

---

## Sektion 13

# Nachhaltige Produktivitätssteigerung

---

### 13-1 - Nachhaltige Produktivitätssteigerung: Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau

*Sustainable Intensification: Crop protection in sugar beet cultivation*

**Nelia Aeckerle, Nicol Stockfisch**

Institut für Zuckerrübenforschung, Systemanalyse, aeckerle@ifz-goettingen.de

Der Begriff nachhaltige Produktivitätssteigerung beschreibt „Eine Form der landwirtschaftlichen Produktion, mit der Ertragssteigerungen erreicht werden können ohne negative Effekte für die Umwelt zu verursachen und ohne zusätzliche Flächen in Kultur zu nehmen“ [Davies et. al. 2009]. Dabei liegt der Fokus auf einer verbesserten Produktionseffizienz bei gleichzeitiger Erhöhung der Ökoeffizienz. Eine Effizienzsteigerung kann also sowohl durch eine Erhöhung der Erträge bei konstanten Inputs, als auch durch eine weitere Reduzierung der negativen Begleitoutputs in Form von Umweltrisiken, oder durch eine Kombination dieser beiden Möglichkeiten erreicht werden.

Als Datenbasis für Analysen der Entwicklungen im Zuckerrübenanbau dienen Angaben aus einer von 2010 bis 2014 deutschlandweit durchgeführten Betriebsbefragung, bei der jährlich die gesamte Produktionstechnik von der Aussaat bis zur Ernte von ca. 400 zufällig ausgewählten, regional typischen Betrieben erfasst wurde.

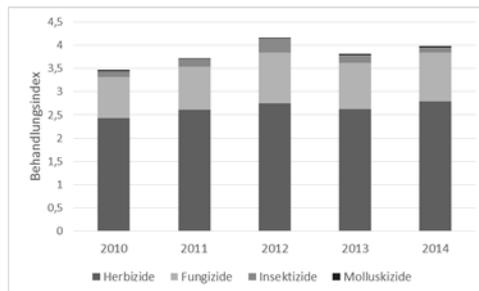


Abb: Behandlungsindex im Zuckerrübenanbau

Im Zuckerrübenanbau steigen die Erträge langjährig. Neben dem züchterischen Fortschritt wird der Ertrag durch Witterung / Klima und Anbaumanagement wie Pflanzenschutz beeinflusst.

Als Indikatoren für die Pflanzenschutzintensität (Input) dienen die Behandlungshäufigkeit und der Behandlungsindex (BI). Insgesamt zeigt der BI über die Jahre einen leicht steigenden Trend (Abb.). Im Zuckerrübenanbau hat der Herbizideinsatz den größten Anteil am BI. Die Behandlungsintensität mit Pflanzenschutzmitteln wird maßgeblich von der standortspezifischen Verunkrautung und der Witterung beeinflusst. Auch eine schonende Bodenbearbeitung mit Pflugverzicht kann zu einem erhöhten Auftreten von Unkräutern und damit zu einem Zielkonflikt zwischen Erosionskontrolle und Reduktion der Pflanzenschutzmittelintensität führen [Pekrun et.al. 1998]. Weiterhin Beeinflussen das Vorkommen von Schädlingen und Blattkrankheiten den BI.

Eine alleinige Analyse der Behandlungsintensität ermöglicht jedoch noch keine Beurteilung potentieller Umweltrisiken (negative Begleitoutputs). Diese und deren Entwicklung können mit dem Risikoindikator SYNOPS abgebildet werden [Gutsche et. al. 2007]. Erste Ergebnisse zeigen, dass bei über 99 % der Simulationen das maximal tolerable Risiko nicht überschritten wird. Treten in der Simulation dennoch Überschreitungen des maximal tolerablen Risikos auf, sollen die Bedingungen identifiziert werden, unter denen die Anwendung einzelner Pflanzenschutzmittel zu erhöhten Umweltrisiken führen können.

Das komplexe Zusammenspiel der verwendeten Indikatoren zeigt deutlich, dass an unterschiedlichen Standorten individuelle Strategien für eine nachhaltige Produktivitätssteigerung erforderlich sind.

#### Literatur

- Davies, B., D. Baulcombe, I. Crute, J. Dunwell, M. Gale, J. Jones, J. Pretty, W. Sutherland, C. Toulmin, 2009: Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture. London, Royal Society, 86
- Pekrun, C., W. Claupein, 1998: Forschung zur Reduzierten Bodenbearbeitung in Mitteleuropa: eine Literaturübersicht. Pflanzenbauwissenschaften 2(4), 160-175.
- Gutsche, V. J. Strassemeyer, 2007: SYNOPS – ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 59 (9), 197-210.

## 13-2 - Bestimmende Faktoren der Pflanzenschutzmittel-Intensität im Ackerbau Norddeutschlands

*Influencing factors for pesticide use intensity in North German arable farming*

**Sabine Andert, Jana Bürger, Bärbel Gerowitt**

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Phytomedizin,  
sabine.andert@fmc.com

Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ist fester Bestandteil moderner, konkurrenzfähiger Managementstrategien im Pflanzenbau. In Europa sind die Landwirte jedoch aufgefordert die Intensität zu verringern.

Vorangegangene Studien belegen, dass der Rahmen für die Pflanzenschutzmittel-Intensität durch Umweltfaktoren, wie die natürlichen Produktionsbedingungen in einer Region sowie die Witterung des Anbaujahres, bestimmt wird. Darüber hinaus besteht jedoch die Notwendigkeit, jahres- und regionsspezifische Einflüsse von den Effekten verschiedener Betriebseigenschaften und Managementfaktoren zu trennen. Nur so lassen sich auch betriebliche Einflussfaktoren charakterisieren, die in Verbindung mit höheren oder niedrigeren Pflanzenschutz-Intensitäten stehen.

Zu diesem Zweck wurde ein umfangreicher Datensatz landwirtschaftlicher Praxis-Daten ausgewertet, der im Rahmen eines regionsübergreifenden Pflanzenschutzmittel-Anwendungs-Monitorings über einen Zeitraum von zehn Jahren in Regionen Norddeutschlands erhoben wurde. Von jeweils 15 Betrieben aus den Regionen Diepholz, Uelzen, Fläming und Oder-Spree wurden die Pflanzenschutzdaten aller Schläge im Zeitraum 2005 bis 2014 zusammengetragen. Es wurden 19.876 Schläge mit ca. 100.000 Pflanzenschutzmaßnahmen ausgewertet. Die Bereitstellung der Daten durch die Betriebe erfolgte auf freiwilliger Basis.

Zur Beschreibung des quantitativen Umfangs wurde in allen Auswertungen der Indikator Behandlungsindex verwendet. Einflussfaktoren auf die Intensität des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes wurden mittels multipler Regressionen in gemischten Modellen analysiert, um die kombinierte Wirkung mehrerer Faktoren auf die Pflanzenschutzmittel-Intensität gleichzeitig zu bestimmen.

Die Auswertungen belegen, dass der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel an die Intensität landwirtschaftlicher Produktionssysteme angepasst ist, in Regionen mit weniger günstigen Bedingungen für die Ackerlandnutzung werden weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Aus diesem Grund schwankt die Behandlungsintensität mit Pflanzenschutzmitteln stark zwischen den Regionen, aber noch stärker zwischen Betrieben und Jahren.

Eine unterschiedliche Einsatz-Intensität von Pflanzenschutzmitteln ist wesentlich auf die unterschiedlichen Eigenschaften der Betriebe und ihre bevorzugten Behandlungsstrategien zurückzuführen. Den Rahmen für die einzelbetriebliche Pflanzenschutzmittel-Intensität bestimmen regionale Produktionsgegebenheiten sowie das betriebliche Management. Betriebliche Faktoren, wie Ziele und Ausstattungen, das Wissen und die Wahrnehmungen der Entscheidungsträger beeinflussen die Pflanzenschutzmittel-Intensität. Unterschiede im Pflanzenschutzmittel-Einsatz stellen sich folgendermaßen dar: Ackerbaubetriebe > Gemischtbetrieben, Familienbetrieben > als andere untersuchte Rechtsformen. Steigender Arbeitskräftebesatz, ein spezialisierter Entscheider im Betrieb, wie auch die Verwendung von Pflanzenschutz-Entscheidungssystemen und Beratung senken den Einsatz chemischer Maßnahmen.

Die Entscheidung eines Landwirts über die Intensität des chemischen Pflanzenschutzes erfolgt unter starkem Einfluss der ökonomischen Rahmenbedingungen. Betriebe mit besseren Böden innerhalb einer Region setzen mehr Pflanzenschutzmittel ein und erzielen höhere Erträge. Schlagspezifisch steigt die Pflanzenschutzmittel-Intensität jedoch nicht mit steigender Bodengüte.

### **13-3 - Unterdrückung der Kohlhernie im Rapsanbau mit Hilfe verschiedener Düngungsmaßnahmen**

*Suppression of clubroot of oilseed rape by soil amendments with different fertilizers*

**Nazanin Zamani Noor**

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, nazanin.zamani-noor@julius-kuehn.de

Der obligat biotrophe Endoparasit *Plasmodiophora brassicae* verursacht eine der häufigsten Infektionen in der Familie der Brassicaceae, die Kohlhernie. Der Erreger gewinnt im deutschen Rapsanbau an Bedeutung und mittlerweile werden immer häufiger stark kontaminierte Flächen nachgewiesen. Das 3-jährige Kohlhernie-Monitoring des Julius Kühn-Instituts in Deutschland zeigt, dass die Kohlhernie in den letzten Jahren nicht nur in den bereits bekannten Befallsgebieten wie Norddeutschland, sondern auch auf vielen neuen Flächen z. B. in Thüringen, Bayern und Baden-Württemberg zu Schäden geführt hat. Wenn sich die Kohlhernie erst einmal auf einem Schlag bemerkbar gemacht hat, ist sie von dort praktisch nicht wieder wegzubekommen. Neben einer weiten Fruchtfolge und der Sortenwahl gehört der Einsatz von Kalk oder Kalkstickstoff zu den wirksamsten Maßnahmen der Kohlherniebekämpfung. Das haben Freilandversuche an drei Standorten (Brieden, Mielenhausen, Stubben), mit zwei Winterrapsorten und vier verschiedenen Anwendungen von Kalk oder Kalkstickstoff bewiesen. Bei dem Versuchsdesign handelt es sich um einen Parzellenversuch mit einer randomisierten Blockanlage in vierfacher Wiederholung. Kalk (150 g/ha) oder Kalkstickstoff (300 kg/ha) wurden vor Aussaat- oder Nachauflauf der Rapspflanzen (BBCH 11-12) mit dem Düngerstreuer gleichmäßig auf die Fläche ausgebracht. Zusätzlich zur Bonitierung der Krankheitsentwicklung während der Vegetationsperiode, wurden folgende Parameter näher untersucht: Boden pH,

Bodenfeuchte, Pflanzen/m<sup>2</sup>, Auswinterung, TKG und Ertrag. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Behandlungen. Es konnten signifikante Unterschiede zwischen dem Einsatz von Kalkstickstoff und dem Einsatz von Kalk festgestellt werden. Wird der Zeitpunkt der Anwendung verändert hat dies eine signifikante Wirkung ( $p \leq 0,05$ ) auf die Befallsstärke und -häufigkeit. Bei einem späteren Einsatz von Kalkstickstoff ist eine Verminderung der Befallsstärke um 20 % möglich.

### **13-4 - Ökonomische Bewertung unterschiedlicher Weizenanbausysteme am Beispiel der Krankheitsresistenz (AWECOS)**

*Economic assessment of wheat cropping systems with focus on resistance breeding (AWECOS)*

**Sandra Rajmis, Hella Kehlenbeck**

Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, sandra.rajmis@julius-kuehn.de

In der Weizenzüchtung korrelieren Zuchtziele wie Qualität, Ertrag und Krankheitsresistenz häufig negativ und Weizensorten mit durchschnittlich höheren Erträgen weisen meist niedrigere Krankheitsresistenzen auf. In der landwirtschaftlichen Praxis wird die Krankheitsresistenz von Weizensorten daher oft nicht berücksichtigt und Pflanzenschutzbehandlungen erfolgen wie bei anfälligen Sorten. Dies führt im Vergleich zu Pflanzenschutzstrategien, welche Krankheitsresistenzen berücksichtigen, zu höheren Pflanzenschutzkosten.

Im Rahmen des Projektes AWECOS werden unterschiedliche Weizenanbausysteme aus der ökonomischen, ökologischen und gesamtgesellschaftlichen Perspektive bewertet. Untersucht werden acht verschiedene Weizensorten auf fünf Standorten in drei verschiedenen Anbausystemen, die im Hinblick auf die Fungizidbehandlungen variieren. Neben einer unbehandelten Kontrolle werden eine sortenspezifische Fungizidstrategie mit situationsbezogener Behandlung unter Nutzung von Schwellenwerten und Prognosemodellen und eine dritte Variante, in der alle Sorten, unabhängig von ihren Resistenzeigenschaften, nach der ersten Schwellenüberschreitung in der anfälligsten Sorte behandelt werden, untersucht (siehe auch SOMMERFELDT et al. 2016).

Im hier vorgestellten Teilprojekt liegt der Schwerpunkt auf der ökonomischen Bewertung der untersuchten Anbausysteme und Pflanzenschutzstrategien. Ziel des Teilprojektes ist es, Kosten und Nutzen umfassend zu analysieren und dabei die Perspektive von Landwirten und Züchtern zu berücksichtigen.

Dazu werden verschiedene methodische Ansätze verfolgt:

- Betriebswirtschaftliche Bewertung auf der Grundlage der Ergebnisse der in den Feldversuchen untersuchten Anbausysteme und Pflanzenschutzstrategien, um Kosten und Nutzen aus Sicht der Landwirte zu identifizieren.
- Befragung von Landwirten zur Ermittlung der Entscheidungsfindung für die Sortenwahl anhand eines qualitativen Leitfaden-Interviews sowie eines Choice Experiments. In dem Choice Experiment werden den Landwirten verschiedene Weizensorten zur Auswahl angeboten, die hinsichtlich der Eigenschaften Qualität, Ertrag, Krankheitsresistenz und Preis variieren. Dadurch kann die Bedeutung der einzelnen Eigenschaften bei der Sortenwahl für die Landwirte identifiziert werden.

- Befragung von Züchtern zu Züchtungszielen bei der Weizenzüchtung (Resistenzzüchtung, Hohertragsorten; siehe auch JACOBI, 2016).
- Abschätzung des Umwelt-Risikopotentials der Anbausysteme und Fungizidstrategien mit Hilfe des Modells SYNOPSIS (GUTSCHE und STRASSEMEYER 2007) auf Feldebene (SYNOPSIS-Web).

Erste Ergebnisse der Befragung der Landwirte im Rahmen einer Vorstudie werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Die Ergebnisse aus der betriebswirtschaftlichen Bewertung einschließlich der Befragungen fließen zusammen mit den Ergebnissen der Bewertung des Umwelt-Risikopotentials in die gesamtgesellschaftliche Bewertung der untersuchten Anbausysteme mit ein (siehe GERULLIS und WREE 2016). Es wird angenommen, dass im Vergleich der Varianten Fungizidkosten und unerwünschte negative Umweltwirkungen verringert werden, wenn die Krankheitsresistenz bei der Behandlung berücksichtigt wird. Die Erkenntnisse aus der ökonomischen Bewertung der untersuchten Weizenanbausysteme und Pflanzenschutzstrategien können dazu dienen, die Akzeptanz für krankheitsresistente Sorten und eine an die Krankheitsresistenz angepasste Behandlung zu erhöhen und damit nachhaltige Pflanzenschutzstrategien z.B. im Sinne des "Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz" zu fördern.

#### Literatur

- Gerullis, M., P. Wree, 2016: Gesamtgesellschaftliche Bewertung von Resistenzzüchtung bei Weizen (AWECOS). JKI-Archiv, dieser Band, Vortrag 13-5, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung.
- Gutsche, V., J. Strassmeyer, 2007: SYNOPSIS – ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 59 (9), 197-210.
- Jacobi, A. AWECOS – Die Bedeutung des Projektes für die Weizenzüchtung. JKI-Archiv, dieser Band, Vortrag 03-3, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung.
- Sommerfeldt, N., Baumecker, M., Döring, T., Ellmer, F., Gräf, U., Jacobi, A., A. Kirchherr, 2016: AWECOS – Untersuchung unterschiedlicher Anbausysteme und Fungizidstrategien in Winterweizen in Freilandversuchen. JKI-Archiv, dieser Band, Posterpräsentation 007, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung.

### **13-5 - Methoden zur gesamtgesellschaftlichen Bewertung in der Pflanzenzüchtung – ein Überblick (AWECOS Projekt)**

*Socio-economic assessment methods of plant breeding – an overview (AWECOS)*

#### **Maria K. Gerullis**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Produktions- und Ressourcenökonomik landwirtschaftlicher Betriebe, Alte Akademie 14, 85350 Freising, maria.gerullis@tum.de

Die sozio-ökonomischen Aspekte von Resistenzzüchtung bei Weizen innerhalb des AWECOS - Projektes (Assessment of wheat cropping systems from an economical, ecological and the society's perspective – the case of plant disease resistance breeding) werden auf gesamtgesellschaftlicher Ebene von der TU München bewertet. Mit einer Kombination aus Literatur- und Zitationsnetzwerkanalyse (Newmann, 2006a, 2006b) werden verschiedene ökonomische Methoden zur Bewertung von Innovationen in der Pflanzenzüchtung identifiziert und auf ihre epistemischen Verbindungen zu verschiedenen Säulen der Nachhaltigkeit untersucht.

- Erstens, werden ausgewählte Artikel hinsichtlich ihrer methodischen Ansätze zur Bewertung von ökonomischen, ökologischen und gesamtgesellschaftlichen Faktoren von Innovationen in der Pflanzenzüchtung analysiert.
- Zweitens, wird der Einfluss verschiedener ökonomischer Bewertungsansätze innerhalb des gesamten Netzwerks an Literatur, welche sich mit der

Bewertung von Innovationen in der Pflanzenzüchtung beschäftigt, dargestellt. Anhand dieses Zitationsnetzwerkes kann dokumentiert werden, welche Gruppierungen innerhalb der verschiedenen Bio- und Sozialwissenschaften besonderen Einfluss auf die Gestaltung dieser Bewertungsmethoden haben und wie gut verschiedene Disziplinen untereinander vernetzt sind.

- Entwicklungspotentiale für die engere Verknüpfung verschiedener Fachrichtungen für Analysen auf gesamtgesellschaftlicher Ebene werden aufgezeigt. Die Hypothese, dass auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Bewertungsschemata von Innovationen in der Pflanzenzüchtung ökologische Externalitäten mit ökonomischen Anreizmechanismen verbinden, aber kaum auf soziale oder gesamtgesellschaftliche Aspekte Wert legen, wird untersucht. Eine Mischung aus verschiedenen Forschungsmethoden, die gleichermaßen ökologische, ökonomische und gesamtgesellschaftliche Aspekte miteinbezieht, wie beispielsweise bei agenten-basierten Modellierungsansätzen, wird als Erweiterung für zukünftige Bewertungsvorhaben vorgeschlagen.

#### Literatur

Newman, M. E., 2006a: Modularity and community structure in networks. P. NATL. ACAD. SCI. USA 103 (23),8577-8582.

Newman, M. E., 2006b: Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. PHYS. REV. E 74 (3), 01-21.

### **13-6 - Einfluss landwirtschaftlicher Anbausysteme auf die Bodenmikroflora und die Auswirkungen auf deren Nachhaltigkeit**

**Jan Menkhaus<sup>1</sup>, Markus Schemmel<sup>1</sup>, Jürgen Schwarz<sup>2</sup>, Til Feike<sup>2</sup>, Daguang Cai<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Phytopathologie, j.menkhaus@phytomed.uni-kiel.de,

<sup>2</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung

Bodenmikroorganismen bestimmen im Wesentlichen die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Anbausysteme. Aber das Anbausystem selbst nimmt direkt und indirekt Einfluss auf die Aktivität und Biodiversität von Bodenmikroorganismen und somit auf die Bodenstruktur, Pflanzenernährung, Pflanzen-Mikroben Interaktion sowie auf die Pflanzen-Epidemiologie und letztendlich die pflanzliche Produktivität. Allerdings sind diese Zusammenhänge sehr komplex und weitestgehend unerforscht. Im Rahmen eines Kooperationsprojekts wird das Mikrobiom im Boden der ausgewählten Anbausysteme mit Hilfe der next-generation-sequencing (NGS)-Strategie bestimmt und vergleichend analysiert. Dieser Ansatz soll erste Hinweise erbringen, wie das Anbausystem (Fruchtfolge vs Monokultur), die Bodenbearbeitung (Pflug vs Grubber) und das Pestizid-Einsatz auf die qualitative bzw. quantitative Zusammensetzung des Bodenmikrobioms (mit dem Fokus auf den pilzlichen Pathogenen und ihren Antagonisten) beeinflusst.

Die Strategie, erste Ergebnisse und die Bedeutung für den Pflanzenschutz werden vorgestellt und diskutiert.