleistung möglich. Daher wurde eine Methode zur Ableitung der Ertragsleistung unter Befall erarbeitet, deren Ergebnisse für die Beratung zur Verfügung gestellt werden und die einen geringeren Aufwand bei der Versuchsdurchführung benötigt (s. Seite 43). Weiterhin wurden in den Jahren 2016 und 2017 grundlegende Fragen zur Sortenprüfung in Feldversuchen bearbeitet. Es handelt sich dabei um die notwendige Stichprobengröße und im Weiteren um den Einfluss von Stirnreihen auf die Sortenleistung, -rangfolge und die Homogenität von Sortenversuchen (s. Seite 38). Die fachlich korrekte Interpretation von Daten zum Erdanhang und die Testung von Sorten mit Gürtelschorf sind weitere aktuelle Themen.

Methodische Untersuchungen zur Präzision von Sortenversuchen

Um die Sortenleistung von Zuckerrüben exakt beurteilen zu können, ist in den entsprechenden Feldversuchen größtmögliche Präzision gefordert. Ziel ist es dabei, möglichst homogene Stichproben zu erzeugen, denn je geringer die Streuung, desto eher lassen sich auch geringe Sortenunterschiede statistisch absichern.

In den Jahren 2016 und 2017 wurden zwei Versuchsserien durchgeführt, die sich der Fragestellung widmeten, ob und wie die Präzision in den Sortenversuchen weiter gesteigert werden kann. In einer Versuchsserie lag der Fokus auf der optimalen Größe der Stichprobe, in einer zweiten Versuchsserie auf einer möglichen Veränderung der Sortenrangfolge sowie der größtmöglichen Homogenität der Rüben.

Untersuchungen zur optimalen Stichprobengröße bei Zuckerrüben sind am IfZ zuletzt vor über 40 Jahren durchgeführt worden. Auf den Ergebnissen beruhen die aktuellen Vorgaben für die Durchführung von Wertprüfungen und Sortenversuchen mit Zuckerrüben, die besagen, dass pro Parzelle 80-100 Rüben benötigt werden. Seitdem ist jedoch der Rübenertrag und damit der Parzellenertrag erheblich gestiegen, was die Frage aufwirft, ob die Stichprobengröße möglicherweise verkleinert werden kann, ohne im Ergebnis an Präzision einzubüßen. In Abhängigkeit von der am Standort vorhandenen Ernte- und Aufbereitungstechnik könnten kleinere Proben die Logistik teilweise erheblich vereinfachen.

Im Rahmen der methodischen Untersuchung „Stichprobengröße“ wurden 2016-2017 insgesamt neun Feldversuche mit vier Sorten und vier Wiederholungen durchgeführt, in denen in jeder Parzelle vier Erntereihen à 30 Rüben einzeln gerodet und separat analysiert wurden (Zucker, Kalium-, Natrium- und Amino-N-Gehalt). Die Ergebnisse der Einzelreihen wurden dann rechnerisch für die unterschiedlichen Zielstichprobengrößen von 30, 60, 90 und 120 Rüben zusammengefasst. Als Maß für die Streuung wurde jeweils der Variationskoeffizient berechnet, der die Standardabweichung relativ zum Mittelwert angibt.

In Tabelle 1 sind die Variationskoeffizienten für die Merkmale Rübenertrag und Zuckergehalt der vier geprüften Sorten in Abhängigkeit von der Zielstichprobengröße an zwei Standorten zusammengefasst. Der Variationskoeffizient für das Rübengewicht war generell größer als für den Zuckergehalt, während die Unterschiede zwischen den Sorten und Standorten deutlich geringer waren. Unabhängig von Sorte, Standort

Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

und Merkmal sank der Variationskoeffizient mit steigender Stichproben-
größe. Diese Veränderung war bei Erhöhung der Anzahl von 30 auf 60
Rüben, bzw. von einer auf zwei Reihen am größten und nahm mit jeder
weiteren Vergrößerung der Stichprobe tendenziell ab.

*Tab. 1: Variationskoeffizienten für Rübenenertrag und Zuckergehalt von vier
Zuckerrübensorten in Abhängigkeit von der Stichprobengröße, n = 4 Wieder-
holungen, 2 Standorte 2016 (SCHN: Schnedinghausen, WOLB: Wolbrechts-
hausen, MW: Mittelwert).*

Sorte	n Rüben	mittlerer Variationskoeffizient (%)			
		Rübenenertrag		Zuckergehalt	
		SCHN	WOLB	SCHN	WOLB
A	30	8,2	7,5	1,3	1,8
	60	5,7	4,2	1,0	1,7
	90	5,6	3,3	1,1	1,6
	120	5,5	1,3	1,0	1,6
B	30	4,8	7,2	2,1	0,8
	60	3,5	6,4	2,0	0,7
	90	3,6	2,7	1,8	0,5
	120	2,8	2,7	1,8	0,4
C	30	7,1	4,6	0,8	1,1
	60	5,7	4,0	0,7	1,0
	90	4,0	2,0	0,7	0,7
	120	4,7	2,3	0,5	0,6
D	30	3,9	5,3	2,0	3,4
	60	2,8	2,1	1,5	2,7
	90	2,4	1,7	1,6	1,4
	120	1,8	1,9	1,5	1,0
MW 30 Rüben		6,0	6,1	1,6	1,8
MW 60 Rüben		4,4	4,2	1,3	1,5
MW 90 Rüben		3,9	2,4	1,3	1,1
MW 120 Rüben		3,7	2,0	1,2	0,9

Eine wesentliche Verkleinerung der Stichprobe auf weniger als die ak-
tuell geforderten 80-100 Rüben ist damit bei gleichbleibender Präzision
der Schätzung des Rübenenertrages nicht möglich. Die Bestimmung des
Zuckergehaltes wäre auch bei geringerer Probengröße noch ausrei-
chend exakt, das gleiche gilt für die Melassebildner (nicht dargestellt).
Damit wurden die Ergebnisse aus den 1970er Jahren bestätigt.

In der zweiten Versuchsserie wurde der Einfluss der Anlage von „Stirn-
reihen“ auf die Sortenleistung untersucht. Stirnreihen sind quer zur Par-
zelle gesäte Rübenreihen, welche über die intraspezifische Konkurrenz
ein übermäßiges Wachstum der äußersten Rüben (= Stirnrüben) einer
Parzelle verhindern sollen (Abb. 1).

Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

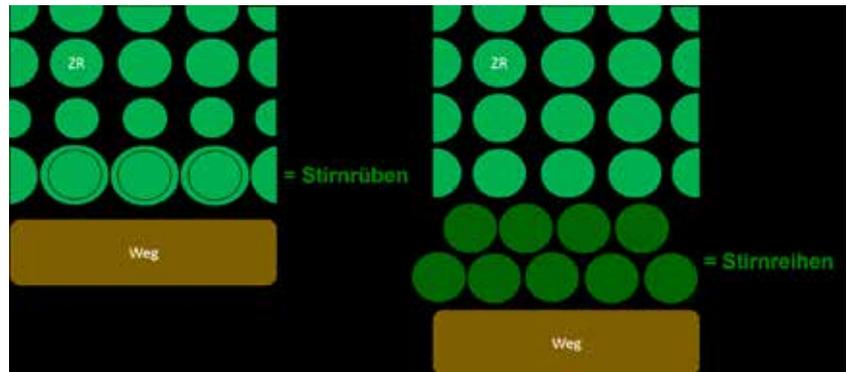


Abb. 1: Schematische Darstellung von Stirnrüben und Stirnreihen in der Parzelle; ZR: Zuckerrübe.

Große Stirnrüben können die Köpfqualität beim Roden erheblich beeinträchtigen (zu tiefes oder schräges Köpfen) und eine größere Heterogenität der Ertragsergebnisse ist zu erwarten. Zudem müssen sehr große Rüben für eine störungsfreie Arbeit der meisten Breisägen vorher manuell zerteilt werden. In Deutschland wird etwa die Hälfte der Sortenversuche mit Stirnreihen angelegt. Daraus ergibt sich die Frage, ob der Schätzwert der Sorten (Rübenertrag, Qualität) von der Anlage mit oder ohne Stirnreihen beeinflusst wird. Dazu wurden in 2016 und 2017 insgesamt 10 Sortenversuche (27 Sorten, 2 Fungizidstufen, 2 Wiederholungen) sowohl mit als auch ohne Stirnreihen angelegt. Der Rübenertrag und der Bereinigte Zuckerertrag, waren in Versuchen ohne Stirnreihen höher als bei Anlage von Stirnreihen (Tab. 2). Dabei gab es keine Wechselwirkungen, alle Sorten reagierten in gleicher Weise. Der prozentuale Ertragsverlust bei Anlage von Stirnreihen unterschied sich ebenso nicht signifikant zwischen den Sorten. Aus diesen Ergebnissen wird abgeleitet, dass die Sortenrangfolge durch die Anlage von Stirnreihen nicht verändert wird.

Tab. 2: Ertragsparameter von Zuckerrüben bei Anlage von Sortenversuchen mit oder ohne Stirnreihen; 10 Versuche 2016-2017. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte, Tukey, $p \leq 0,05$.

Stirnreihen	Fungizid	Rübenertrag (t ha ⁻¹)	Zuckergehalt (%)	Bereinigter Zuckerertrag (t ha ⁻¹)
ohne	ohne	98,1 c	17,4 a	15,2 b
ohne	mit	101,9 d	17,6 b	15,9 c
mit	ohne	92,1 a	17,6 b	14,5 a
mit	mit	95,4 b	17,7 c	15,1 b

Projektbearbeitung: Philipp Götze, Christine Kenter

Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement

Die Vermeidung von Wirkungsverlusten bei der Bekämpfung von pilzlichen Blattkrankheitserregern in Zuckerrüben erfordert die Entwicklung von Resistenzmanagementstrategien. In Zusammenarbeit mit den Unternehmen ADAMA, BASF, Bayer CropScience, Cheminova, Spiess Urania, Syngenta Agro, UPL und in Verantwortung der regionalen Arbeitsgemeinschaften wurden im Jahr 2017 Versuche zur Entwicklung von neuen Fungizidstrategien durchgeführt.

Die Versuche wurden an vier Standorten in Deutschland als zweifaktorielle, vollständig randomisierte Blockanlagen mit den Faktoren Sortentyp (anfällig bzw. tolerant gegenüber *Cercospora beticola*) und Fungizidstrategie angelegt (Tab. 1). Neben den Spritzfolgen von systemisch wirksamen Fungiziden wurde auch die Kombination von systemischen Fungiziden und Kontaktfungiziden als zusätzlicher Wirkungsmechanismus geprüft. Die Applikation der Fungizide richtete sich nach dem summarischen Schwellenwertsystem (5/15/45).

An allen Standorten war *C. beticola* die dominierende Blattkrankheit. In den Versuchen wurden Blattproben aus der unbehandelten Kontrolle entnommen und der Anteil gegenüber Strobilurin resistenter Isolate mit der Mutation *cytB G143 A* geprüft. Die Befallsstärke sowie der Resis-

Tab. 1: Versuchsglieder (VG) im Ringversuch Fungizide Resistenzmanagement 2017.

VG	Sorte	Fungizid			Aufwandmenge (kg ha ⁻¹ bzw. l ha ⁻¹)		
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	1. Termin	2. Termin	3. Termin
1/1		- Kontrolle -			-		
1/2	anfällig	Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
1/3		Juwel	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
1/4		Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
		jeweils + Funguran Progress			2,50	1,25	1,25
1/5		Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
		jeweils + Tridex DG			2,00	2,00	2,00
2/1		- Kontrolle -			-		
2/2	tolerant	Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
2/3		Juwel	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
2/4		Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
		jeweils + Funguran Progress			2,50	1,25	1,25
2/5		Rubric	Duett Ultra	Score	1,00	0,60	0,40
		jeweils + Tridex DG			2,00	2,00	2,00

Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

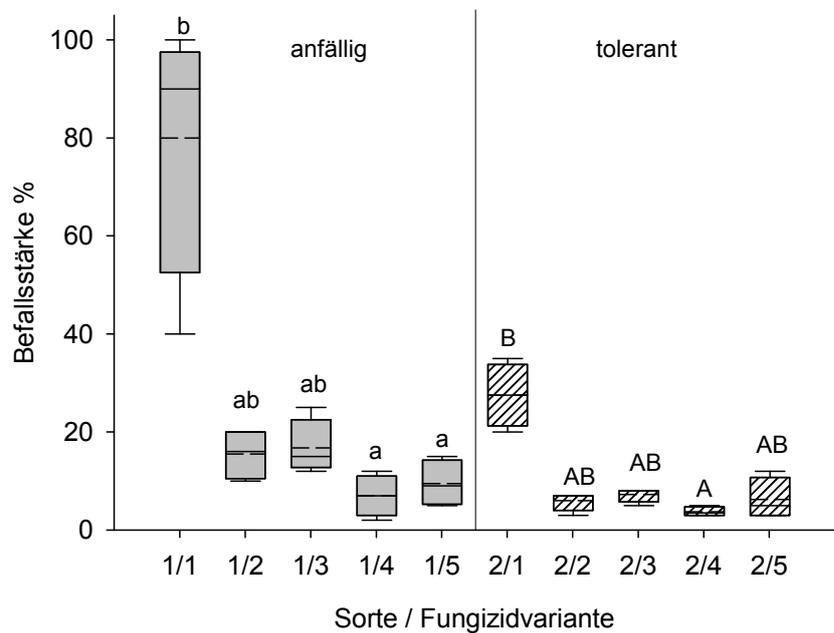


Abb. 1: Befallsstärke von *Cercospora beticola* an einen Standort mit Starkbefall. Median und Mittelwert aus vier Feldwiederholungen. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen (Kleinbuchstaben – anfällige Sorte, Großbuchstaben – tolerante Sorte, Tukey-Test, $\alpha \leq 5\%$).

tenzstatus der *C. beticola*-Populationen war zwischen den Standorten sehr unterschiedlich und erforderte daher eine differenziertere Darstellung der Ergebnisse.

An einem Standort mit Starkbefall zeigte der tolerante Sortentyp in der unbehandelten Kontrolle einen deutlich geringeren Befall mit *C. beticola* als der anfällige Sortentyp (Abb. 1). Die Fungizidbehandlungen führten bei beiden Sortentypen zu einer geringeren Befallsstärke, wobei nur durch den Zusatz von Kontaktmitteln signifikante Reduzierungen erreicht wurden.

Ohne Fungizidbehandlung sank der Bereinigte Zuckerertrag an diesem Standort bei dem anfälligen Sortentyp um 18,2-24,1 % und bei dem anfälligen Sortentyp um 7,3-9,0 %. Die Versuche werden 2018 fortgesetzt.

Testung der Sortenleistung bei Befall mit *Rhizoctonia solani*

Die präzise Schätzung der Sortenleistung ist bei Befall mit *Rhizoctonia solani* wegen des ungleichmäßigen Auftretens im Feld sehr erschwert. Ein neuer methodischer Ansatz führt zu validen Schätzwerten und verringert den Arbeitsaufwand.

Der natürliche Befall durch *Rhizoctonia solani* im Feld ist in der Stärke des Auftretens nicht vorhersagbar und die Verteilung in der Fläche ist groß- und kleinräumig sehr inhomogen. Dies erschwert eine erfolgreiche Anlage von Versuchen zu dieser Fragestellung und führt häufig zu einer unzureichenden Aussagegenauigkeit. Durch Inokulation der Versuche kann das Auftreten des Befalls provoziert werden. Die Inhomogenität ist jedoch weiterhin sehr hoch, trotz einer Vielzahl an Forschungsanstrengungen konnte die Homogenität nicht verbessert werden. Insbesondere für die Testung von Sorten ist die Streuung der Ergebnisse aufgrund des inhomogenen Befalls zu hoch, um eine verlässliche und reproduzierbare Differenzierung der Sortenleistung zu ermöglichen.

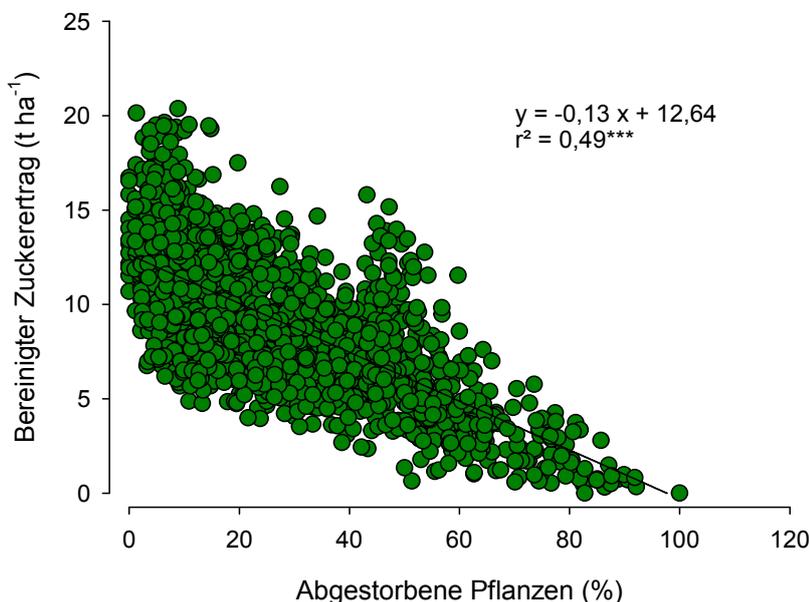


Abb. 1: Bereinigter Zuckereertrag von Zuckerrüben in Relation zum Prozentsatz abgestorbener Pflanzen. 36 Versuche in Deutschland 2007-2016; *** signifikant bei $p \leq 0,001$.

Vom AK Sorten initiiert wurde vom IfZ mit Vertretern der Regionen im Zuckerrübenanbau, Züchtungsunternehmen und dem Bundessortenamt ein Berechnungsverfahren entwickelt, um die Sortenleistung unter Befall mit *Rhizoctonia* abschätzen zu können. Grundlage dafür ist zum einen die Sortenleistung ohne Befall mit *Rhizoctonia*, die in der Versuchsserie SSV ermittelt wird. Ferner wird in Sortenversuchen mit *Rhizoctonia*-befall der Prozentsatz abgestorbener Pflanzen ermittelt.

Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

Der Parameter „Prozentsatz abgestorbener Pflanzen“ hat sich in mehrjährigen methodischen Untersuchungen beim Bundessortenamt als stabilster Parameter gezeigt. Sorten unterscheiden sich im Zeitpunkt des Befallsauftretens und im Befallsverlauf, nicht jedoch in der Ertragsreduktion bei gleicher Befallsstärke (gleiche Befalls-Verlust-Relation). Daher kann aus der Sortenleistung ohne Befall und der Regression der Befalls-Verlust Relation in Verbindung mit dem Prozentsatz abgestorbener Pflanzen die sortenspezifische Ertragsleistung berechnet werden (Abb. 1). An Datensätzen aus zurückliegenden Jahren wurden die Ergebnisse validiert. Eine zusätzliche Erfassung von Ertragsergebnissen im Feld ist daher zukünftig nicht mehr notwendig. Die Ergebnisse wurden erstmals für das dreijährige Mittel 2015-2017 der Beratung zur Verfügung gestellt.



Rhizoctonia-Befallsnest im Bestand

Innovation im Feldversuchswesen: Der Satellit ersetzt Bandmaß und Winkelspiegel

Das IfZ legt seine Feldversuche auf Rübenanbauflächen landwirtschaftlicher Betriebe in der Umgebung von Göttingen an. Versuchspläne mit der genauen Anordnung der Parzellen und Wege bilden die Basis für die Versuchsanlage. Nach der Anfertigung des Versuchsplans ging es früher noch lange vor der Aussaat auf die Versuchsfläche, um die nötigen Fixpunkte für die einzelnen Versuche zu setzen. Dabei waren Fluchtstange, Winkelspiegel und Bandmaß unverzichtbar. Bei mehrjährigen Versuchen wurden Magnete unter dem Bearbeitungshorizont gesetzt, die mit Hilfe eines Sensors geortet werden konnten. Mit dem Setzen der Fixpunkte auf ca. 17 ha Versuchsflächen waren 4-5 Personen mehrere Tage beschäftigt.

Mit der Anschaffung eines Global Positioning System (GPS) von Trimble und einer speziellen Software zur Planung von Versuchen (MiniGIS) konnten diese zeitaufwändigen Arbeiten vor der Aussaat auf einen Bruchteil reduziert werden. Nach der Ernte der Vorfrucht umfährt der mit GPS ausgestattete Schlepper das neue Versuchsfeld und speichert die Konturen auf einem USB-Stick. Nach Übertragung der Dateien auf den PC können Bereiche wie Vorgewende und Keile bei der Versuchsplanung berücksichtigt werden. Auch eine Hinterlegung mit einem Luftbild ist möglich, um Bodenunterschiede zu erkennen. Schon jetzt können die Fahrgassen für zukünftige Versuche festgelegt und z. B. für die Düngung der Zwischenfrucht oder für Herbizidmaßnahmen vor der Aussaat genutzt werden.



GPS-Terminal in der Fahrerkabine des Treckers

Mit dem Programm MiniGIS werden am PC die einzelnen Versuche und Rodegassen angelegt und auf dem Versuchsfeld platziert. Dieses erfolgt mit einer Genauigkeit von 2,5 cm. Nach Abschluss der Planung werden die Dateien dann mittels USB-Stick auf den GPS-Rechner des Schleppers übertragen. Auf dem Feld angekommen wird der entsprechende Versuch am Rechner aufgerufen und der Schlepper fährt autonom die Wege ab. Mit einem angebauten Markeur wird die Wegmitte markiert, sodass die Fixpunkte für die Aussaat gesetzt werden können. Das spurversetzte Fahren mit der Saatbettkombination ist jetzt cm-genau ohne Spuranreißer möglich. Nach der Aussaat werden wieder die Wege abgefahren, um Parzellenanfang und -ende zu markieren. Bei allen nun folgenden Pflegearbeiten befährt der Schlepper die Wege autonom.



Autonom gefahrene Treckerspurr

Ein weiterer Vorteil dieses System ist es, dass man auch noch nach Jahren den Versuch auf dem Feld wiederherstellen kann, um z.B. Bodenproben zu ziehen. Zukünftig kann auch der Schlepper mit der Sämaschine mit diesem System ausgestattet werden. Hier könnten das Lenken und der Saatgutwechsel automatisch erfolgen.

Öffentlichkeitsarbeit

Die am IfZ gewonnenen Erkenntnisse werden auf vielfältige Weise zielgruppenspezifisch kommuniziert. Die in den verschiedenen Projekten erarbeiteten Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert und auf Fachtagungen und Kongressen vorgestellt. Über Veröffentlichungen in Praxiszeitschriften, Berichten in Arbeitskreisen und der Beteiligung an Feldtagen werden die Erkenntnisse an die Praxis und Beratung weiter gegeben. Auch die breite Öffentlichkeit wird über den Zuckerrübenanbau, die Forschungsinhalte und die Arbeit des IfZ informiert.

Die Bereitstellung von Informationen über Homepage und Jahresbericht, die Pressearbeit und eine aktive Beteiligung an Großveranstaltungen wie der Internationalen Grünen Woche sowie die Betreuung diverser nationaler und internationaler Besuchergruppen - u.a. aus Finnland, Ägypten und Japan - sind Teil der Öffentlichkeitsarbeit des IfZ. Über Pressemitteilungen wird auf aktuelle Ereignisse und neu abgeschlossene Dissertationen hingewiesen.

Im Juli 2017 überreichte Ministerialdirigent Dr. Klaus Heider, Leiter Abteilung 2 „Ernährungspolitik, Produktsicherheit und Innovation“ im BMEL, im IfZ den Zuwendungsbescheid für ein Forschungsprojekt zur nachhaltigen Landwirtschaft. Mit über 390.000 Euro fördert das BMEL für drei Jahre das Verbundprojekt „New Yellows Control“ über sein Programm zur Förderung von innovativen Vorhaben für einen nachhaltigen Pflanzenschutz. Projektpartner sind das Institut für Zuckerrübenforschung an der Universität Göttingen, das Leibniz-Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH und die GFPi – Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. Die GFPi repräsentiert die am Projekt beteiligten Züchtungsunternehmen. Die Koordination des Verbundprojektes liegt im Institut für Zuckerrübenforschung.



Dr. Klaus Heider übergibt Zuwendungsbescheide an Dr. Wulf Menzel, Leibniz-Institut DSMZ, und Prof. Dr. Mark Varrelmann



Finnische Zuckerrübenanbauer informieren sich bei der Besichtigung eines IfZ-Versuchsfeldes

Im Sommer 2017 beteiligte sich das IfZ an einem Imagefilm der Fakultät für Agrarwissenschaften. Der Film „Agrarwissenschaften studieren an der Universität Göttingen“, zu sehen bei Youtube, richtet sich an Studieninteressierte und eingeschriebene Studierende und zeigt die verschiedenen Studienschwerpunkte und das Studentenleben in Göttingen. Im Juli 2017 drehte ein professionelles Filmteam aus Hamburg u.a. im Institut für Zuckerrübenforschung Sequenzen für den Film.



Aus dem Imagefilm der Fakultät für Agrarwissenschaften

Die Göttinger Zuckerrübenagung fand 2017 bereits zum 13. Mal statt. Über 300 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Rübenanbauverbänden, Zuckerunternehmen, Beratungsinstitutionen, Behörden, Ministerien, Pflanzenschutzindustrie, von Züchtungsunternehmen und Roderherstellern sowie aus europäischen und deutschen Forschungsinstitutionen informierten sich über Ergebnisse aus den aktuellen Projekten des Instituts für Zuckerrübenforschung. Am Anfang der Tagung blickte Prof. Bernward Märländer auf die Highlights eines Vierteljahrhunderts Zuckerrübenforschung zurück, am Ende der Tagung skizzierte die neue Institutsleiterin Privatdozentin Dr. Anne-Katrin Mahlein relevante zukünftige Forschungsaspekte des Instituts mit den Stichworten nachhaltige Anbausysteme, optimale Entwicklungsbedingungen für Zuckerrüben, Idiotyp und Umwelteinfluss sowie Smart-Farming in der Wertschöpfungskette. An der Organisation der Tagung wirken von der Programmgestaltung über die Vorankündigung und die Teilnehmeranmeldung bis zur Erstellung des Tagungsbandes viele helfende Hände aus dem IfZ mit.



*Prof. Märländer berichtet auf der 13. Göttinger Zuckerrübenagung aus 25 Jahren Zuckerrübenforschung
Foto: J. Baschke*

Schlaglichter aus dem IfZ



Dr. Maria Niemann erklärt auf der Grünen Woche 2017 Schülerinnen und Schülern den Weg von der Rübe zum Zucker
Foto: DNZ

Seit vielen Jahren unterstützt das IfZ die Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (WVZ) auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin. Bereits im Herbst werden im Gewächshaus des IfZ Rüben angezogen, die auf der Grünen Woche ein kleines „Rübenfeld“ simulieren. Am Stand können sich große und kleine Besucher u. a. von Mitarbeitern des IfZ rund um die Zuckerrübe und Zucker informieren, vom Anbau über die Ernte bis hin zur Verarbeitung und über eine ausgewogene Ernährung. .

Ausgezeichnet



DPG-Preisträger Dr. Sebastian Liebe
Foto: R. Zech, bearbeitet IfZ

Der Ausschuss für Forschung und Prüfung von Preisarbeiten des Vereins Deutscher Zuckertechniker (VDZ) hat mehrere Autoren aus dem IfZ für ihre Publikationen in der Zeitschrift Sugar Industry ausgezeichnet: Dr. Melanie Hauer-Jákli, Dr. Kerrin Trimpler, Dr. Nelia Nause, Dr. Sebastian Liebe.

Für seine besonderen wissenschaftlichen Leistungen im Rahmen seiner Promotionsarbeit auf dem Gebiet der Phytomedizin wurde Dr. Sebastian Liebe aus dem IfZ auf der Deutschen Pflanzenschutztagung in Halle 2016 der Nachwuchspreis der DPG verliehen.

Lehre am IfZ

Als An-Institut der Georg-August-Universität Göttingen beteiligt sich das IfZ vielfältig an der Lehre der Fakultät für Agrarwissenschaften. Dozentinnen und Dozenten aus dem IfZ halten Vorlesungen, betreuen Seminare und führen Übungen und Exkursionen mit den Studierenden durch, z.B. die Veranstaltungen Plant Virology und Qualitätsbildung in pflanzlichen Produkten oder das Modul Agribusiness Sugarbeet, um nur eine Auswahl zu nennen.

Im Berichtszeitraum wurden zudem fünf Bachelor- und 14 Masterarbeiten am IfZ betreut sowie acht Promotionen abgeschlossen.

Das M.Sc.-Modul „Prozessmanagement pflanzlicher Produkte“ behandelt wesentliche Zusammenhänge und Einflussfaktoren, die sich auf die Gestaltung pflanzlicher Produktionsverfahren auswirken. Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis für die Erzeugung pflanzlicher Produkte im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung einschließlich vor- und nachgelagerter Bereiche entwickeln.

Vom 4.-8. Juli 2017 fand eine vom IfZ organisierte Doktoranden-Exkursion nach Finnland statt. Die 11 Doktorandinnen und Doktoranden - zwei davon aus dem IfZ - erhielten vielfältige Einblicke in die finnische Landwirtschaft. Neben Forstbetrieben, einer Blaubeerplantage und einem Forschungscenter der Universität von Helsinki wurden u. a. auch ein Zuckerrübenanbauender Betrieb und die Verarbeitung der Rüben in der Zuckerfabrik besichtigt. Der Umfang des Zuckerrübenanbaus nimmt in Finnland im Vergleich zu z. B. Getreide oder Kartoffeln aufgrund der ungünstigen klimatischen Bedingungen eher wenig Raum ein. Nichtsdestotrotz spielen Zuckerrüben in Finnland eine wichtige Rolle.



Exkursion des Moduls Prozessmanagement Pflanzlicher Produkte zur Zuckerfabrik und Bioethanolanlage der Südzucker AG in Zeitz im Dezember 2016



Teilnehmer/innen der Doktoranden-Exkursion 2017 auf einem Zuckerrübenfeld in Finnland

Veröffentlichungen

Wissenschaftliche Publikationen (mit peer review-Verfahren)

2016

- Auburger, S., A. Jacobs, B. Märländer, E. Bahrs: Economic optimization of feedstock mix for energy production with biogas technology in Germany with a special focus on sugar beets - Effects on greenhouse gas emissions and energy balances. *Renewable Energy* (2016) 89, 1-11; doi:10.1016/j.renene.2015.11.042
- Bartholomäus, A., D. Wibberg, A. Winkler, A. Pühler, A. Schlüter, M. Varrelmann: Deep sequencing analysis reveals the mycoviral diversity of the virome of an avirulent isolate of *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IV. *PLOS ONE* (2016) 11, doi: e0165965
- Brauer-Siebrecht, W., A. Jacobs, O. Christen, P. Götze, H.-J. Koch, J. Rücknagel, B. Märländer: Silage maize and sugar beet for biogas production in rotations and continuous cultivation: dry matter and estimated methane yield. *Agronomy* (2016) 6, 1-12; doi: 10.3390/agronomy6010002
- Götze, P., J. Rücknagel, A. Jacobs, B. Märländer, H.-J. Koch, B. Holzweißig, M. Steinz, O. Christen: Sugar beet rotation effects on soil organic matter and calculated humus balance in Central Germany. *European Journal of Agronomy* (2016) 76, 198-207
- Götze, P., J. Rücknagel, A. Jacobs, B. Märländer, H.-J. Koch, O. Christen: Environmental impacts of different crop rotations in terms of soil compaction. *Journal of Environmental Management* (2016) 181, 54-63
- Grinbergs, D., A. France, M. Varrelmann: First report of *Boeremia exigua* var. *exigua* (syn. *Phoma exigua* var. *exigua*) causing Black root rot on industrial chicory (*Cichorium intybus* var. *sativum*) in Chile. *Plant Disease* (2016) 100 (11), 2328 (<http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0591-PDN>)
- Hauer, M., H.-J. Koch, S. Krüssel, S. Mittler, B. Märländer: Integrated control of *Heterodera schachtii* Schmidt in Central Europe by trap crop cultivation, sugar beet variety choice and nematicide application. *Applied Soil Ecology* (2016) 99, 62-69
- Jacobs, A., W. Brauer-Siebrecht, O. Christen, P. Götze, H.-J. Koch, J. Rücknagel, B. Märländer: Silage maize and sugar beet for biogas production in crop rotations and continuous cultivation – energy efficiency and land demand. *Field Crops Research* (2016) 196, 75-84
- Koch, H.-J., D. Laufer, O. Nielsen, P. Wilting: Nitrogen requirement of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars under high-yielding conditions of northwestern Europe. *Archives of Agronomy and Soil Science* (2016), <http://dx.doi.org/10.1080/03650340.2016.1143929>
- Laufer, D. O. Nielsen, P. Wilting, B. Märländer: Yield and nitrogen use efficiency of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in contrasting environments of northwestern Europe. *European Journal of Agronomy* (2016) 73, 124-132
- Laufer, D., B. Loibl, B. Märländer, H.-J. Koch: Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Central Europe. *Soil & Tillage Research* (2016) 162, 1-7
- Liebe, S., D. Wibberg, A. Winkler, A. Pühler, A. Schlüter, M. Varrelmann: Taxonomic analysis of the microbial community in stored sugar beets using high-throughput sequencing of different marker genes. *FEMS Microbiology Ecology* (2016) 92, 1-12
- Liebe, S., D. Christ, R. Ehrlich, M. Varrelmann: Development of a DNA microarray based assay for the detection of sugar beet root rot pathogens. *Phytopathology* (2016) 106, 76-86
- Liebe, S., M. Varrelmann: Effect of environment and sugar beet genotype on root rot development and pathogen profile during storage. *Phytopathology* (2016) 106, 65-75
- Rücknagel, J., P. Götze, B. Koblenz, N. Bachmann, S. Löbner, S. Lindner, J. Bischoff, O. Christen: Impact on soil physical properties of using large-grain legumes for catch crop cultivation under different tillage conditions. *European Journal of Agronomy* (2016) 77, 28-37
- Schnepel, K., C.M. Hoffmann: Genotypic differences in storage losses of sugar beet – causes and indirect criteria for selection. *Plant Breeding* (2016) 135, 130-137; doi: 10.1111/pbr.12338
- Schnepel, K., C. M. Hoffmann: Effect of extending the growing period on yield formation of sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science* (2016) 202, 530-541
- Schulze, S., H.-J. Koch, B. Märländer, M. Varrelmann: Effect of sugar beet variety and nonhost plant on *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB soil inoculum potential measured in soil DNA extracts. *Phytopathology* (2016) 106, 1047-1054
- Trimpler, K., N. Stockfisch, B. Märländer: The relevance of N fertilization for the amount of total greenhouse gas emissions in sugar beet cultivation. *European Journal of Agronomy* (2016) 81, 64-71
- Wendt, M.J., C. Kenter, M. Wegener, B. Märländer: Efficacy of different strategies using an ALS-inhibitor herbicide for weed control in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal für Kulturpflanzen* (2016) 68, 338-343
- Wibberg, D., L. Andersson, G. Tzelepis, O. Rupp, J. Blom, L. Jelonek, A. Pühler, J. Fogelqvist, M. Varrelmann, A. Schlüter, C. Dixelius: Genome analysis of the sugar beet pathogen *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB revealed high numbers in secreted proteins and cell wall degrading enzymes. *BMC Genomics* (2016) 17, 1-12
- Wibberg, D., L. Andersson, O. Rupp, A. Goesmann, A. Pühler, M. Varrelmann, C. Dixelius, A. Schlüter: Draft genome sequence of the sugar beet pathogen *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB strain BBA69670. *Journal of Biotechnology* (2016) 222, 11-12

2017

- Bartholomäus, A., S. Mittler, B. Märländer, M. Varrelmann: Control of *Rhizoctonia solani* in sugar beet and effect of fungicide application and plant cultivar on inoculum potential in the soil. *Plant Disease* (2017) 101, 941-947
- Bartholomäus, A., D. Wibberg, A. Winkler, A. Pühler, A. Schlüter, M. Varrelmann: Identification of a novel mycovirus isolated from *Rhizoctonia solani* (AG 2-2 IV) provides further information about genome plasticity within the order Tymovirales. *Archives of Virology* (2017) 162, 555-559
- Brugger, A., M.T. Kuska, A.-K. Mahlein: Impact of compatible and incompatible barley - *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* interactions on chlorophyll fluorescence parameters. *Journal of Plant Disease and Protection* (2017) 125 (2), 177-186 (doi.org/10.1007/s41348-017-0129-1)
- Capistrano-Gossmann, G.G., D. Ries, D. Holtgräwe, A. Minoche, T. Kraft, S.L.M. Frerichmann, T. Rosleff Soerensen, J.C. Dohm, I. González, M. Schilhabel, M. Varrelmann, H. Tschoep, H. Uphoff, K. Schütze, D. Borchardt, O. Toerjek, W. Mechelke, J.C. Lein, A.W. Schechert, L. Frese, H. Himmelbauer, B. Weisshaar, F.J. Kopsch-Obuch: Crop wild relative populations of *Beta vulgaris* allow direct mapping of agronomically important genes. *Nature Communications* (2017), doi: 10.1038/ncomms15708
- Götze, P., J. Rücknagel, M. Wensch-Dorendorf, B. Märländer, O. Christen: Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years. *European Journal of Agronomy* (2017) 82, 50-59
- Hauer, M., A. L. Hansen, B. Manderyck, Å. Olsson, E. Raaijmakers, B. Hanse, N. Stockfisch, B. Märländer: Neonicotinoids in sugar beet cultivation in Central and Northern Europe: Efficacy and environmental impact of neonicotinoid seed treatments and alternative measures. *Crop Protection* (2017) 93, 132-142 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.034>)
- Jacobs, A., S. Auburger, E. Bahrs, W. Brauer-Siebrecht, O. Christen, P. Götze, H.-J. Koch, J. Rücknagel, B. Märländer: Greenhouse gas emission of biogas production out of silage maize and sugar beet – an assessment along the entire production chain. *Applied Energy* (2017) 190, 114-121
- Jacobs, A., S. Auburger, E. Bahrs, W. Brauer-Siebrecht, O. Christen, P. Götze, H.-J. Koch, O. Mußhoff, J. Rücknagel, B. Märländer: Replacing silage maize for biogas production by sugar beet – A system analysis with ecological and economical approaches. *Agricultural Systems* (2017) 157, 270-278 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.10.004>)
- Jakli, B., M. Hauer-Jakli, F. Böttcher, J. Meyer zur Müdehorst, M. Senbayram, K. Dittert: Leaf, canopy and agronomic water-use efficiency of field-grown sugar beet in response to potassium fertilization. *Journal of Agronomy and Crop Science* (2017), doi 10.1111/jac.12239
- Koch, H.-J., A. Windt, S. Mittler, M. Hauer: Einfluss der Witterung auf Biomassebildung und N-Aufnahme von Zwischenfrüchten sowie deren Wirkung auf Bodenwasser- und Nmin-Gehalt in Norddeutschland. *Journal für Kulturpflanzen* (2017) 69, 361-372
- Kuska, M., A. Brugger, S. Thomas, M. Wahabzada, K. Kersting, E.-C. Oerke, U. Steiner, A.-K. Mahlein: Spectral patterns reveal early resistance reactions of barley against *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*. *Phytopathology* (2017) 107, 1388-1398
- Lauer, D., H.-J. Koch: Growth and yield formation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under strip tillage compared to full width tillage at silt loam soil in Central Europe. *European Journal of Agronomy* (2017) 82, 182-189
- Thomas, S., M.T. Kuska, D. Bohnenkamp, A. Brugger, E. Alisaac, M. Wahabzada, J. Behmann, A.-K. Mahlein: Benefits of hyperspectral imaging for plant disease detection and plant protection: a technical perspective. *Journal of Plant Disease and Protection* (2017) 125 (1), 5-20 (doi.org/10.1007/s41348-017-0124-6)
- Trimpler, K., N. Stockfisch, B. Märländer: Efficiency in sugar beet cultivation related to field history. *European Journal of Agronomy* (2017) 91, 1-9
- Wahabzada, M., M. Besser, M., Koshvarani, M. Kuska, K. Kersting, A.-K. Mahlein, E. Stürmer: Monitoring wound healing in a 3D wound model by hyperspectral imaging and efficient clustering. *PLOS One* (2017) 12, e0186425
- Wendt, M.J., C. Kenter, E. Ladewig, M. Wegener, B. Märländer: Duration of soil activity of foramsulfuron plus thiencazone-methyl applied to weed species typical of sugar beet cultivation. *Weed Technology* (2017) 31, 291-300
- Wendt, M.J., C. Kenter, C. Stibbe, E. Ladewig, B. Märländer: Selectivity of foramsulfuron + thiencazone-methyl and classic herbicides in sensitive and non-sensitive sugar beet genotypes. *Weed Research* (2017), doi: 10.1111/wre.12253
- Wirtz, I.P., M. Hauer-Jakli, D. Schenke, E. Ladewig, B. Märländer, U. Heimbach, J. Pistorius: Investigations on neonicotinoids in guttation fluid of seed treated sugar beet: Frequency, residue levels and discussion of the potential risk to honey bees. *Crop Protection* (2017) <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.004>

Publikationen aus dem IfZ

Weitere Publikationen (wissenschaftliche Zeitschriften ohne peer review-Verfahren, Tagungsbände)

2016

- Aeckerle, N., N. Stockfisch: Nachhaltige Produktivitätssteigerung: Pflanzenschutz im Zuckerrübenbau. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 148-149
- Bartholomäus, A., S. Mittler, M. Varrelmann: Chemische Kontrolle der Späten Rübenfäule in Zuckerrüben. Sugar Industry (2016) 141, 228-238
- Bartholomäus, A., S. Schulze, S. Mittler, H.-J. Koch, B. Märländer, M. Varrelmann: Real-time PCR-basierte Quantifizierung von *Rhizoctonia solani* (AG 2-2 IIIB) aus Bodenextrakten und Untersuchungen verschiedener Faktoren wie Sortenwahl und Fungizideinsatz auf die Erregerkonzentration in Feldeböden. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 148-149
- Bartholomäus, A., M. Varrelmann: Molekulare Charakterisierung eines neuartigen Mycovirus der Ordnung Tymovirales, isoliert aus *Rhizoctonia solani* (AG 2-2 IV). Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 474
- Becker, M., M. Varrelmann, D. Christ: Einfluss von Genotyp, Erntetechnik und Erntebedingungen auf die Entstehung von Lagerfäule und die Invertzuckerakkumulation während der Langzeitlagerung von Zuckerrüben. Sugar Industry (2016) 141, 322-330
- Christ, D., A. Benke: Vom Symptom zum Transkriptom – *Aphanomyces cochlioides* in resistenten und anfälligen Zuckerrüben genotypen. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 91
- Gödecke, R., S. Falk, E. Grüner, M. Winter, D. Christ: T-2 und HT-2 Toxine an Hafer in Deutschland – Interpretationen von mehrjährigen Versuchsergebnissen. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 114
- Hauer, M., H.-J. Koch, S. Mittler, A. Windt, S. Krüssel, G. Schlinker, D. Wollenweber, C. Rustemeyer, B. Märländer: Zwischenfruchtanbau, Sortenwahl, N-Düngung: Wirkung auf N-Versorgung und Ertrag von Zuckerrüben sowie auf die Nematodendichte. Sugar Industry (2016) 141, 44-52
- Hauer, M., N. Stockfisch: Neonicotinoide im Zuckerrübenanbau: Umweltwirkungen, Nutzen, Alternativen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2016) 28, 112-113
- Hoffmann, C.M., B. Märländer: Technological qualities of defoliated and topped sugar beet. Sugar Industry (2016) 141, 26-35
- Hoffmann, C.M., K. Schnepel: Susceptibility to root tip breakage increases storage losses of sugar beet genotypes. Sugar Industry (2016) 141, 625-632
- Jacobs, A., H.-J. Koch, B. Märländer: Vorfrucht als Kriterium für die agronomische Effizienz des Zuckerrübenanbaus. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2016) 28, 110-111
- Kenter, C., Å. Olsson, A. Wauters, M. Daub, E. Ladewig, E. Raaijmakers: Nachbarschaftseffekte in Sortenversuchen mit nematodenresistenten, -toleranten und -anfälligen Zuckerrüben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2016) 28, 228-229
- Laufer, D., H.-J. Koch: Herbst-Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben in Deutschland. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2016) 28, 66-67
- Laufer, D., B. Loibl, G. Schlinker, F. Schmitz, H.-J. Koch: Herbst-Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben in Deutschland. Sugar Industry (2016) 141, 159-166
- Laufer, M., H. Mohammad, M. Varrelmann, E. Maiss: Funktionsfähigkeit von Reassortanten von Beet soil-borne mosaic virus (BSBMV) und Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) sowie „co-infection exclusion“ in *Nicotiana benthamiana*. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 284-285
- Märländer, B., N. Stockfisch: Zur Effizienz der Bioökonomie - Beispiel Zucker. agrarspectrum (2016) 48, 44-59
- Mohammad, H., M. Laufer, E. Maiss, M. Varrelmann: Entwicklung von virus-induziertem Gene-Silencing (VIGS) auf Basis des Beet necrotic yellow vein virus und des Beet soil-borne mosaic virus. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 473
- Schulze, S., H.-J. Koch: Zusammenhang zwischen der Rhizoctonia-Befallsstärke zweier Zuckerrübensortentypen und bodenphysikalischen Parametern. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2016) 28, 64-65
- Schulze, S., H.-J. Koch, B. Märländer, M. Varrelmann: Einfluss der Bodenstruktur auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* an Zuckerrüben (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) – erste Ergebnisse. Sugar Industry (2016) 141, 106-113
- Wendt, M., M. Wegener, E. Ladewig, B. Märländer: Efficacy of foramsulfuron + thien carbazole-methyl towards different development stages of weed species in sugar beet cultivation. Sugar Industry (2016) 141, 436-445
- Wendt, M., E. Ladewig, B. Märländer: Grundlegende Feldversuche zur Wirksamkeit von Conviso® zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. Julius-Kühn-Archiv (2016) 454, 301-302

2017

- Götze, P., M.J. Wendt, C. Kenter: Wirksamkeit und Einsatzzeitpunkt von CONVISO® ONE (Foramsulfuron + Thien carbazole-methyl) zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. Sugar Industry (2017) 142, 651-656
- Hauer-Jákli, M., N. Nause, K. Trimpler, N. Stockfisch, B. Märländer: CONVISO® ONE – Ansätze für eine Systemanalyse der Herbizidstrategie. Sugar Industry (2017) 142, 704-712
- Hoffmann, C.: Einfluss des Ertragsniveaus auf die Morphologie der Rübe. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2017) 29, 253-254
- Hoffmann, C.M.: Changes in root morphology with yield level of sugar beet. Sugar Industry (2017) 142, 420-425

- Hoffmann, C.M., M. Engelhardt, M. Gallmeier, M. Gruber, B. Märländer: Bedeutung von Erntetechnik und Sorte für die Lagerungsverluste von Zuckerrüben. Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 60-71
- Hoffmann, C., M. Engelhardt, M. Gallmeier, M. Gruber: Beschädigungen und Lagerungsverluste von Zuckerrüben bei unterschiedlicher Erntetechnik. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2017) 29, 76-77
- Hoffmann, C., M. Engelhardt, M. Gallmeier, M. Gruber: Erntequalität von Zuckerrüben – Bedeutung von Standort, Sorte und Abreinigungsintensität. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2017) 29, 255-256
- Koch, H.-J.: Von Lasten und Drücken: Was vertragen unsere Böden? Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 54-59
- Koch, H.-J., K. Trimpler, N. Stockfisch: Einfluss von Anbauhäufigkeit und Vorfrucht auf den Ertrag von Zuckerrüben – Ergebnisse aus Betriebsbefragung und Systemversuch Fruchtfolge des IfZ. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2017) 29, 78-79
- Koch, H.-J., K. Teiwes, J. Boess, C. von Breitenbuch, H. Hardege, B. Märländer: Effiziente Tier- und Pflanzenproduktion in Südniedersachsen. Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft Mitteilungen (2017) 118, 39-47
- Ladewig, E., B. Märländer: Risikomanagement durch den integrierten Pflanzenschutz am Beispiel Zuckerrübe. Sugar Industry (2017) 142, 589-594
- Liebe, S., M. Varrelmann: Zuckerrübenlagerung – vom Mikrobiom zum Transkriptom. Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 72-84
- Märländer, B., C. Hoffmann, H.-J. Koch, E. Ladewig, M. Niemann, N. Stockfisch, M. Varrelmann, A.-K. Mahlein: Nachhaltige Produktivitätssteigerung – ein Vierteljahrhundert Forschung für mehr Effizienz beim Anbau von Zuckerrüben. Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 3-20
- Nause, N., J. Strassemeyer, N. Stockfisch: Herbizideinsatz im Zuckerrübenanbau in Deutschland und damit verbundene Umweltrisiken. Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 37-45
- Roßberg, D., N. Aeckerle, N. Stockfisch: Erhebungen zur Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Zuckerrüben. Gesunde Pflanzen (2017) 69, 59-66
- Varrelmann, M., B. Märländer: Risk assessment for pesticide resistance in sugar beet pathogens, pests and weeds. Sonderheft 13. Göttinger Zuckerrübenagung (2017) Sugar Industry 142, 21-30

Praxiszeitschriften

2016

- Aeckerle, N., B. Märländer: Problem-Ziel-Kontrolle – Applikationsmuster von Chloridazon im Wandel. Zuckerrübe (2016) Nr. 3, 22-23
- Aeckerle, N., B. Märländer: Applikationsmuster von Chloridazon im Wandel. Zuckerrübe (2016) Nr. 4, 28-29
- Brauer-Siebrecht, W., A. Jacobs, H.-J. Koch: Stickstoffbilanz und -auswaschung in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben und Silomais. Zuckerrübe (2016) Nr. 6, 22-24
- Fischer, S., H. Lemme, B. Märländer: Effizienz steigern – besser düngen. dzz (2016) Nr. 3, 30-33
- Hauer, M., B. Märländer: Nematodentolerante und -resistente Zuckerrübensorten – Untersuchungen auf Ertrag und Wasserverbrauch. Zuckerrübe (2016) Nr. 3, 37-39
- Hoffmann, C., G. Schlinker: Wirkung einer veränderten Reihenweite auf den Ertrag. Zuckerrübe (2016) Nr. 4, 30-32
- Koch, H.-J., K. Geburt, M. Hauer: Zwischenfrüchte in Zuckerrüben Fruchtfolgen – Nematodenbekämpfung und Zuckerertrag. Zuckerrübe (2016) Nr. 1, 42-44
- Märländer, B.: Die Zuckerrüben an der Spitze. Forschung für die Praxis – Internationale Zusammenarbeit der Institute. Interview mit B. Märländer. dzz (2016) Nr. 3, 12-13
- Stockfisch, N., E. Ladewig: Wie geht es weiter? – Zehnjährige Entwicklung der betrieblichen Pflanzenschutzpraxis. Zuckerrübe (2016) Nr. 2, 46-49
- Varrelmann, M., B. Hanse: Rizomania in Zuckerrüben – Wie dauerhaft ist die Kontrolle über pflanzliche Resistenz? Zuckerrübe (2016) Nr. 5, 19-21

2017

- Erven, T., G. Stammler, F. Imbusch, M. Varrelmann: Wirksamkeit der Fungizide zur Bekämpfung von *Cercospora beticola*. Zuckerrübe (2017), Nr. 3, 26-29
- Götze, P., J. Rücknagel, B. Märländer, O. Christen: Einfluss der Fruchtfolge auf den Ertrag und die Ertragsstabilität von Zuckerrüben. Zuckerrübe (2017) Nr. 4, 33-36
- Hoffmann, C.: Mehr Beschädigungen, mehr Lagerverluste. Zuckerrübenjournal (2017) Nr. 1, 18-20
- Hoffmann, C.: Beschädigungen verstärken Lagerungsverluste! Zuckerrübe (2017), Nr. 6, 30-32

Publikationen aus dem IfZ

- Koch, H.-J.: Bodenstruktur entscheidend für Ertrag. dzz (2017) Nr. 1, 51
- Koch, H.-J., M. Hauer: Vorteile nur bei früher Saat. LOP (2017) Nr. 3, 46-51
- Stockfisch, N., M. Niemann: Was sind die Voraussetzungen, um höchste Erträge in die Fabrik zu liefern? – Aktuelles aus der Zuckerrübenforschung. Zuckerrübe (2017) Nr. 3, 22-24
- Trimpler, K., N. Stockfisch: Vielfältige Fruchtfolgegestaltung bei Zuckerrüben. Zuckerrübe (2017) Nr. 1, 35-37
- Lafer, D., H.-J. Koch: Herbst-Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben auf Lössboden – Einfluss auf Wachstum und Ertrag. Zuckerrübe (2017) Nr. 2, 36-38

Poster

2016

- Aeckerle, N., N. Stockfisch: Interactions between soil tillage and weed control in practice. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Becker, M., D. Christ, M. Varrelmann: Impact of harvest technology on storage rot formation deficient soils – experimental and statistical evaluation. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Fischer, S., D. Horn, K. Bürcky, H.-J. Koch: Adaptation of potassium fertilization in calcium (lime) deficient soils – experimental and statistical evaluation. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Hoberg, F., E. Ladewig, C. Kenter: Genotype × environment interactions in sugar beet and implications for variety choice in Germany. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Kenter, C., Å. Olsson, A. Wauters, M. Daub, E. Ladewig, E. Raaijmakers: Nachbarschaftseffekte in Sortenversuchen mit nematodenresistenten, -toleranten und -anfälligen Zuckerrüben. 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 27.-29.09.2016, Gießen
- Koch, H.-J., D. Lafer, B. Loibl, G. Schlinker, F. Schmitz: Autumn strip tillage for sugar beet grown on loess soil in Germany. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Liebe, S., J. F. Gil, E. Savenkov, E. Maiss, M. Varrelmann: Characterization of the interaction between the Beet Necrotic Yellow Vein Virus pathogenicity factor P25 and an Auxin/indole-3-acetic acid protein from sugar beet. 17. IS-MPMI Congress, 17.-21.07.2016, Portland
- Schnepel, K., C. Hoffmann: Potential yield of sugar beet at extended growing period. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Schulze, S., H.-J. Koch: Impact of physical soil properties on the occurrence of Rhizoctonia root and crown rot in sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *Vulgaris*). 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Windt, A., M. Hauer, S. Mittler, K. Geburt, H.-J. Koch: Integrated control of beet cyst nematodes by catch crop cultivation and sugar beet variety choice. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel

2017

- Halicki, S., H.-J. Koch, K. Dittert: Einfluss des Zuckerrübenblattes auf N₂O-Emissionen nach der Ernte – erste Ergebnisse. Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 2017, 02.-06.09.2017, Göttingen
- Hoffmann, C.: Einfluss des Ertragsniveaus auf die Morphologie der Rübe. 60. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 26.-28.09.2017, Witzenhausen
- Hoffmann, C., M. Engelhardt, M. Gallmeier, M. Gruber: Erntequalität von Zuckerrüben – Bedeutung von Standort, Sorte und Abreinigungsintensität. 60. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 26.-28.09.2017, Witzenhausen

Vorträge

2016

- Aeckerle, N.: Nachhaltige Produktivitätssteigerung: Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau. 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, 21.09.2016, Halle (Saale)
- Aeckerle, N.: Betriebsbefragung zur Produktionstechnik 2010-2015. Arbeitskreis Pflanzenschutz des KA, 09.11.2016, Göttingen
- Hauer, M.: Water use efficiency of sugar beet varieties susceptible, tolerant and resistant against beet cyst nematodes. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel

- Hauer, M.: Neonicotinoide im Zuckerrübenanbau: Umweltwirkungen, Nutzen, Alternativen. Ausschuss für Rübenanbau der WVZ, 15.09.2016, Göttingen
- Hauer, M.: Neonicotinoide im Zuckerrübenanbau: Umweltwirkungen, Nutzen, Alternativen. 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 27.-29.09.2016, Gießen
- Hauer, M.: Neonicotinoids in sugar beet cultivation: environmental effects, benefits and alternatives. Meeting CEFS working group on beet questions, 20.10.2016, Hildesheim
- Hoffmann, C.: Yield potential of sugar beet – perspectives and possible limitations. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Hoffmann, C. : Technologische Qualität entblätterter Rüben. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Zuckertechniker / Zweigverein Mitte, 08.03.2016, Pfaffendorf/Bergheim
- Hoffmann, C.: Effect of row distance on yield and quality of sugar beet. IIRB Study Group Agricultural Engineering, 29.04.2016, Bonn
- Hoffmann, C.: Einfluss der Erntesysteme auf Erntequalität und Lagerungsverluste bei Zuckerrüben. AG Erntetechnik, 31.05.2016, Göttingen
- Hoffmann, C.: Die Zuckerrübe - Erfolg durch Qualität! VDZ-Hauptversammlung, 02.-04.05.2016, Berlin
- Hoffmann, C.: Aspekte eines integrierten Lagermanagements. DLG-Ausschuss Zuckerrübe, 09.06.2016, Bonn
- Hoffmann, C.: Bedeutung der Sorte für Lagerungsverluste bei Zuckerrüben. AK Sorten des KA, 31.08.2016, Einbeck/Wetze
- Hoffmann, C.: Factors influencing the storability of sugar beet varieties. CIBE-Kongress, 07.11.2016, Trenčin, SK
- Jacobs, A.: Vorrucht als Kriterium für die agronomische Effizienz des Zuckerrübenanbaus. 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 27.-29.09.2016, Gießen
- Kenter, C., A. Gummert, E. Ladewig: Characterisation of sugar beet varieties by differential reaction to *Cercospora beticola*. 75. IIRB-Kongress, 16.-17.02.2016, Brüssel
- Koch, H.-J., K. Geburt, M. Hauer: Zwischenfrüchte – Wasserhaushalt, Nematodenbekämpfung, Vorruchtwirkung. Fachversammlung Zuckerrübe, 14.01.2016, Schladen
- Koch, H.-J.: Leit(d)kultur Zuckerrübe – Herausforderungen im Rübenanbau aus Sicht eines Anbauers: pflanzenbauliche Aspekte. LIZ-Beratertagung, 21.01.2016, Hagen
- Koch, H.-J.: Die Zuckerrübe als Vor- und Folgefrucht – Aktuelle Ergebnisse aus Fruchtfolgeversuchen mit Getreide, Raps und Silomais. Mitgliederversammlung des Beratungsrings Hildesheim, 01.02.2016, Borsum
- Koch, H.-J.: Spring and autumn strip tillage for sugar beet in Germany. BBRO Technical Meetings, 02./03.02.2016, Abington und Norwich
- Koch, H.-J.: Effects of beet harvesters on soil compaction: a status quo of research. IIRB-Seminar „Prevention of Soil Compaction“ 2016, 28.10.2016, Estrées-Saint-Denis, F
- Koch, H.-J.: Aspects of yield progress in sugar beet: water, nutrient and light use efficiency, and harvest index. Seminar at University of Nottingham, 07.12.2016
- Ladewig, E., C. Buhre: Weiterentwicklung von Versuchen mit *Rhizoctonia solani*. ARGE Regensburg, 07.06.2016, Ingolstadt
- Ladewig, E., C. Kenter: Methodische Fragen in Feldversuchen mit nematodenresistenten und -toleranten Zuckerrübensorten. JKI Fachgespräch Nematoden, 16.11.2016, Braunschweig
- Lafer, D.: Herbst-Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben in Deutschland. 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 27.-29.09.2016, Gießen
- Märländer, B.: Die Rübe hat Zukunft – Zukunft braucht Forschung. Fachbeirat Zucker der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 14.01.2016, Berlin
- Märländer, B.: Die Folgen des Klimawandels für den Rübenanbau. Beratertagung der Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau Bonn, 28.01.2016, Düren
- Märländer, B.: Impulsreferat zu CONVISO® Smart. Workshop „Herbizidtolerante Kulturen als Zukunftsmodell?“. 27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 24.02.2016, Braunschweig
- Märländer, B.: Die Zuckerrübe zwischen Weltmarkt und Nörten. Rotary Club Northeim/Einbeck, 15.03.2016, Nörten-Hardenberg
- Märländer, B.: Die Zuckerrübe – nachhaltig und produktiv zum Höchstertrag. Mitgliederversammlung des Verbands bayerischer Zuckerrübenanbauer, 27.04.2016, Mamming
- Märländer, B.: Die Zuckerrübe – effizient und produktiv. 125 Jahre Verein deutscher Zuckertechniker, 03.05.2016, Berlin
- Märländer, B.: Von der Nachhaltigkeit zur nachhaltigen Intensivierung. nifa – Niedersächsisches Wirtschaftsforum Agrar - Handwerk - Industrie e. V., 16.06.2016, Hannover
- Märländer, B, K. Dittert.: Nachhaltige Produktivitätssteigerung; Konsequenzen für Wissenschaft und Wirtschaft. Öffentliche Ringvorlesung der Universität Göttingen: Landwirtschaft zwischen Idylle und Hightech, 12.07.2016, Göttingen

Publikationen aus dem IfZ

- Märländer, B.: Die Zuckerrübe – ein Erfolgsmodell mit Zukunft. Mitgliederversammlung des Verbands Wetterauer Zuckerrübenanbauer e. V., 02.09.2016, Wölfersheim
- Märländer, B.: Mit Innovation und Dialog in die Zukunft. KWS-Fachtagung Zuckerrübe, 21.12.2016, Einbeck
- Schulze, S.: Zusammenhang zwischen der Rhizoctonia-Befallsstärke zweier Zuckerrübensortentypen und bodenphysikalischen Parametern. 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 27.-29.09.2016, Gießen
- Trimpler, K.: Sachstand aktuelle Düngungsstrategien im Zuckerrübenanbau aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik. AK Pflanzenbau des KA, 10.11.2016, Göttingen
- Varrelmann, M.: Der Rizomania-Komplex an Zuckerrüben. Seminar zu aktuellen Themen – Nutzpflanzenwissenschaften, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 26.01.2016, Kiel
- Wendt, M.J.: Grundlegende Feldversuche zur Wirksamkeit von Conviso® zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, 20.-23.09.2016, Halle

2017

- Götze, P.: Ergebnisse zur Wirksamkeit und dem Einsatzzeitpunkt von CONVISO® ONE. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Götze, P.: Efficacy of Conviso® One: soil activity, application timing and strategies. IIRB-Seminar „Controlling weeds with ALS-inhibitors in ALS-tolerant sugar beet“, 14.12.2017, Malmö, S
- Hoffmann, C.: Einflussfaktoren auf die Lagerfähigkeit von Zuckerrüben. Beratertagung Rheinischer Rübenbauer-Verband, 25.01.2017, Düren
- Hoffmann, C.: Factors affecting the nitrate content in sugar beet. ESST working group “Nitrite”, 08.03.2017, Frankfurt
- Hoffmann, C.: Changes in root morphology with increasing yield. IIRB Study Group Beet Quality, 29.-30.05.2017, Borgeby, S
- Hoffmann, C.: Bedeutung von Erntetechnik und Sorte für die Lagerungsverluste von Zuckerrüben – Rodersystemvergleich 2015-2016. AK Sorten des KA, 16.06.2017, Bad Salzufen
- Hoffmann, C.: Beschädigungen und Lagerungsverluste von Zuckerrüben bei unterschiedlicher Erntetechnik 60. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., 26.-28.09.2017, Witzenhausen
- Hoffmann, C.: Zuckerrübenlagerung – von der Ernte in die Miete. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Hoffmann, C.: Causes for genotypic differences in storage losses. IIRB study group Genetics & Breeding, 21.-22.09.2017, Einbeck
- Koch, H.-J.: Bodenverdichtung vorbeugen - durch schonenden Einsatz von Landmaschinen - Empfehlungen für die Praxis. Junglandwirstammtisch Kreisbauernverband Kassel, 17.01.2017, Wolfhagen
- Koch, H.-J.: Bodenverdichtung vermeiden beim Einsatz von Landmaschinen - Grundlagen und Anwendung. Frankfurter Landwirtschaftlicher Verein - Ackerbautag 2017, 18.01.2017, Niederursel
- Koch, H.-J.: Constraints for sugar beet growth in autumn strip tillage on Central European loess soil. 39th ASSBT Biennial Meeting, 27.02.-02.03.2017, Greenville, South Carolina, USA
- Koch, H.-J.: Beet cyst nematode control by trap crop cultivation and sugar beet variety choice in Northern Germany. 39th ASSBT Biennial Meeting, 27.02.-02.03.2017, Greenville, South Carolina, USA
- Koch, H.-J.: Efficacy of band spraying combined with hoeing to control weeds in sugar beet. IIRB Study Group Agricultural Engineering, 17.05.2017, Crisenoy, F
- Koch, H.-J.: Von Lasten und Drücken: Was verlangen unsere Böden? 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Koch, H.-J.: Crop rotational effects in sugar beet cultivation - frequency of cultivation and preceding crops -. IIRB Study Group Plant and Soil, 11.09.2017, ITB Paris, F
- Koch, H.-J.: Einfluss von Anbauhäufigkeit und Vorfrucht auf den Ertrag von Zuckerrüben – Ergebnisse aus Betriebsbefragung und Systemversuch Fruchtfolge des IfZ. 60. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 26.-28.09.2017, Witzenhausen
- Koch, H.-J.: Zwischenfruchtanbau vor Zuckerrüben in Norddeutschland: Biomassebildung, Bodenwasser, Nmin, Ertragswirkung. Landwirstammtisch Alte Landwehr, 06.11.2017, Göttingen
- Ladewig, E.: Risikomanagement durch den integrierten Pflanzenschutz. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Ladewig, E.: Erarbeitung, Weiterentwicklung und Umsetzung der Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau. Forum NAP Pflanzenschutz, 06.12.2017, Bonn
- Liebe, S.: Zuckerrübenlagerung – von der Miete zum Mikrobiom. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Liebe, S.: Investigations on pseudorecombinants from Beet soil-borne mosaic virus and Beet necrotic yellow vein virus in *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*. Arbeitskreis Virologie der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, 20.-21.03.2017, Bonn

- Mahlein, A.-K.: Plant disease detection by hyperspectral imaging: from the lab. 11th European Conference on Precision Agriculture, 16.-20.07.2017, Edinburgh, UK
- Mahlein, A.-K.: Aspekte und Herausforderungen zukünftiger Zuckerrübenforschung. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Mahlein, A.-K.: Phenotyping the response of sugar beet to biotic and abiotic stress. IIRB Study Group Genetics & Breeding, 21.09.2017, Göttingen
- Mahlein, A.-K.: Digitale Technologien für den Pflanzenschutz – aktuelle Methoden und Entwicklungspotenzial. Tagung des Dachverbandes wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V., 05.10.2017, Berlin
- Mahlein, A.-K.: Sensing Plant Traits – Hyperspectral Imaging and other Optical Sensors. Workshop vom Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS, 17.10.2017, Dresden
- Mahlein, A.-K.: Sensormethoden für die Erkennung von Pflanzenkrankheiten – Mikro- und Nanotechnologien für die angewandte Spektroskopie. Jahrestagung der Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (GFPI), 08.11.2017, Berlin
- Mahlein, A.-K.: Phänotypisierung von Pflanzen mittels nicht-invasiver Sensoren – Erfassung von Pflanzenkrankheiten und Pflanzenstress. Studienrichtungskolloquium des DNPW der Universität Göttingen, 13.12.2017, Göttingen
- Märländer, B.: Welche Einflussfaktoren bestimmen den Ertrag? 43. Vortragstagung Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, 13.01.2017, Mannheim
- Märländer, B.: Die Zuckerrübe – mit mehr Effizienz in die Zukunft. Verband der Zuckerrübenanbauer im Hunte-Weser-Gebiet e.V., 09.03.2017, Bassum-Neubrunnhausen
- Märländer, B.: Ein Vierteljahrhundert Forschung für mehr Effizienz im Zuckerrübenanbau. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Märländer, B.: Die Zuckerrübe – mit Höchstertag, Hightech und Effizienz in die Zukunft. Mitgliederversammlung der Zuckerrübenanbauverbände Magdeburg e. V. und Niedersachsen Ost e. V., 16.11.2017, Bormun
- Nause, N.: Herbizideinsatz im Zuckerrübenanbau in Deutschland und damit verbundene Umweltrisiken. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Nause, N.: Betriebsbefragung zur Produktionstechnik 2010 - 2016. Arbeitskreis Pflanzenschutz des KA, 09.11.2017, Göttingen und Gesprächskreis Pflanzenschutz des KA, 10.11.2017, Göttingen
- Roß, C.: Maschinenhacke und Herbizideinsatz: Gibt es in Betrieben die Maschinenhacke einsetzen einen reduzierten Einsatz von Herbiziden? Arbeitskreis Pflanzenschutz des KA, 09.11.-10.11.2017, Göttingen
- Stockfisch, N.: CONVISO® ONE – Ansätze für eine Systemanalyse der Herbizidstrategie. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen
- Stockfisch, N.: Entwicklungen der Pflanzenschutzintensität bei Zuckerrüben. Fachveranstaltung „Pflanzenschutz im Rübenbau“, 04.12.2017, Eibelsstadt
- Stockfisch, N.: Aspects of a comprehensive analysis of herbicide strategies with Conviso® One. IIRB-Seminar „Controlling weeds with ALS-inhibitors in ALS-tolerant sugar beet“, 14.12.2017, Malmö, S
- Stockfisch, N., M. Hauer: Neonicotinoide im Zuckerrübenanbau und deren Umweltwirkungen, Nutzen und Alternativen. AK Pflanzenschutz des KA, 26.04.17, Anklam
- Stockfisch, N., N. Nause: Einsatz von Hacke und Herbiziden in Zuckerrüben, Auftreten von Unkräutern: Ergebnisse aus der Betriebsbefragung. AK Pflanzenschutz und AK Pflanzenbau des KA, 27.04.17, Anklam
- Stockfisch, N., K. Trimpler: Fruchtfolgen mit Zuckerrüben: Ergebnisse aus der Betriebsbefragung. AK Pflanzenbau des KA, 28.04.17, Anklam
- Stockfisch, N., N. Nause: Praxisüblicher Pflanzenschutz: Belastbare Daten aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau. DLG-Ausschuss Zuckerrüben, 21.06.17, Ochsenfurt
- Trimpler, K.: Zuckerrübenanbau im gesellschaftlichen Spannungsfeld. DLG-Ausschuss Zuckerrüben, 21.06.17, Ochsenfurt
- Varrelmann, M.: The rhizomania complex in sugar beet – virus variation and resistance breaking. Flying seminar EPS – Experimental Plant Science, Wageningen University, 18.04.2017, Wageningen, NL
- Varrelmann, M.: Risikoanalyse für das Auftreten von Pflanzenschutzmittelresistenz in Schaderregern der Zuckerrübe. 13. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 07.09.2017, Göttingen

Weitere Vorträge wurden in Sitzungen interner Gremien und projektbegleitender Ausschüsse gehalten.

Publikationen aus dem IfZ

Dissertationen 2016 und 2017

- Bartholomäus, A.: From Fungicides to Mycoviruses – The Control of *Rhizoctonia solani* in Sugar Beet. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017. ISBN 978-3-7369-9569-7
- Fischer, S.: Einfluss einer Kalkung auf Phosphor und Kalium in Lössböden und Zuckerrüben. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016. ISBN 978-3-7369-9202-3
- Lauer, D.: Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben auf Lössböden – Einfluss auf Bodeneigenschaften, Erosionsrisiko durch Wasser sowie Wachstum und Ertrag. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016. ISBN 978-3-7369-9417-1
- Liebe, S.: Impact of environment, genotype and storage temperature on the microbial community, rot development and root quality of stored sugar beets. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016. ISBN 978-3-7369-9218-4
- Schnepel, K.: Effizienzsteigerung in der Zuckerrübenproduktion – Analyse des Ertragspotenzials und Verbesserung der Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016. ISBN 978-3-7369-9339-6
- Schulze, S.: *Rhizoctonia solani* in sugar beet – Relations between soil physical properties and disease severity as well as quantification of the *Rhizoctonia* inoculum potential in soils. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017. ISBN 978-3-7369-9592-5
- Trimpler, K.B.: Nachhaltige Produktivitätssteigerung im Zuckerrübenanbau. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017. ISBN 978-3-7369-9674-8
- Wendt, M.J.: Wirkung und Selektivität von Foramsulfuron + Thiencarbazon-methyl zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017. ISBN 978-3-7369-9520-8

Abstracts Dissertationen

Bartholomäus, A.

From Fungicides to Mycoviruses – The Control of *Rhizoctonia solani* in Sugar Beet

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017

Rhizoctonia root and crown rot, caused by the soil-borne basidiomycete *Rhizoctonia solani*, is one of the most important diseases in sugar beet worldwide and from increasing economic relevance in many European sugar beet growing areas. Fungicides are able to control *Rhizoctonia* root and crown rot in sugar beet efficiently and they are an integral part of disease management in some countries. In the European Union, however, no fungicides against *Rhizoctonia* in sugar beet are registered and existing control approaches cannot completely control the disease. In general the active ingredient azoxystrobin (AZ) plays a crucial role in the control of *Rhizoctonia*, as it provides a superior disease control compared to other substances. Anyhow, AZ is prone to resistance development and requires a careful resistance management. In the United States the application of fungicides, which contain solely the active ingredient AZ, at sowing or early in the plant development, is the main strategy to control *Rhizoctonia* root and crown rot in sugar beet. However, such an approach is not suitable for disease control in the European Union. On the one hand, the use of a single active ingredient in a fungicide promotes resistance development, and on the other hand, fungicide application in times of low canopy coverage is not in accordance with European regulations to protect the environment from untargeted pesticide applications. For this reason, two fungicides were evaluated for their control efficacy in-vivo in the field, when applied later in the growing season and the canopy cover is higher, as well as in-vitro. Using different sugar beet cultivars with varying levels of resistance, the effect on disease severity, white sugar yield and soil-borne inoculum was determined in naturally infested fields, as well as with additional inoculation. The first fungicide, analyzed in this thesis, contains 250 g/l AZ and is similar to the one successfully used in the US. The second fungicide includes a mixture of the two active ingredients azoxystrobin + difenoconazole (AZ+DFZ) in a concentration of 125 g/l each, which reduces the risk for resistance development.

Both fungicides showed an excellent disease control with a similar efficacy indicating that the combination of AZ+DFZ is suitable to be used as substitute for solely AZ. Further analysis of AZ+DFZ regarding the optimization of application technique demonstrated that the targeted usage by row application, which reduces unwanted deposition to the soil, results in a similar control efficacy than broadcast spraying. Therefore, this technique could be a suitable means to increase the ecological friendliness of the fungicide and reduce the application dosage.

Analyses to minimize the application frequency showed that one fungicide application induces sufficient disease control in the susceptible genotype when the infestation level is intermediate. Thereby it became apparent that the application in the six-leaf stage and at 10 % canopy closure resulted in a similar control efficacy. However, once the disease pressure is too high, two fungicide applications were necessary to prevent loss in white sugar yield in the susceptible cultivar. Applying fungicides to a resistant cultivar demonstrated that one fungicide application provides disease control when the pressure is high, whereas the intrinsic resistance in the cultivar is able to ensure a stable white sugar yield at the low or intermediate disease pressure. In contrast, the susceptible cultivar suffered from yield losses even when the disease pressure was low. Still, due to its superior yield characteristics, the obtained WSY was higher or similar to the one of the resistant cultivar when the disease severity was below approximately 25 % diseased beet surface. The third tested cultivar represented recent efforts to increase yield characteristics of resistant cultivars. The analysis showed that this cultivar combined the resistance characteristics of the resistant cultivar, but simultaneously provided a significantly higher WSY when the disease pressure was low. However, this cultivar is not commercially available yet.

In conclusion, using plant resistance to manage the disease will always be the key component in the control of *Rhizoctonia* in sugar beet. Nevertheless, the yield improvement of the resistant cultivars is essential, otherwise there is a risk that fungicides, once registered, might be used in combination with susceptible cultivars to ensure high yield. This is not in accordance with the integrated pest management and might also induce problems concerning the long-term accumulation of the soil-borne inoculum, since this analysis showed that only the combination of resistant cultivar and chemical treatment is able to prevent inoculum propagation at high disease pressure.

According to the results in this thesis the best way to supplement the existing control strategies by a chemical treatment would be the usage of AZ+DFZ instead of solely AZ in the interest of resistance management. Furthermore, a single application at 10 % canopy closure, possibly as row application, to minimize fungicide deposition to the soil, seems to be the best way to use this fungicide. However, the environmental concerns regarding the use of an unspecific fungicide to control a soil-borne pathogen like *Rhizoctonia* might complicate the registration in the EU.

For this reason alternatives to chemical control, which could supplement the existing control strategies, were evaluated in parallel. Mycoviruses, which induce hypovirulence, seem to be a promising approach for this purpose. They are highly pathogen specific and might deliver long lasting control, once suitable biocontrol agents for *Rhizoctonia* have been identified. In order to do so, a method for virome characterization based on randomly transcribed dsRNA extracts analyzed by deep sequencing in the combination with the identification of the RdRp domain as virus marker was developed. This method was used to screen the virome of a hypovirulent isolate of *Rhizoctonia* for viruses that are related to mycoviruses with known biocontrol potential. The virome analysis revealed that the *Rhizoctonia* isolate DC17 is infested with 17 different mycoviruses from which 16 are novel species, belonging to at least seven different families. Based on sequence homology, two mycoviruses, a mitovirus and a megabirnavirus were designated as best candidates to induce the hypovirulent phenotype. Furthermore, other mycoviruses, like *Rhizoctonia solani flexivirus 1* (RsFV-1), were identified, which give new insights into general virology.

The analysis of the complete genome of RsFV-1 showed that this virus does most likely belong to a novel family in the order Tymovirales. Due to its unique genome organization it broadens our understanding of the diversity of viruses within this order and indicates that the virome analysis is not just a tool to search for biocontrol agents, but is highly valuable to extend our understanding of viruses in general.

Fischer, S.

Einfluss einer Kalkung auf Phosphor und Kalium in Lössböden und Zuckerrüben

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016

Nährstoffwechselwirkungen im Boden können nach einer Kalkung, infolge der Zufuhr von Calcium- (Ca-) Ionen und der Anhebung des pH-Wertes, auftreten. Davon sind insbesondere Böden betroffen, die trotz niedriger Ca-Gehalte neutrale pH-Werte aufweisen. Ziel dieser Arbeit war es einerseits, den Einfluss einer Kalkung kalkbedürftiger Lössböden mit pH-Werten nahe 7, auf die Extrahierbarkeit und Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor (P) und Kalium (K), sowie auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Zuckerrübe zu prüfen. Andererseits sollten die Effekte einer Kalkung quantifiziert und einzelnen Standorten oder Standortgruppen zugeordnet werden, um einen Beitrag zur Verbesserung der Düngeberatung zu leisten.

Im Süden und der Mitte Deutschlands wurde anhand von 62 Feldversuchen auf ähnlichen Lössstandorten der Einfluss von Branntkalk auf die mittels Elektro-Ultrafiltration (EUF) aus dem Oberboden extrahierbaren Nährstoffe P und K geprüft. Dabei wurden die Nährstoffgehalte des Bodens im Verlauf von 24 Wochen nach der Kalkung mit 0, 3 und 12 t CaO ha⁻¹ (Kontrolle, Niedrig, Hoch) gemessen. Im Mittel über alle Standorte stiegen sowohl die EUF-P als auch die EUF-K-Gehalte infolge der Kalkung tendenziell an. Während die Summe beider EUF-P-Fractionen vier Wochen nach der Kalkung zunächst um etwa 0,4 mg P (100 g Boden)⁻¹ anstieg (Kalk-Niedrig), egalisierte sich dieser Effekt bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Für EUF-K zeigte sich bei niedriger Kalkgabe das gleiche Bild. Dagegen wurde bei hoher Kalkgabe auch 24 Wochen nach der Kalkung immer noch 1,2 mg (100 g Boden)⁻¹ mehr EUF-K extrahiert als in der unbehandelten Kontrolle. Während der gestiegene P-Gehalt vermutlich auf den Rückgang der sorbierten bzw. gefällten Eisen- und Aluminium-Phosphate infolge des gestiegenen pH-Wertes zurückgeht, kann angenommen werden, dass das zusätzlich gemessene EUF-K den Zwischenschichten der 2:1 Tonminerale entstammt, das durch die Zufuhr von Ca mobilisiert wurde.

Aufgrund der geringen Unterschiede im Mittel über alle Standorte, erfolgte in einem zweiten Schritt die Differenzierung der einzelnen Standorte, um die gefundenen Effekte zuordnen, vorhersagen und quantifizieren zu können. Als Basis dienten die Ergebnisse der Bodenuntersuchung an den Standorten vor Versuchsbeginn. Zunächst konzentrierte eine Hauptkomponentenschätzung die Information von 17 Parametern der Bodenuntersuchung. Anhand von vier extrahierten Hauptkomponenten, die als Bodenschwere, organisches Potenzial, Pufferkapazität und K-Versorgung interpretiert wurden, erfolgten eine Cluster- und schließlich eine Diskriminanzanalyse. Obwohl die Standorte durch multivariate Methoden in sechs Cluster differenziert werden konnten, ergab die nachfolgende Varianzanalyse nur geringe Unterschiede zwischen den Kalkvarianten innerhalb der Cluster. Erst nach der manuellen Gruppierung der Cluster in zwei Gruppen, aufgrund der Hauptkomponente Pufferkapazität, zeigte sich der Effekt einer Kalkung auf EUF-extrahierbares P und K. Dabei stieg infolge der Kalkung sowohl EUF-P als auch EUF-K in der Clustergruppe mit niedriger Pufferkapazität um 10 % bis 15 % an, wohingegen die Kalkung in der Clustergruppe mit hoher Pufferkapazität keinen Einfluss auf P und K ausübte.

Die Untersuchung des Einflusses einer Kalkung auf die Pflanzenverfügbarkeit von P und K, sowie auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Zuckerrübe, erfolgte an 10 der 62 Standorte. Dabei wurde zusätzlich zur Kalkung eine K-Düngung in drei Stufen (0, 200 und 400 kg K₂O ha⁻¹) untersucht. Infolge der Kalkung sanken P- und K-Gehalt der Rübe marginal um 0,01 bzw. 0,07 g (kg TM)⁻¹ ab. Dagegen stiegen Rüben-Frischmasseertrag (REFM) und Bereinigter Zuckerertrag (BZE) um 1,4 bzw. 0,3 t ha⁻¹ an. Bei Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Kalkung und K-Düngung zeigte sich einzig am BZE, dass

es nach einer Kalkgabe sinnvoll war, auch die benötigte K-Düngung durchzuführen. Unter Berücksichtigung der zuvor erarbeiteten Gruppierung mittels multivariater Statistik, zeigte sich, dass dieser Effekt den Standorten mit hoher Pufferkapazität zuzuordnen war und gleichfalls für REFM, Zuckergehalt und BZE gefunden wurde.

Im Hinblick auf eine Optimierung der Düngeempfehlung wurde ein Zusammenhang festgestellt, zwischen der Veränderung des EUF-P-Gehaltes infolge der Kalkung und dem EUF-Ca-Gehalt in der zweiten Fraktion. Obwohl das Steigungsmaß flach (-0,016) und das Bestimmtheitsmaß (0,17) niedrig war, zeigte die Auswertung die Möglichkeit die Düngeempfehlung für P auf Standorten mit niedriger Pufferkapazität zu reduzieren, sofern die empfohlene Kalkung durchgeführt wurde. Die Absicherung der Ergebnisse auf weiteren Standorten mit unterschiedlicher P- und K- Versorgung ist angezeigt.

Laufer, D.

Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben auf Lössboden - Einfluss auf Bodeneigenschaften, Erosionsrisiko durch Wasser sowie Wachstum und Ertrag

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016

Streifenbearbeitung ist eine auf die späteren Saatzeilen streifenweise begrenzte Lockerung des Bodens. Auf Standorten mit einem Tonanteil von weniger als 10 % im Boden wurden mit der Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben im Frühjahr und der gleichzeitigen Aussaat in einem Arbeitsgang vergleichbare Erträge wie bei betriebsüblichen ganzflächigen Bearbeitungsverfahren erzielt. Auf Lössböden mit Tonanteilen von mehr als 10 % kann eine Streifenbearbeitung im Frühjahr zu Problemen führen: Die zu diesem Zeitpunkt üblicherweise hohen Bodenwassergehalte und die daraus folgende geringe Schütffähigkeit des Bodens können eine unvollständige Rückverfestigung und eine unzureichende Qualität des Saatbetts verursachen. Die Folge davon sind zumeist unzureichende und ungleichmäßige Feldaufgänge der Zuckerrüben. Der jahreszeitliche Verlauf der Bodenfeuchte lässt auf Lössboden im Spätsommer/Herbst günstigere Bedingungen für eine lockernde Bodenbearbeitung erwarten als im Frühjahr vor der Aussaat. Darüber hinaus sollten die natürliche Bodensetzung während der Winterperiode sowie die Förderung der Bodengare durch Frost die Funktionssicherheit des Verfahrens erhöhen, jedoch fehlten bislang belastbare Untersuchungen.

Ziel des ersten Teils der Arbeit war es daher, die Praxistauglichkeit der Streifenbearbeitung im Herbst mit breiter Variation der Boden- und Witterungsbedingungen zu beurteilen. Dazu wurden 2012/13, 2013/14 und 2014/15 in charakteristischen Rübenanbaugebieten Deutschlands insgesamt 35 On-Farm-Versuche durchgeführt. Im Mittel der untersuchten Umwelten war der Feldaufgang bei Streifenbearbeitung ungleichmäßiger und 7 % niedriger als bei betriebsüblichen Bodenbearbeitungsverfahren. Zudem verringerte die Streifenbearbeitung im Herbst den Bereinigten Zuckrertrag tendenziell um 6 %. Das Risiko von Mindererträgen nahm mit zunehmenden Tongehalt des Standorts zu und war vermutlich durch eine verzögerte Jugendentwicklung bedingt.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde der Effekt einer Streifenbearbeitung im Herbst auf Wachstum und Ertrag von Zuckerrüben untersucht und mit betriebsüblichen Bodenbearbeitungsverfahren (Pflug, Grubber) verglichen. Dazu wurden 2013/14 und 2014/15 auf drei Standorten der Region Göttingen vollrandomisierte Feldversuche angelegt. Nach Streifenbearbeitung war der Feldaufgang im Vergleich zu beiden betriebsüblichen Verfahren teilweise bis zu 7 Tage verzögert und tendenziell geringer. Die beiden betriebsüblichen Verfahren erzielten einen sehr ähnlichen Blattflächenindex und zwischen Juni und August geringfügig höhere Werte als bei Streifenbearbeitung. Sowohl im März als auch im Mai war der Nmin-Gehalt im Boden bei beiden betriebsüblichen Verfahren um 20-24 % höher als bei Streifenbearbeitung. Dies spiegelte sich in der Grünfärbung der Blätter im Juni wieder. Der Trockenmasseertrag der Gesamtpflanze und der Bereinigte Zuckrertrag bei Streifenbearbeitung war 7 % geringer als bei beiden betriebsüblichen Verfahren. Sowohl der Bodeneindringwiderstand und als auch die Wurzellängendichte im Oberboden zeigten keine Korrelation zum Ertragsunterschied. Bei Streifenbearbeitung beeinträchtigten vermutlich der verzögerte Feldaufgang und die geringere Stickstoffverfügbarkeit in der Jugendentwicklung eine schnelle Ausbildung des Blattapparates, was zu einer verminderten Ausnutzung der Sonneneinstrahlung führte.

Gegenstand des dritten Teils der Arbeit war es zu untersuchen, welchen Einfluss die Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben auf Bodenerosion durch Wasser hat. Dazu wurden im Frühjahr 2014 und 2015 auf vier süddeutschen Löss-Standorten On-Farm-Versuche angelegt und in der Jugendentwicklung der Zuckerrübe ein Starkregenereignis simuliert. Bei der wendenden Bodenbearbeitung (Pflug) wurde der höchste Oberflächenabfluss ermittelt, während die nichtwendende Bodenbearbeitung (Grubber) und die Streifenbearbeitung aufgrund eines höheren Infiltrationsvermögens der Böden einen deutlich geringeren Abfluss aufwiesen. Das wendende Bodenbearbeitungsverfahren hatte den höchsten Bodenabtrag, was vermutlich auf die verringerte Bodenbedeckung und einen geringeren Corg-Gehalt in der Oberkrume zurückzuführen war. Schon eine Bodenbedeckung durch organische Rückstände von rund 10 % führte im nichtwendenden Verfahren (Grubber) zu einem hohen Schutz der Bodenaggregate vor aufprallenden Regentropfen und zur Verringerung der Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses. Dadurch war die Sedimentkonzentration im Oberflächenabfluss und demzufolge der Bodenabtrag ähnlich niedrig wie bei Streifenbearbeitung.

Durch eine Stoppelbearbeitung vor der Streifenbearbeitung im Herbst könnte das Verfahren ‚Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben im Herbst‘ vermutlich optimiert werden.

Liebe, S.

Impact of environment, genotype and storage temperature on the microbial community, rot development and root quality of stored sugar beets

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016

In Europe, the sugar beet root undergoes a considerable post-harvest period by storage in large clamps next to the field (on average 60 days). This period is a critical stage during sugar beet production with an increasing economic importance as political changes in the European sugar market force sugar factories to prolong processing campaigns. On the one hand, longer campaigns help factories to compensate negative effects of decreasing sugar prices, but on the other hand, growers and factories inevitable have to face increasing storage losses. Freshly harvested sugar beets with their high water and sugar content constitute an ideal environment for the growth of microorganisms causing storage rots. Additionally, mechanical harvesting and topping creates severe injuries serving as entry sites. The development of storage rots is accompanied by increased sucrose losses and reduced processing quality due to the accumulation of invert sugars (glucose + fructose). This issue has been known for years, but the current knowledge about storage rots and their impact on sugar beet storability is still based on a few studies restricted to the US. Thus, little is known about influencing factors and the species spectrum colonizing sugar beets during storage. This knowledge is crucial as growers and factories have to face increasing storage losses without developing disease management strategies.

Therefore, it was one objective of this thesis to study the variability of storage rot development in sugar beet with particular focus on effects of environment, genotype and storage temperature. For this purpose, storage trials including three genotypes grown in different environments and stored under controlled conditions (8°C and 20°C) were conducted. A precise quantification of rot severity was achieved by estimating the amount of necrotic tissue visible in the longitudinal cut of each sugar beet. Based on these results, it was shown that the storage temperature as one key environmental factor for microbial growth mostly influenced rot severity. Within the same temperature treatment, the occurrence of storage rots heavily depended on the environment, probably attributed to variation in mechanical injuries caused by different harvesting conditions and techniques. The selection of the genotype did not prevent infection, but at least slowed down disease progression indicating the presence of a quantitative resistance mechanism in modern sugar beet hybrids. This effect was consistently reproduced over three years without changes in the genotype ranking. However, large variation in rot severity restricted the identification of significant genotype effects on environments with sufficient incidence of storage rots. Therefore, a damage treatment prior to storage was included in one trial with the effect of increasing rot severity and improved genotype differentiation. In addition to field trials, genotypic effects were further studied under laboratory conditions by inoculating sugar beets with the storage pathogen *Fusarium graminearum*. Roots selected for inoculation were grown in the field as well as in the greenhouse. The bioassay could successfully reproduce the genotype ranking observed in storage trials. Moreover, selected genotypes differed in the amount of necrotic tissue, invert sugar concentration and fungal biomass of *F. graminearum*. These results were consistent across both sugar beets from field as well as from greenhouse.

A further focus of this thesis was put on the species spectrum colonizing stored sugar beets and its variability influenced by environment, genotype and storage temperature. Within these investigations, sample material obtained from storage trials was analyzed with a microarray developed throughout this study and high-throughput sequencing (HTS) of different marker genes. With both approaches, changes in the microbial community composition were observed, demonstrating that sugar beets are exposed to an intensive post-harvest colonization. Before storage, apparently healthy sugar beets were already colonized by many different fungi (e.g. *Fusarium* spp., *Plectosphaerella cucumerina*) and oomycetes (e.g. *Aphanomyces cochlidioides*, *Phytium* spp.). After storage, a highly temperature specific community developed, comprising spoilage fungi well known as cosmopolitan, generalist and casual agents of post-harvest diseases in many other crops. *Botrytis cinerea* as one major species was predominantly found in sugar beets stored at 8°C, whereas this species was nearly absent after storage at 20°C. In contrast, species of *Fusarium* and *Penicillium* were found at both temperatures, but results from HTS indicated a higher prevalence at 20°C. The occurrence of *B. cinerea*, *Fusarium* spp. and *Penicillium* spp. was only little influenced by the environment; moreover, slight and heavy rot symptoms were not associated with a different species spectrum. Similarly, genotype effects on the species spectrum were not observed which further supports the presence of an unspecific resistance mechanism.

In addition to the storage rot rating, all sugar beets were subjected to quality analysis to determine the microbial induced sucrose loss and accumulation of invert sugars. Both parameters were highly correlated ($R^2 > 0.7$) with rot severity demonstrating that even a slight infection with storage rots is already associated with considerable storage losses and reduced processing quality. There was no genotype specific yield loss-infestation relationship; moreover, all genotypes displayed a similar response pattern. Nevertheless, the close correlation could highlight the benefit of the quantitative resistance, because sucrose loss was 20% higher in the most susceptible genotype compared to the other tested genotypes. Apart from that, a theoretical estimation of sucrose loss and invert sugar concentration without the influence of storage rot was possible based on regression intercepts. Here, the estimated values in the absence of storage rots ranged between 5 and 7% for sucrose loss and between 12 and 15 mmol kg⁻¹ FM for invert sugar.

This study clearly shows that post-harvest microbial colonization accompanied by rot development is a major factor decreasing the storability of sugar beets. Thus, any efforts towards reduced rot development would contribute substantially to the improvement of sugar beet storability, particularly in the context of longer processing campaigns in the future. Potential control measurements including disease resistance, reduced harvest damage as well as improved storage conditions are discussed based on the results.

Schnepel, K.

Effizienzsteigerung in der Zuckerrübenproduktion - Analyse des Ertragspotenzials und Verbesserung der Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2016

Die Effizienzsteigerung in der Zuckerrübenproduktion kann dazu beitragen, den weltweit wachsenden Bedarf an pflanzlicher Biomasse nachhaltig zu steigern sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Zuckerrübenproduktion zu verbessern. Zur Steigerung der Effizienz in der Zuckerrübenproduktion war es das Ziel im ersten Teil dieser Arbeit, das Ertragspotenzial von Zuckerrüben zu analysieren und mögliche Ansatzpunkte für eine züchterische Steigerung des Ertrages aufzuzeigen. Im zweiten Teil der Arbeit wurde die Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen untersucht, um die Lagerungsverluste zukünftig durch den Anbau lagerfähiger Sorten reduzieren zu können.

Es wird erwartet, dass das Ertragspotenzial von Zuckerrüben durch den Anbau von im Herbst gesäten Zuckerrüben (Winterrüben) im Vergleich zu im Frühjahr gesäten Rüben gesteigert werden kann. Dies setzt ein kontinuierliches Wachstum während einer verlängerten Vegetationsperiode voraus. Bisher stehen allerdings keine winterharten und schossresistenten Zuckerrüben genotypen zur Verfügung, um Winterrüben unter Feldbedingungen in Mitteleuropa testen zu können. Deshalb wurde im Manuskript I untersucht, wie sich der Ertrag von Zuckerrüben bei einer verlängerten Wachstumszeit entwickelt, um zu prüfen, ob Zuckerrüben das Ertragspotenzial haben, um den theoretisch erwarteten Ertragsanstieg realisieren zu können. Dafür wurden von 2008 bis 2012 Gefäßversuche im Gewächshaus bei optimalen Wachstumsbedingungen durchgeführt. Die ältesten Pflanzen wuchsen für 859 Tage (14 242 °Cd). Der Rübenfrischmasseeertrag ist kontinuierlich bis zur letzten Ernte angestiegen. Der höchste Zuckergehalt und die maximale Anzahl Kambiumringe waren genauso hoch wie bei dem kommerziellen Zuckerrübenanbau mit einer Wachstumszeit von 200 Tagen und sind trotz verlängerter Vegetationsperiode nicht angestiegen. Ferner hat der Zuckergehalt und die Photosyntheserate ab einer Wachstumszeit von 5 000 °Cd abgenommen. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass die Zuckerkonzentration der Speicherwurzel durch die Sinkkapazität limitiert ist. Der Zuckrertrag nahm allerdings auf Grund des steigenden Rübenanbaues mit zunehmender Wachstumszeit zu. Folglich kann das Ertragspotenzial von Zuckerrüben durch den Anbau von Winterrüben gesteigert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass die Pflanzen eine ausreichende Winterhärte und Schossfestigkeit haben.

Lagerungsverluste von Zuckerrüben werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Eine Möglichkeit, durch die die Lagerungsverluste reduziert werden könnten, ist der Anbau von Sorten mit guter Lagerfähigkeit, d.h. mit geringen Zuckerverlusten und einer geringen Akkumulation von Invertzucker. Um die Lagerfähigkeit von Zuckerrüben züchterisch zu verbessern, müssen die Ursachen für die genotypischen Unterschiede in Lagerungsverlusten analysiert werden. Darüber hinaus müssen Kriterien entwickelt werden, mit denen die Lagerfähigkeit der Sorten bereits bei der Ernte bestimmt werden kann.

In Manuskript II wurden die Ursachen für die genotypischen Unterschiede in den Lagerungsverlusten analysiert und der Einfluss des Genotyps auf die Lagerungsverluste quantifiziert. Dafür wurden 36 Zuckerrüben genotypen in 2011 und 18 Genotypen in 2012 an zwei Standorten in Deutschland angebaut. Nach der Ernte wurden die Rüben unter kontrollierten Bedingungen in Klimacontainern bei jeweils 8 °C und 20 °C für 8 und 12 Wochen gelagert. Die Zuckerverluste nahmen in Abhängigkeit von der Temperatursumme (°Cd) während der Lagerung zu und waren sehr eng mit der Akkumulation von Invertzucker korreliert. Die genotypische Variabilität in den Lagerungsverlusten wurde überwiegend durch Unterschiede im Befall mit Mikroorganismen, aber auch durch Unterschiede im Kohlenhydratstoffwechsel der Rüben verursacht. Der Standort und die Lagerungsbedingungen beeinflussten die Lagerungsverluste stark, wobei die höchsten genotypischen Unterschiede an Standorten mit besonders hohen Lagerungsverlusten auftraten. Der Genotyp hatte mit einem Anteil von 12 % an der Gesamtvarianz einen erheblichen Einfluss auf die Lagerungsverluste. Somit scheint eine Selektion von Genotypen mit verbesserter Lagerfähigkeit eine gute Möglichkeit zu sein, um die Lagerungsverluste von Zuckerrüben zu reduzieren.

Manuskript III zielte darauf ab, die Gründe für die genotypischen Unterschiede in der Lagerfähigkeit genauer zu analysieren und ein indirektes Kriterium zur Bestimmung der Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen bei der Ernte zu ermitteln. Dazu wurden in 2011 und 2012, 18 und in 2012 und 2013, 6 Genotypen an jeweils zwei Standorten angebaut und für 8 und 12 Wochen unter kontrollierten Bedingungen bei 8 °C eingelagert. Dieselben 18 Genotypen wurden zusätzlich unter Hitze- und Trockenstressbedingungen in 2012/13 in Spanien angebaut. Genotypische Unterschiede in den Lagerungsverlusten wurden vor allem durch Unterschiede in der Höhe des Befalls mit Mikroorganismen verursacht. Der Befall mit Mikroorganismen und der Invertzuckergehalt nach der Lagerung waren bei den Genotypen, die vor der Lagerung hohe Markgehalte aufwiesen, am niedrigsten. Dies deutet darauf hin, dass genotypische Unterschiede in der Lagerfähigkeit von Zuckerrüben durch eine unspezifische Resistenz verursacht werden. Zusätzlich waren der Zuckergehalt in der Trockenmasse vor der Lagerung und der Invertzuckergehalt nach dem Anbau unter Stressbedingungen mit dem Invertzuckergehalt nach der Lagerung korreliert. Folglich können diese Parameter als Kriterien verwendet werden, um die Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen bereits bei der Ernte zu bestimmen.

Um die Bewertung der technischen Qualität von gelagerten Rüben zu verbessern wird darüber diskutiert, den Invertzuckergehalt in der Routineanalytik der Fabriken zu messen. Die Voraussetzung dafür ist jedoch, dass der Invertzuckergehalt an Hand des Glucosegehaltes berechnet werden kann. In dem Manuskript IV wurde an Hand eines umfangreichen Datensatzes (8 Lagerungsversuche, 5 Jahre, 6 Standorte, 46 Sorten, 4 Köpffqualitäten, 12 Lagerungsperioden und 7 Lagerungstemperaturen) das Verhältnis von Glucose zu Fructose analysiert, wobei ein linearer Zusammenhang zwischen dem Glucose- und dem Invertzuckergehalt bei frisch geernteten und gelagerten Zuckerrüben festgestellt werden konnte. Es wurde eine Formel entwickelt, mit der der Invertzuckergehalt w'_{In} auf Basis des Glucosegehaltes w_G berechnet werden kann ($w'_{In} = 2 * w_G - 1,5$ in $mmol\ kg^{-1}$). Sobald die Messung des Glucosegehaltes in der Routineanalyse der Fabriken durchgeführt wird, wird der Anbau einer Sorte mit guter Lagerfähigkeit an Bedeutung gewinnen. Außerdem wäre es möglich, die Lagerfähigkeit von Genotypen routinemäßig zu bestimmen.

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass der Ertrag von Zuckerrüben durch eine verlängerte Wachstumszeit erhöht werden kann. Darüber hinaus wurden erste Hinweise geliefert, um die Lagerfähigkeit von Zuckerrüben genotypen züchterisch zu verbessern. Diese Ergebnisse können genutzt werden, um die Effizienz in der Zuckerrübenproduktion nachhaltig zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit der Zuckerrübenproduktion entlang der Wertschöpfungskette zu verbessern.

Schulze, S.

***Rhizoctonia solani* in sugar beet - Relations between soil physical properties and disease severity as well as quantification of the *Rhizoctonia* inoculum potential in soils**

Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017

The soil-borne and plant-pathogenic fungus *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn is a species complex of 13 different anastomosis groups (AG) and further subgroups. Isolates of the fungus are distributed in almost all arable soils world-wide. For sugar beet, *R. solani* is the causal agent of the Rhizoctonia crown and root rot. Subgroup IIIB of AG2-2 was identified to be the most aggressive and frequently occurring subgroup. Like other soil-borne pathogens, *R. solani* is heterogeneously distributed in the soil and therefore disease symptoms generally occur in patches.

The most important factors affecting Rhizoctonia crown and root rot disease severity in sugar beet are the crop rotation, the sugar beet variety cultivated, the soil tillage performed as well as weather conditions such as soil temperature and moisture and the soil structure. However, it is not clear to which extend the soil structure, more specifically individual soil physical properties, affect the *R. solani* inoculum potential in the soil and the disease severity in sugar beet. Therefore, this study aimed to identify individual soil physical properties with a significant impact on disease severity in sugar beet. It is hypothesized that an unfavorable soil structure increases the pathogenicity of *R. solani* against sugar beet leading to a higher disease severity. Moreover, a new method to quantify the *R. solani* inoculum potential in the soil was developed and applied to study the inoculum potential during the vegetation period when a susceptible and a resistant sugar beet as well as winter rye as a nonhost plant was grown.

Soil structural properties were differentiated (i) by growing maize as a *R. solani*-susceptible preceding crop before sugar beet to vary the amount of maize residues (silage maize, grain maize) and (ii) by varying soil tillage (plowing, mixing tillage with a cultivator, shallow cultivation after soil compaction by wheeling) in two-factorial field experiments in two German sugar beet production areas (Lower Saxony without natural *R. solani* infestation and Lower Bavaria with natural *R. solani* infestation) in 2013-14 and 2014-15. Fields were artificially inoculated with *R. solani* (barley inoculum) before maize was grown. Disease severity and yield reaction in sugar beet were assessed for a susceptible and a resistant sugar beet variety.

The present study demonstrated, that the environment (site × year) was the most important factor affecting Rhizoctonia crown and root rot disease severity and white sugar yield of sugar beet. Overall, mean disease severity was low at all environments and ranged between 5 – 28 %. Only at two environments disease severity was high enough to differentiate between the two sugar beet varieties with a significantly higher disease severity of the susceptible compared to the resistant variety. This indicated the significant impact of both the environment and the sugar beet variety on disease severity. Furthermore, disease severity was significantly higher after wheeling compared to the plow and cultivator treatment. For the first time, penetration resistance as a soil physical parameter, was identified to have major impact on Rhizoctonia crown and root rot disease severity. Both sugar beet varieties showed the same reaction in disease severity and white sugar yield to increasing penetration resistance at low-disease levels. However, when the mean disease severity was above 15 % the sugar beet's ability to withstand a *R. solani* attack was more decreased for the susceptible compared to the resistant sugar beet variety. The pathogenicity of *R. solani* against sugar beet was probably enhanced by unfavorable soil structural conditions (increasing penetration resistance) resulting in a higher increase of the disease severity, especially when cultivating susceptible sugar beet variety. We assume that the increasing penetration resistance led to denser *R. solani* colonies in the soil. This results in a higher probability to infect the sugar beet plants. Therefore, soil compaction and tillage practices with reduced loosening and mixing intensity should be avoided in agricultural practice to reduce the risk of the Rhizoctonia crown and root rot.

To determine the inoculum potential of *R. solani* AG2-2IIIB in soils a new reliable real-time PCR based method was developed. The new method allows AG2-2IIIB-specific quantification of *R. solani* from large sample volumes of 250 g of soil. It was shown that the assay is suitable to detect *R. solani* DNA in naturally infested field soils and therefore provides an alternative to other diagnostic methods to detect soil-borne pathogens. The method was applied to study the effect of a susceptible and a resistant sugar beet variety and subsequently grown winter rye as a nonhost crop on the *R. solani* inoculum potential in field soils. Moreover, during the vegetation period, a six-fold increase of the *R. solani* inoculum potential in the soil was observed when the susceptible sugar beet variety was grown. In contrast, when a resistant sugar beet variety was grown, the inoculum potential remained constant. Growing winter rye significantly reduces the inoculum potential in the soil to the initial level. It can be concluded that the increase of the *R. solani* inoculum potential in the soil by growing a susceptible sugar beet variety might increase the risk of an elevated disease level in subsequently grown host crops and, however, a reduced inoculum potential due to the growth of a resistant sugar beet variety or a non-host crop might decrease disease risk in subsequently grown host crops. However, there was no correlation found between the soil inoculum potential and disease severity emphasizing a significant impact of environmental factors on disease severity and occurrence.

Trimpler, K. B.

**Nachhaltige Produktivitätssteigerung im Zuckerrübenanbau
Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017**

Um zu einer nachhaltigen Entwicklung im Zuckerrübenanbau beitragen zu können, werden belastbare Daten für Beratungszwecke im landwirtschaftlichen Bereich, die Verbandsarbeit und die Forschung benötigt. Neben den agronomischen Kennzahlen zur Optimierung des Anbaus sind Daten zur Bewertung von Effizienz und Umweltwirkungen des Zuckerrübenanbaus von hoher Relevanz.

Das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit war es, hierfür eine repräsentative und wissenschaftlich belastbare Datenbasis zu erarbeiten und für die nachfolgende Nutzung bereitzustellen. Durch eine umfassende Datenaufbereitung und -aggregation konnte der Status quo des Zuckerrübenanbaus in Deutschland beschrieben und analysiert werden. Somit wurde eine Grundlage für die Beratung zur Problemerkennung und zur Entwicklung von Handlungsoptionen geschaffen.

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, eine Vergleichbarkeit zwischen den Betrieben zu schaffen und Potenziale für weitere Effizienzsteigerungen zu ermitteln, wurden einzelne Produktionsfaktoren betrachtet und für weiterführende Aussagen teilweise zu Effizienzindikatoren zusammengefasst.

Zunächst wurde der Produktionsfaktor N-Düngung als eine wichtige Anbaumaßnahme zur Ertragssicherung auf der einen und Verursacher von Treibhausgasemissionen auf der anderen Seite untersucht. In Manuskript I zeigten die Ergebnisse zur N-Düngung aus den Befragungsjahren 2010 und 2011 und aus dem Jahr 2004 annähernd ausgeglichene Bilanzsalden. Die aus den Daten errechneten Treibhausgasemissionen für den Zuckerrübenanbau lagen im Durchschnitt bei 2 t CO₂eq ha⁻¹ und entsprachen somit den von der EU angenommenen Standardwerten. Aus den Kalkulationen ergab sich, dass direkte N₂O-Emissionen einen wesentlichen Anteil an der durch die N-Düngung verursachten Emissionen hatten. Ziel eines nachhaltigen Zuckerrübenanbaus muss es sein, die Auswaschungen und damit die Gefährdung der Grundwasserqualität sowie die Treibhausgasemissionen so gering wie möglich zu halten ohne die Wirtschaftlichkeit des Zuckerrübenanbaus zu beeinträchtigen.

In Manuskript II wurden die CO₂eq-Berechnungen um das Jahr 2012 ergänzt. Die Zusammensetzung von Treibhausgasemissionen im Zuckerrübenanbau zeigte deutlich, dass Emissionen durch die Produktion und Ausbringung von Düngern die Hauptquelle darstellen. Aus der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und durch den Verbrauch von Diesel resultierten weitere Emissionen. Sie wurden ins Verhältnis zum Ertrag gesetzt, um die Intensität zu beschreiben. Das Wirtschaftsdüngermanagement hatte erhebliches Potenzial zur Emissionseinsparung. Durch die bei organischen Düngern fehlenden Emissionen für die Produktion von mineralischen Düngern wurden insgesamt 12 % weniger CO₂eq für diese Anbauverfahren berechnet. Da es bisher keinen Standard zur Berechnung von Treibhausgasemissionen in der Pflanzenproduktion gibt, besteht weiterhin Forschungsbedarf bei der Entwicklung von Methoden. Ein Ziel optimierter Anbauverfahren muss es dabei sein, vermeidbare Emissionen zu reduzieren.

Manuskript III bezweckt Effizienzindikatoren mit der Schlaghistorie der Flächen aus der Betriebsbefragung zu verknüpfen. Datenbasis waren die Befragungsjahre 2010–2014. Um die Schläge zu strukturieren, wurden Variablen für Umwelt, Management, also die Entscheidung über den Einsatz von Produktionsfaktoren, und Charakteristika des Betriebes verwendet und ihr Einfluss auf die Effizienz im Zuckerrübenanbau überprüft. Die anschließend durchgeführte Hauptkomponentenanalyse ergab, dass sich über 50 % der Varianz zwischen den Daten durch die gewählten Variablen Umwelt, Management und Betriebscharakteristika erklären lassen. Die standortspezifische Anpassung des Anbauverfahrens durch den Landwirt stellt eine Möglichkeit dar, Effizienzsteigerungen im Rahmen der regionalen Voraussetzungen im Sinne einer nachhaltigen Produktivitätssteigerung zu erzielen.

Die Daten aus der mehrjährigen Befragung können zukünftig genutzt werden, um Erfolge in der Entwicklung des Zuckerrübenanbaus in Deutschland, wie z.B. die Effizienzsteigerung, im politischen und gesellschaftlichen Rahmen zu kommunizieren.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Indikatoren zeigte sich, dass vor allem im Bereich der N-Düngung weitere Verbesserungen durch eine Reduzierung der ausgebrachten Mengen erreicht werden können. Umweltwirkungen ließen sich verringern, und für den Landwirt ergäben sich Einsparungen bezüglich der Dünge- und Arbeits erledigungskosten.

Die vorliegende Arbeit erweitert die Grundlage für eine effiziente und fachlich qualifizierte Beratung und unterstützt die Umsetzung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung unter Berücksichtigung der regionalen und betriebsspezifischen Gegebenheiten.

Wendt, M. J.

**Wirkung und Selektivität von Foramsulfuron + Thien carbazone-methyl zur Unkrautkontrolle in Zuckerrüben
Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2017**

Die Zulassung von gegenüber Acetolactat-Synthase (ALS) Inhibitoren nicht-sensitiven Zuckerrübensorten und Komplementärherbiziden könnte für die Unkrautregulierung in Zuckerrüben erstmals seit über zwei Jahrzehnten eine Innovation bedeuten. Es waren jedoch bisher keine Ergebnisse öffentlich zugänglich, welche die grundlegenden Anwendungsmerkmale wie Applikationszeitpunkt oder Dauer der Wirkung im Boden und die Kernpunkte der Unkrautregulierung wie Wirksamkeit oder Selektivität dieses Herbizides beschreiben. Dazu wurden in den Jahren 2013 und 2014 jeweils vier Feldversuche auf jeweils einem Sand-, Ton- und Lehmlandstandort durchgeführt. In diesen Versuchen wurde 1.) der späteste mögliche Applikationszeitpunkt, 2.) die Dauer der Herbizidwirkung im Boden, 3.) die Wirksamkeit gegenüber typischen Unkräutern im Zuckerrübenanbau sowie mögliche Applikationsstrategien und 4.) die Selektivität des Herbizids gegenüber einem nicht-sensitiven Genotyp im Vergleich mit klassischen Zuckerrübenherbiziden bestimmt. Ziel dieser Arbeit war es, eine belastbare Datengrundlage für die Einführung in die Praxis und für weiterführende Untersuchungen bereitzustellen.

Das zur Zulassung beantragte Herbizid Conviso® beinhaltet zwei Wirkstoffe. Foramsulfuron wird über das Blatt aufgenommen und hat eine gute Wirksamkeit gegenüber dikotylen Unkräutern. Im ersten Feldversuch wurde gezeigt, dass der Applikationszeitpunkt im Vergleich zu klassischen Herbiziden flexibler ist. Eine Kontrolle von *Chenopodium album* L. bis zu einem Entwicklungsstadium von BBCH 14 war mit einer Aufwandmenge von 0,5 L ha⁻¹ möglich, bis BBCH 16 mit einer Aufwandmenge von 1,0 L ha⁻¹ (Manuskript I). Auch andere Unkräuter wie *Matricaria recutita* L. und *Polygonum convolvulus* L. ließen sich bei einer Aufwandmenge von 1,0 L ha⁻¹ noch bis zu einem Entwicklungsstadium von BBCH 32, beziehungsweise BBCH 13, kontrollieren.

Das hauptsächlich über die Wurzel aufgenommene Thien carbazone-methyl ist länger im Boden aktiv als Wirkstoffe klassischer Rübenherbizide. Im zweiten Feldversuch wurde gezeigt, dass die Wirksamkeit von Conviso® im Boden mindestens zehn bis über 20 Tage betrug. Verglichen mit klassischen Herbiziden ist das Intervall zwischen den Applikationen damit um etwa fünf bis zehn Tage länger. Die Dauer der Wirkung im Boden wurde nur schwach von der Aufwandmenge beeinflusst. Neben einer späteren Terminierung der Applikationen ist die Intervalllänge ein entscheidendes Kriterium, das zu einer Reduktion der Anzahl an Applikationen beitragen kann. Besonders durch eine längere Wirkung bis zum Reihenschluss kann auf eine etwaige zusätzliche Applikation verzichtet werden.

Die Möglichkeiten eines späteren Applikationszeitpunktes und einer längeren Wirkung im Boden wurden im dritten Feldversuch kombiniert. Hier wurden Strategien nur mit Conviso® oder in Kombination mit klassischen Herbiziden einer klassischen Strategie gegenüber gestellt. In den Strategien mit Conviso® wurde eine erfolgreiche (>97%) Unkrautkontrolle mit nur zwei Applikationen festgestellt. Zusätzlich ist ersichtlich geworden, dass Kombinationen aus Conviso® und klassischen Herbiziden eine hohe Wirksamkeit erreichen und somit weiterhin die Flexibilität der Unkrautkontrolle in Zuckerrüben erhöhen. Besonders gegen *Mercurialis annua* L. und *Solanum tuberosum* L. auf den Sandstandorten bietet Conviso® für diese sonst schwer bekämpfbaren Unkräuter einen Wirkungsvorteil.

Die Kombination aus Sorte und Herbizid soll als Conviso Smart® Technologie eingeführt werden. Das Herbizid Conviso® wies im Vergleich zu klassischen Herbiziden eine höhere Selektivität auf. Im vierten Feldversuch, in dem Conviso® bis zur vierfachen Menge der zur Zulassung beantragten Aufwandmenge dosiert wurde, zeigte Conviso Smart® nur geringe Phytotoxizität. Es traten jedoch keine signifikanten Effekte hinsichtlich des Blattflächenindex, Ertrages oder der Qualität auf. Durch klassische Herbizide hingegen, die ebenfalls vierfach dosiert wurden, wurden Blattflächenindex und Ertrag signifikant reduziert und einige Qualitätsparameter signifikant negativ beeinflusst. 80 war in der Variante der doppelten Dosierungen der relative Bereinigte Zuckerertrag mit Conviso® um 4,7 Prozentpunkte höher als mit klassischen Herbiziden. Dieser Ertragsvorteil könnte ein Entscheidungskriterium bei der Zulassung der Sorte bedeuten.

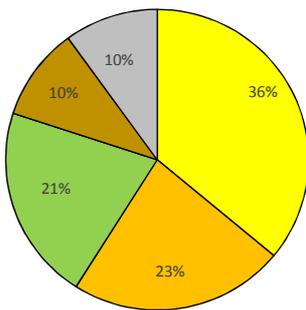
Für die bisherigen Grenzen der Unkrautkontrolle in Zuckerrüben, wie Flexibilität des Applikationszeitpunktes, Anzahl an Applikationen, Wirksamkeit gegen bestimmte Unkräuter und Selektivität bietet Conviso Smart® einen innovativen Fortschritt. Dennoch sind weiterführende Untersuchungen hinsichtlich der Resistenzenentwicklung bei Unkräutern und der Umweltwirkungen notwendig, um die oben genannten Vorteile voll ausschöpfen zu können.

Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

Im Rahmen einer Expertenbefragung „Umfrage Produktionstechnik“ wurden seit 1994 kontinuierlich Daten auf Ebene der Zuckerfabriken ermittelt. Die vorliegenden Ergebnisse weisen auf wichtige Trends in der Produktionstechnik hin. Ab 2010 löste eine „Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau“ mit jährlich fast 400 beteiligten Betrieben die Expertenbefragung überwiegend ab. Ziel der Betriebsbefragung ist es, repräsentative Daten zur betrieblichen Praxis des Zuckerrübenanbaus zu erfassen.

Wie gestalten sich die Fruchtfolgen mit Zuckerrüben?

Vorrüchte während der letzten 5 Jahre vor dem Zuckerrübenanbau



- reine Getreide-ZR-Fruchtfolge
- mit Raps in Getreide-ZR-Fruchtfolge
- mit Mais in Getreide-ZR-Fruchtfolge
- mit Kartoffeln in Getreide-ZR-Fruchtfolge
- andere Fruchtfolgen

Folgefrucht:

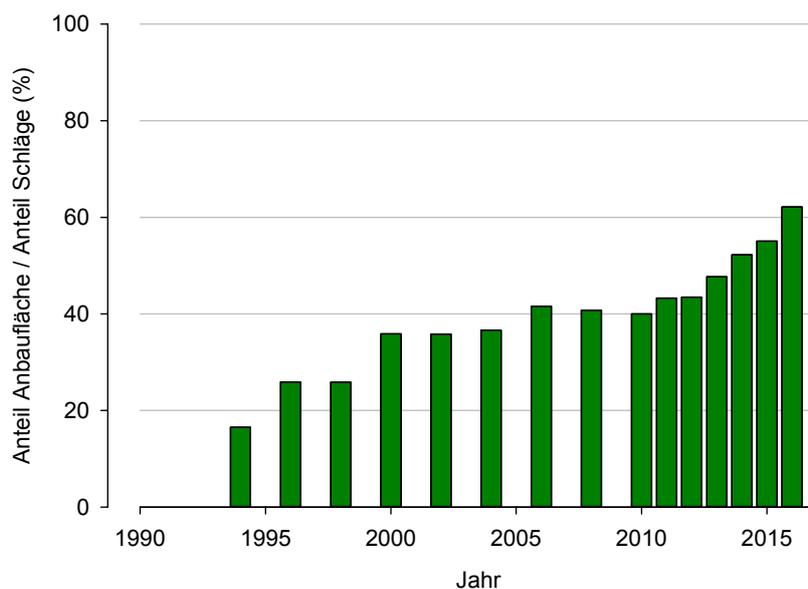
Folgefrucht	Anteil Schläge (%)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
W.-Weizen	75	79	75	74	76	73	74
Mais	9	8	11	8	9	10	9
Kartoffeln	7	4	4	6	6	4	5
S.-Gerste	5	4	6	6	3	6	5
S.-Weizen	2	1	2	1	1	1	1

Anbaupause:

Letzter Anbau von Zuckerrüben vor	Anteil aller Schläge (%)
3 Jahren	31
4 Jahren	26
5 Jahren	12
mehr als 5 Jahren	31

Durchschnittswerte 2010 – 2016 aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau (seit 2010, jährlich rund 350 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

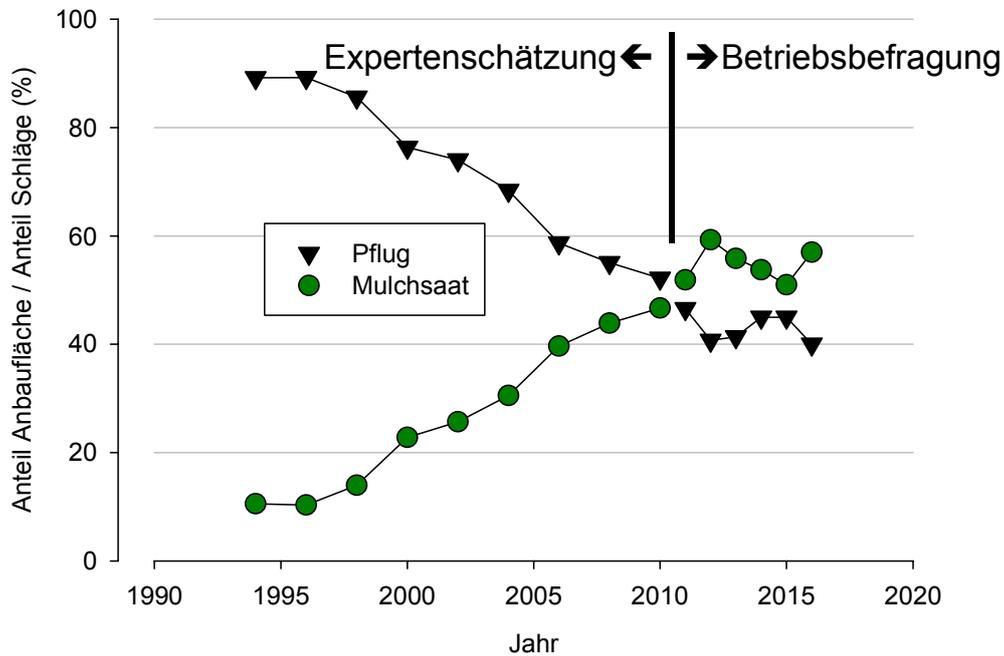
Werden Zwischenfrüchte im Herbst vor den Zuckerrüben angebaut?



Ergebnisse aus einer Expertenschätzung (1994-2010; geschätzte Anbaufläche) kombiniert mit Ergebnissen aus einer Betriebsbefragung (seit 2011, jährlich rund 350 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

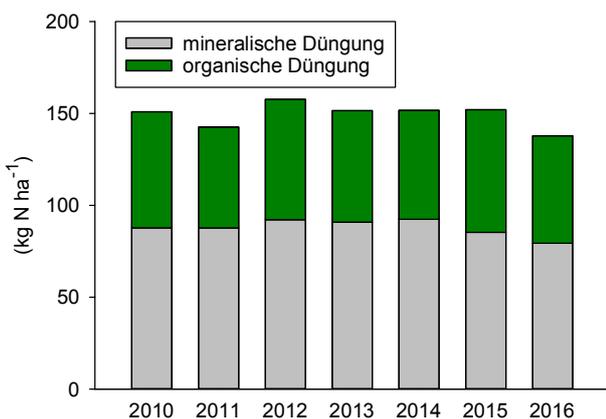
Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

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



Ergebnisse aus einer Expertenschätzung (1994-2010; geschätzte Anbaufläche) kombiniert mit Ergebnissen aus einer Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich rund 350 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

Wie hoch ist die N-Düngung zu Zuckerrüben?



im Jahr 2016	Höhe der N-Düngung (kg N ha ⁻¹)	
	mineralisch	organisch
Region#		
Nord: NI, SH	88	66
Ost: ST, MV, SN, TH, BB	71	41
Süd: BY, RP; BW, HE	83	39
West: NW	67	149

Einteilung Region nach PLZ des Betriebssitzes

Bewertung der Dünger

Es sind alle Dünger einschließlich der Düngung im Herbst/zur Zwischenfrucht berücksichtigt.

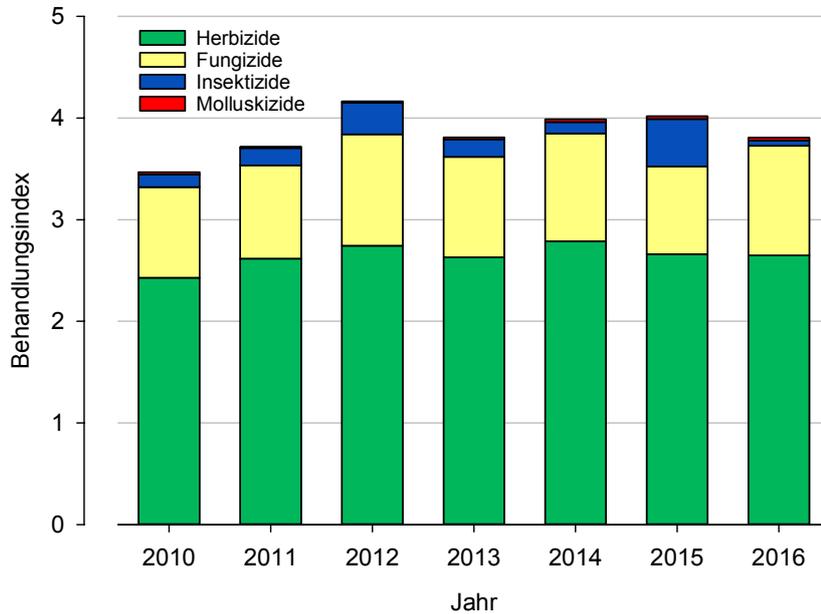
mineralisch: N-Gehalt

organisch: nach Gesamt-N-Gehalt
abzüglich Ausbringungsverluste

Ergebnisse aus einer Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich rund 350 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

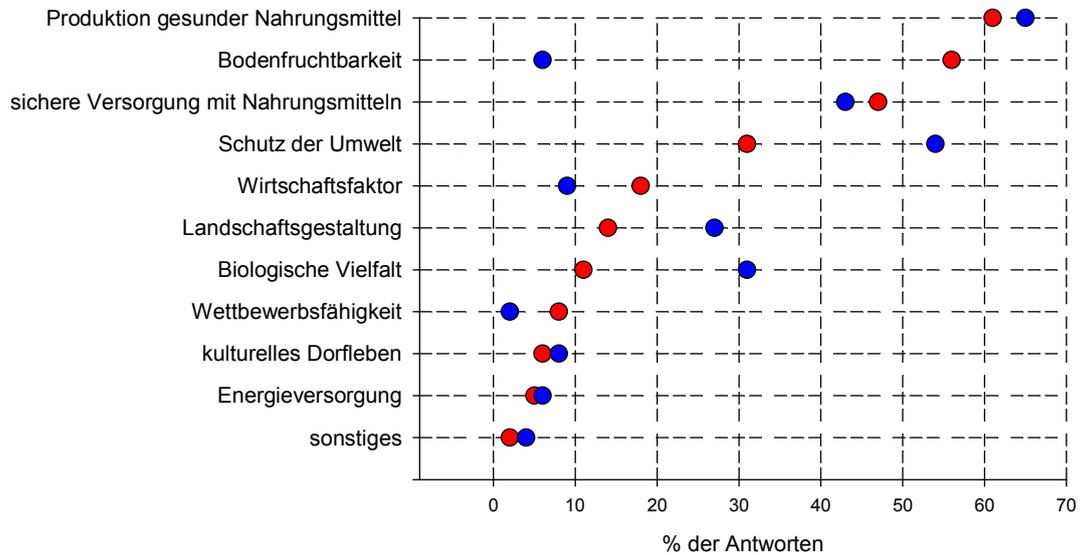
Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

Wie entwickelt sich der Pflanzenschutz in Zuckerrüben?



Ergebnisse aus Betriebsbefragungen (PAPA-Erhebung mit Angaben für den größten Schlag in jährlich rund 350 Betrieben)

Was sind die wichtigsten Aufgaben eines landwirtschaftlichen Betriebes?

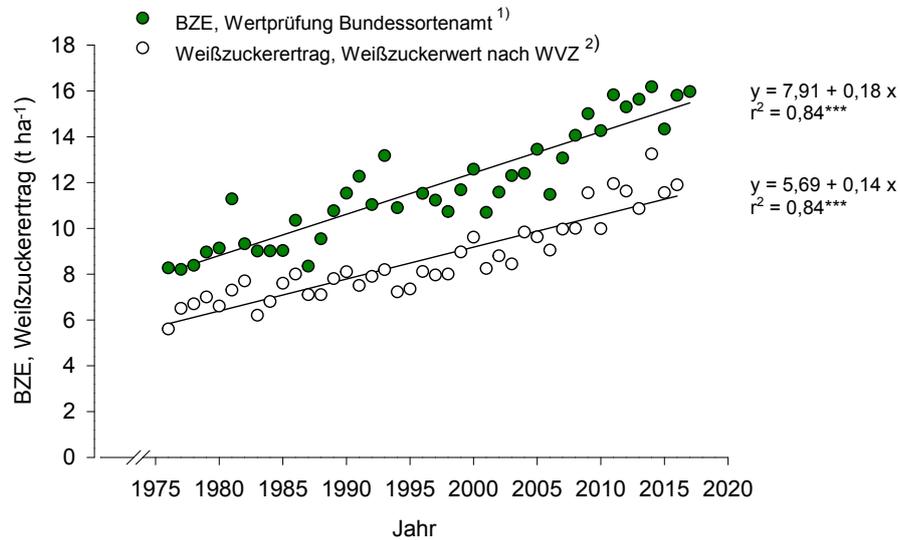


- Was sind **Ihrer Meinung nach**, neben der Einkommenssicherung, die wichtigsten Aufgaben eines landwirtschaftlichen Betriebs?
- Was denken Sie, sind **nach Meinung der Gesellschaft** die wichtigsten Aufgaben eines landwirtschaftlichen Betriebs?

Ergebnisse aus einer Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich rund 350 Betriebe)

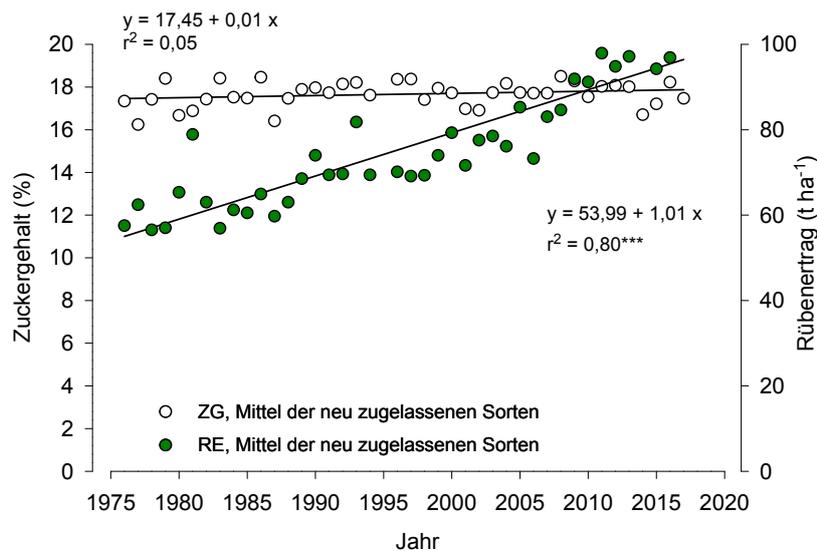
Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

Entwicklung von Bereinigtem Zuckerertrag, Weißzuckerertrag und Melassebildnern, Zuckergehalt und Rübenertrag 1976-2017



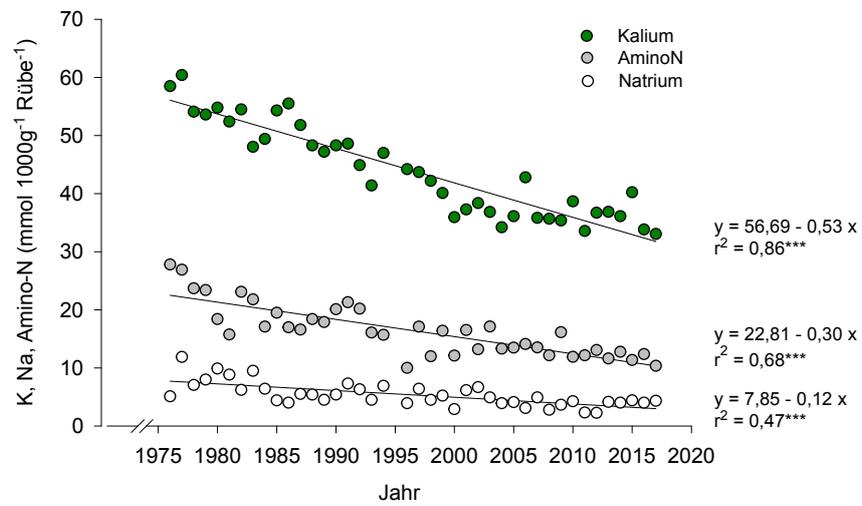
Bereinigter Zuckerertrag (BZE) der vom Bundessortenamt neu zugelassenen Sorten im Vergleich zum Weißzuckerertrag (WVZ) von 1976-2017

- ¹⁾ Zulassungsjahre 2004-2008 ohne Sorten mit Nematoden- oder Rhizoctoniatoleranz ab dem Zulassungsjahr 2009 mit Nematodentoleranz/-resistenz, aber ohne Rhizoctoniatoleranz
- ²⁾ Weißzuckerertrag = tatsächlich erzeugter Zucker („Zucker im Silo“), zur Vergleichbarkeit bis 1992 nur Daten alte Bundesländer, ab 1993 gesamtes Bundesgebiet



Zuckergehalt (ZG) und Rübenertrag (RE) im Mittel der neu zugelassenen Sorten Wertprüfungen des Bundessortenamtes 1976-2017

Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland



Entwicklung des Kalium-, Natrium- und Amino-N-Gehaltes (Mittel der neu zugelassenen Sorten) von Zuckerrüben; Wertprüfungen des Bundessortenamtes 1976-2017

Gremien

Stand: April 2018

Mitglieder des Institutsausschusses

Dr. Jan Maarten de Bruijn	Südzucker AG, Obrigheim
Claus-Friso Gellermann	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Lars Gorissen	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Bernd Kämmerling	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Thomas Kirchberg	Südzucker AG, Mannheim
Matthias Sauer	Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Rainer Schechter	Südzucker AG, Mannheim
Dr. Hermann Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Frank Walser	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
ständige Gäste:	PD Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Dr. Maria Niemann, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Dr. Nicol Stockfisch, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen
Vorsitzender:	Dr. Thomas Kirchberg, Südzucker AG, Mannheim

Mitglieder des Koordinierungsausschusses

Dr. Bernd Kämmerling	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauerverband e.V., Bonn
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Franz Michiels-Corsten	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Könnern
Gero Schlinker	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenanbauerverband Südniedersachsen e.V., Hildesheim
Raik Wrobel	Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Klaus Ziegler	Verband Fränkischer Zuckerrübenanbauer e.V., Eibelstadt
ständiger Gast:	Stefan Lehner, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Berlin
Sprecher:	PD Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Mitglieder der Arbeitskreise des Koordinierungsausschusses

Arbeitskreis Sorten

Stephen Baumgarten	Nordzucker AG, Nordstemmen
Dr. Bernd Kämmerling	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauer-Verband Bonn e.V., Bonn
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Frank Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Georg Vierling	Südzucker AG, Mannheim
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenanbauerverband Südniedersachsen e.V., Hildesheim
Raik Wrobel	Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Klaus Ziegler	Verband Fränkischer Zuckerrübenanbauer e.V., Eibelstadt
ständiger Gast:	Dr. Richard Manthey, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecher:	PD Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Arbeitskreis Pflanzenbau

Dr. Rudolf Apfelbeck	Verband Bayerischer Zuckerrübenanbauer e.V., Barbing
Stefan Büsching	Rübenanbauer- und Aktionärsverband Nord e.V., Uelzen
Franz Hesse	Nordzucker AG, Nordstemmen
Dr. Christian Lang	Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e.V., Worms
Heinz Leipertz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Jülich
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Christian Mielke	Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Frank Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Matthias Schulte	Nordzucker AG, Schladen
Martin van Look	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Kalkar
Sprecher:	Dr. Heinz-Josef Koch, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Arbeitskreis Pflanzenschutz

Harald Bauer	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Worms
Clemens Eßer	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
Peter Fecke	Südzucker AG, Wabern
Alfons Lingnau	Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau, Bonn
Cord Linnes	Zuckerrübenanbauverbände Magdeburg e.V. und Niedersachsen Ost e.V., Klein Wanzleben
Frank Rösler	Südzucker AG, Grana
Georg Sander	Nordzucker AG, Uelzen
Axel Schulze	Anklamer Anbauverband für Zuckerrüben e.V., Nordwestuckermark
Andreas Sonnenberg	Nordzucker AG, Schladen
Harald Wetzler	Verband Baden-Württembergischer Zuckerrübenanbauer e.V., Heilbronn a. N.
Sprecher:	Dr. Erwin Ladewig, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Prof. Dr. Mark Varrelmann, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Arbeitskreis Feldversuche

Manfred Anselstetter	ARGE für das Versuchswesen in Franken, Eibelstadt
Harald Bauer	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Worms
Udo Beiersdorff	Agrartest GmbH, Rosenow
Carina Briem	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
Jürgen Fiest	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Heilbronn a. N.
Oliver Gentsch	ARGE Versuchswesen im Zuckerrübenanbau Zeitz, Grana
Jürgen Helms	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland e.V., Uelzen
Hermann-Josef Keutmann	Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe (LIZ), Könnern
Heinrich Knopf	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Alfons Lingnau	ARGE Zuckerrübenanbau, Bonn
Gerhard Murmann	Südzucker AG, Rain am Lech
Jan Schumacher	Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Gerald Wagner	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaues Regensburg, Barbing
ständiger Gast:	Dr. Richard Manthey, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecher:	Dr. Erwin Ladewig, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Koordinierte Versuchsvorhaben 2016

KA-Versuche

Arbeitskreis	Versuch	Anzahl			Anz. Parz. bei ARGE	
		Varianten	Orte	Parzellen		
Sorten	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS)	3 ¹⁾	18	216	84	
	Sortenleistungsvergleich (SV) mit methodischer Untersuchung Stirnreihen	26	27	3.224	2.496	
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	8	6	192	192	
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N)	8 ¹⁾ /13	17/12	1.168	816	
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh)	4 ¹⁾ /10	7/5	312	176	
	Sortenversuch Biomasse (SVB)	17	7	476	408	
	SV - Überlagerung	24	5	480	480	
	Internationale Sortentestung	18	10	720	144	
	GV Saatgutqualität - Aktivierung	10	7	280	160	
	GV Saatgutqualität - Überlagerung	4	7	112	64	
	Methodische Untersuchung - Stichprobengröße	4	6	96	32	
	Schosserversuch	8	3	24	16	
	Pflanzenschutz	Ringversuch Herbizide	11	10	440	396
		Internationaler Ringversuch Insektizide	11	6+12	792	264
Ringversuch Fungizide		10	10	400	400	
GV VIBRANCE - Verträglichkeit		8	6	192	32	
GV VIBRANCE - Positionierung		10	3	120	80	
Pflanzenbau	Reihenweite	3	8	96	48	
	kombinierte chemisch-mechanische Unkrautkontrolle	4	5	80	80	
Summe				9.420	6.368	

¹⁾ ohne Verrechnungs- und Vergleichssorten, integriert in WP

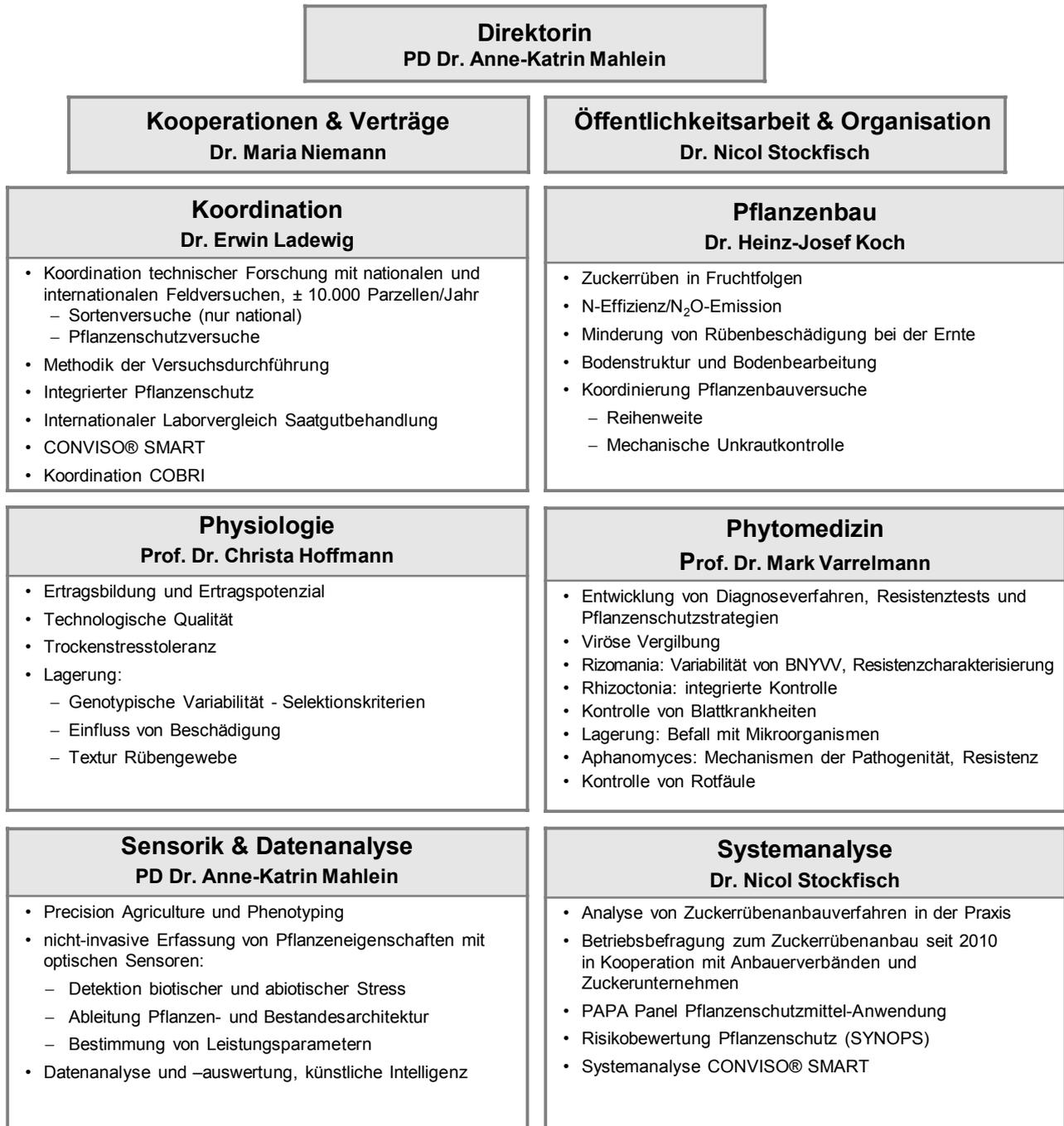
Koordinierte Versuchsvorhaben 2017

KA-Versuche

Arbeitskreis	Versuch	Varianten	Anzahl		Anz. Parz. bei ARGE
			Orte	Parzellen	
Sorten	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS)	10 ¹⁾	18	720	280
	Sortenleistungsvergleich (SV) inkl. methodischer Untersuchung Stirnreihen	26	33	3.432	2.392
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	7	8	224	224
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N)	13 ¹⁾ /19	18/12	1.848	1224
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh)	5 ¹⁾	9	180	60
	Sortenversuch Biomasse (SVB)	18	6	432	360
	SV - Lagerung	20	3	240	240
	Methodische Untersuchung - Stichprobengröße	4	4	64	32
	Methodische Untersuchung - Schosser	7	3	21	14
	Pflanzenschutz	Ringversuch Herbizide	11	9	396
Internationaler Ringversuch Insektizide		10	6+13	760	240
Ringversuch Fungizide - Mittelprüfung		9	8	288	288
Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement		10	4	160	160
GV VIBRANCE - Verträglichkeit		4	4	64	16
Pflanzenbau	Reihenweite	3 / 6	9	228	156
Summe				9.057	6.082

¹⁾ ohne Verrechnungs- und Vergleichssorten, integriert in WP

Arbeitsgebiete Institut für Zuckerrübenforschung



IfZ 06/2018

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

I. im IfZ:

BASF SE, Limburgerhof
Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V., Bonn
Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Damme
HOLMER Maschinenbau GmbH, Schierling/Eggmühl
Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, Ochsenfurt
KWS SAAT SE, Einbeck
Mitsui Chemicals Agro, Inc., Tokyo
Nordzucker AG, Braunschweig
Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH, Herrngiersdorf
SESVANDERHAVE N. V., Tienen, Belgien
Südzucker AG, Mannheim
Suiker Unie GmbH & Co. KG, Anklam
Syngenta Crop Protection AG, Basel, Schweiz

II. in Zusammenarbeit mit den regionalen Arbeitsgemeinschaften:

ADAMA Deutschland GmbH, Köln
BASF SE, Limburgerhof
Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld
Betaseed GmbH, Frankfurt/M
Cheminova Deutschland GmbH & Co. KG, Stade
Dow AgroSciences GmbH
DuPont de Nemours Deutschland GmbH, Neu-Isenburg
KWS SAAT SE, Einbeck
Nordzucker AG, Braunschweig
Nufarm Deutschland GmbH, Köln
SESVANDERHAVE N. V., Tienen, Belgien
Spiess-Urania Chemicals GmbH, Hamburg
Strube GmbH & Co. KG, Söllingen
Syngenta Agro GmbH, Maintal
Syngenta Crop Protection AG, Basel, Schweiz
UPL Deutschland GmbH, Brühl

III. in Zusammenarbeit mit COBRI:

Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld
KWS SAAT AG, Einbeck
SESVANDERHAVE N. V., Tienen, Belgien
Strube GmbH & Co. KG, Söllingen
Syngenta Agro GmbH, Maintal
Syngenta Crop Protection AG, Basel, Schweiz

Herausgeber:

Institut für Zuckerrübenforschung
Holtenser Landstraße 77
D-37079 Göttingen

Postfach 4051
D-37030 Göttingen

E-Mail: mail@ifz-goettingen.de
www.ifz-goettingen.de

Textredaktion und Layout: Lina Francke-Weltmann, Maria Niemann

Druck:

Goltze Druck GmbH & Co. KG, Hans-Böckler-Str. 7, 37079 Göttingen, 2018

ISBN: