



Kerndrusch in einer Großparzelle 2011.

Foto: Dr. Dicke

On-Farm – Versuche auf Praxis schlägen

Ertragliche Wirkung von Blütenbehandlungen in Raps

Versuche unter realen Produktionsbedingungen sind schon seit jeher eine bedeutsame Komponente des landwirtschaftlichen Versuchswesens. Mit „Produktionsbedingungen“ ist gemeint, dass die Anlage der Varianten auf Flächen mit einer praxisüblichen Größe und der gebräuchlichen landwirtschaftlichen Maschinenausstattung durchgeführt wird. Sollen aus diesen Versuchen amtliche Empfehlungen abgeleitet werden, ist die Einhaltung der Grundsätze des landwirtschaftlichen Versuchswesens wie Blockbildung, Wiederholung und zufällige Verteilung der Versuchsglieder (Randomisierung) zwingend erforderlich. Diese Versuche fallen unter den Begriff „On-Farm-Experimente“.

On-Farm-Experimente (OFE) haben einen gleich hohen Anspruch an statistische Präzision wie auch Kleinparzellenversuche in den amtlichen Versuchsfeldern. Die einfache Erprobung einer Variante, die ein einzelner Landwirt auf seinen Ackerflächen ohne Einhaltung der Regeln des Versuchswesens durchführt, um einen orientierenden Überblick zu bekommen, sollte strenggenommen nicht unter dem Begriff OFE eingeordnet werden, denn die Ergebnisse sind nicht verallgemeinerbar.

Sensordaten bieten neue Möglichkeiten

Seit einigen Jahren halten neue Möglichkeiten zur sensorischen Datenerfassung, Datenmanagement und GPS-Technik verstärkt Einzug in die Landwirtschaft. Sensordaten können gezielt genutzt werden, um die Wirkung pflanzenbaulicher Maßnahmen unter Praxisbedingungen direkt auf den Flächen von Landwirten zu untersuchen. Daher liegt es nahe zu prüfen, in wieweit Sensordaten und GPS-Technik zur Klärung von pflanzenbaulichen Fragestellungen eingesetzt und ins Versuchswesen integriert werden können.

Seit 2009 führt der hessische Pflanzenschutzdienst in Zusammenarbeit mit Landwirten OFE-Versuche in Raps aber auch Getreide durch. Die Durchführung sowie die Ergebnisse der letzten drei Jahre zur Wirkung der Blütenbehandlung in Raps werden im Folgenden erläutert.

Seit 2009 führt der hessische Pflanzenschutzdienst in Zusammenarbeit mit Landwirten OFE-Versuche in Raps aber auch Getreide durch. Die Durchführung sowie die Ergebnisse der letzten drei Jahre zur Wirkung der Blütenbehandlung in Raps werden im Folgenden erläutert.

Ertragswirkung von Raps-Blüten-Spritzungen

In den Jahren 2009 bis 2011 wurden in Winterrapsbeständen am Standort Grund-Schwalheim bei Echzell sowie

Ober-Erlenbach auf 4 bis 6 ha großen Rapsschlägen Versuche angelegt, um die ertragssichernde Wirkung der Fungizide Proline (0,7 l/ha) und Harvesan (0,8 l/ha) gegen Weißstängeligkeit im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu überprüfen. Die sonstigen Betriebsmittel wie Pflanzenschutz und Düngung wurden von den Landwirten betriebsüblich über die gesamte Fläche einheitlich appliziert.

Die Versuche wurden jeweils als randomisierte Blockanlagen mit drei bis vier Wiederholungen und Parzellenbreiten von bis zu 30 m angelegt. Die Parzellenlängen entsprachen jeweils der Ausrichtung der Fahrgassen mit Aussparung der Vorgewende. Die Fungizidbehandlung wurde nach vorgegebenen Versuchsplan vom jeweiligen Landwirt mit seiner handelsüblichen Feldspritze zur Blüte (BBCH 65) durchgeführt (300-400 l Wasser / ha, Fahrgeschwindigkeit: ca 4 km/h).

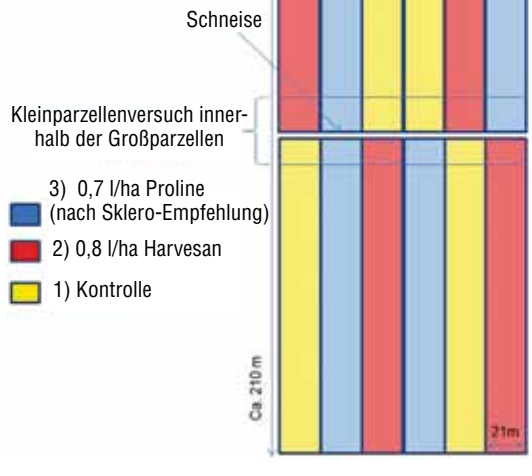
Alle zwei Sekunden den Ertrag gemessen

Zur Ernte wurden die Parzellen jeweils im Kerndrusch mit einem Claas Mähdrescher und GPS-Ertragserfassung bei voller Schnittbreite gemäht. Etwa jede zweite Sekunde wurde ein Ertragswert mit zugehöriger GPS-Koordinate abgespeichert, sodass je Parzelle eine hohe Anzahl an Messpunkten (Messwiederholungen) realisiert werden konnte. Je Parzelle wurden zwei Durchfahrten (Erntespuren) angestrebt. 2009 sind in einigen Parzellen auch drei Durchfahrten realisiert worden. Die langen ersten drei Parzellen beinhalten nur eine Durchfahrt des Dreschers. Das Erntegut jeder Parzel-



Erfassen des Rothertrags mittels Radlastwaage

Versuchsplan Raps 2011



le wurde jeweils auf einer Radlastwaage gegengewogen.

Zur Ernte des Versuchs in 2011 wurde im rechten Winkel zu den Varianten eine 15 m breite Schneise mittig in den Versuch gemäht. Jeweils 10 m rechts sowie links der Schneise wurde parallel zur Mittelschneise wiederum jeweils eine Spur gemäht. Zur Ernte wurde mit einem 1,5 m breiten Parzellenmäh-drescher je zweimal in die 10 m langen Parzellen hineingefahren. So konnte ein Kleinarzellenversuch innerhalb der Großparzellen mit vier echten und jeweils zwei Messwiederholungen je Parzelle ermöglicht werden. Das Gewicht des Erntegutes der Kleinarzellen im Jahr 2011 wurde mit Hilfe der integrierten Waage des Kleinarzellen-dreschers ermittelt.

Der auf der Radlastwaage ermittelte Wert aus der jeweiligen Großparzelle wurde durch den Durchschnittswert der Sensordaten der jeweiligen Parzelle dividiert. Der resultierende Wert wurde wiederum mit den Sensordaten der jeweiligen Parzellen multipliziert. Damit wurden die Sensordaten kalibriert, also auf das Ertragsniveau der realen Wiegung gebracht. Die jeweils

ersten sechs bis zehn Ertragsmesspunkte bei den Einfahrten in die Parzellen wurden verworfen, da hier erst ein kontinuierlicher Ertragsmessstrom aufgebaut wird und diese Werte daher fehlerbehaftet sind. Ernteproben mit unterschiedlichem Feuchtegehalt wurden auf einen einheitlichen Trockensubstanzgehalt von 91 Prozent korrigiert.

In den hier vorgestellten Versuchen wurden je Parzelle im Mittel mehr als vierzig Ertragsmessungen durchgeführt. Es ist aber nicht zulässig, diese wiederholten Messungen bei der statistischen Analyse als unabhängige Wiederholungen zu betrachten. Eine sehr einfache aber gültige (valide) Auswertungsstrategie ist es aber, aus allen Einzelmessungen einen Mittelwert je Parzelle zu berechnen.

Falls der Versuch im Vorfeld gut geplant und randomisiert angelegt wurde, so ist auf Basis der Parzellenmittelwerte eine Auswertung als klassische Blockanlage möglich. Ein Präzisionsgewinn kann aber unter Umständen erreicht werden, wenn die räumlichen Korrelationen (Zusammenhänge) zwischen benachbarten Messpunkten in einem geostatistischen Modell besonders berücksichtigt werden. In den Versuchen wurden beide Auswertungen durchgeführt: Erstens eine „Auswertung als klassische Blockanlage“ und zweitens eine „Auswertung mit Geostatistik“.

2009: Behandelte Parzellen unterscheiden sich von Kontrolle

Die Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Jahre 2009 bis 2011. Die dargestellten Erträge resultieren aus der Verrechnung als randomisierte Blockanlage. Die aus der geostatistischen Verrechnung resultierenden Ertragswerte sind denen der Verrechnung als Blockanlage sehr ähnlich und deshalb nicht aufgeführt. Die Grenzdifferenzen der beiden Verrechnungsarten unterscheiden sich in den Jahren dagegen sehr.

Die Grenzdifferenz gibt den Wert an, der zwischen zwei Varianten (z.B. Pro-

line und Harvesan) überschritten werden muss, damit der Unterschied statistisch signifikant (gesichert) gilt. Die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums liegt hier bei üblichen 5 Prozent. Je kleiner die Grenzdifferenz desto präziser ist das gewählte statistische Modell und desto eher lassen sich schon kleine Unterschiede absichern.

Bei Anwendung des Fungizids Proline wurde ein Kornertrag von 55,4 dt/ha und mit Harvesan von 56,5 dt/ha erreicht. Diese beiden Varianten unterschieden sich statistisch nicht signifikant voneinander. Das heißt, es kann keine Aussage darüber gemacht werden, welches Fungizid die bessere Wirkung gezeigt hat. Die unbehandelte Kontrolle erreichte dagegen „nur“ einen Kornertrag von 47 dt/ha und war den beiden Fungizidvarianten statistisch gesichert (signifikant) unterlegen.

2010 und 2011 kein Unterschied zur unbehandelten Kontrolle

2010 und 2011 konnten weder zwischen den Fungizidmaßnahmen noch zwischen Fungizidmaßnahmen und unbehandelter Kontrolle Unterschiede gesichert werden. Damit hätte man sich in den Jahren 2010 und 2011 die Kosten der Blütenbehandlung sparen können.

Auch in dem im Jahr 2011 als Kleinarzellenversuch geernteten Bereich konnten keine Unterschiede zwischen Fungiziden und Kontrolle abgesichert werden. Allerdings lag das Ertragsniveau, welches im Kleinarzellenversuch erreicht wurde 10 dt unter dem in der Großparzelle. Nach Rücksprache mit dem Landwirt Georg Kopp stimmt das Ertragsniveau, welches im OFE-Versuch (Großparzellenversuch) abgebildet wurde, sehr gut mit den Erträgen überein, die er von der Restfläche abgefahren hat.

Prognosesystem SkleroPro wird auf „Herz und Nieren“ getestet

Blütenbehandlungen sollten grundsätzlich nicht standardmäßig durchge-

Tabelle 1: Kennzahlen zu den Versuchen auf einen Blick

Versuchsjahr	Wiederholungen	Parzellenbreite	Parzellenlänge	Druschbreite Kerndrusch
2009	3	30 m*	140-270 m	5,7 m
2010	3	21 m**	160 m	7,5 m
2011	4	21 m**	70-76 m	7,5 m
2011***	4	21 m**	10 m	1,5 m

*Parzellenbreite entspricht 2 Spritzbreiten von 15 m = 2 Fahrgassen. Je Parzelle wurden mit voller Druschbreite 2 Durchfahrten realisiert (bei allen Versuchen)

**Parzellenbreite entspricht Spritzbreite von 21 m = 1 Fahrgasse
***Kleinarzellenversuch innerhalb der Großparzellen. Die Ernte wurde mit einem Kleinarzellenmäh-drescher mit Seitenmessern und einer Schnittbreite von 1,5 m realisiert.

Tabelle 2: Erträge (gerundet) der Pflanzenschutzvarianten in den Versuchsjahren 2009 bis 2011 (dt/ha)

Versuchsjahr	Kontrolle	Harvesan	Proline	Grenzdifferenz (dt) (5%)
2009	47 (a)	56,5 (b)	55,4 (b)	Blockanlage: 3,7 / Geostatistisch: 2,8
2010	58,7 (a)	59,7 (a)	60,7 (a)	Blockanlage: 2,07 / Geostatistisch: 2,6
2011	60,7 (a)	60 (a)	60,9 (a)	Blockanlage: 1,92
2011*	50,7 (a)	51,1 (a)	50,7 (a)	Blockanlage: 2,71

*Ergebnisse des Kleinarzellenversuchs, der auf dem gleichen Feld angelegt wurde
Gleiche Buchstaben bedeuten, dass sich die Ergebnisse nicht signifikant unterscheiden; in dem Fall kann keine Aussage darüber gemacht werden, welche Variante besser oder schlechter ist. Die Grenzdifferenz gibt den Wert an, der zwischen zwei Varianten (z.B. Proline und Harvesan) überschritten werden muss, damit der Unterschied statistisch signifikant, d.h. als gesichert gilt. Die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums liegt bei 5 %. Je kleiner die Grenzdifferenz, desto präziser ist das gewählte statistische Modell, d. h. desto eher lassen sich schon kleine Unterschiede absichern.

führt werden. Im Jahr 2009 waren die Witterungsbedingungen für eine Infektion mit Weißstängeligkeit in der Umgebung des Versuchs sehr günstig, während auf dem Standort Ober-Erlenbach 2010 und 2011 keine Befallsbedingungen gegeben waren. Ob eine Infektion eintreten wird oder nicht, lässt sich vorher nur schwer abschätzen, sodass die Blütenbehandlung oftmals prophylaktisch gesetzt wird.

Verlässliche Prognosesysteme könnten hier weiterhelfen. In den Versuchsjahren wurde vor den Behandlungen das Prognosesystem SkleroPro befragt, welches in Abhängigkeit der Witterung und weiteren Faktoren eine Behandlung gegen Weißstängeligkeit empfiehlt oder nicht. Im Jahr 2009 schlug das Modell an und empfahl eine Behandlung, in 2010 und 2011 dagegen nicht. Somit hat das Modell in allen drei Versuchsjahren die richtige Entscheidung getroffen. Aktuell wird das Prognosemodell SkleroPro von den Pflanzenschutzdiensten der Länder mit Hilfe von Validierungsversuchen auf „Herz und Nieren“ getestet und optimiert, sodass es sicherlich in naher Zukunft als Entscheidungshilfe für die Praxis empfohlen werden kann.

Informationstechniken verknüpfen Praxis und Versuchswesen

Beteiligt an der Versuchsdurchführung waren die Landwirte Jürgen und Werner Schneider sowie Georg Kopp, ebenso der Lohnunternehmer Klaus Lempp, der die GPS-gestützte Ertragskartierung 2009 vornahm. Die statistische Beratung leistete Dr. Andreas Büchse, Biostatistiker im Agrarzentrum Limburgerhof der BASF; Erwin Hüfner vom Erbacher Hof der Firma Bayer beerntete den Kleinparzellenversuch.

In Zukunft werden immer mehr Mähdrescher mit Ertragserfassungssy-

stemen auf den Betrieben beziehungsweise in den Lohnunternehmen zu finden sein. Sensordaten über Bestandsinformationen und auch Bodenverhältnisse werden zunehmend zur Verfügung stehen. Mit Hilfe von Geoinformationssystemen erschließen sich neue Wege, mit denen die Wirkungen von Betriebsmitteln auch unter wechselnden Standortbedingungen besser beurteilt werden können. Informationstechniken sollten in der Zukunft durch Zusammenarbeit mit Praktikern im Versuchswesen vermehrt genutzt werden.

An dieser Stelle sei betont, dass Kleinparzellenversuche ein unabdingbarer Bestandteil des pflanzenbaulichen Versuchswesens sind und bleiben werden. Insbesondere, wenn sehr viele Prüfglieder (Sorten, Düngung, Pflanzenschutz) untersucht werden sollen, müssen die Parzellen klein sein. Des Weiteren werden kleinparzellierte Exaktversuche dringend benötigt, um unter möglichst definierten Bedingungen Grundlagen zur Entwicklung von Entscheidungsregeln zu erarbeiten.

OFE-Versuche sind immer dann gefragt, wenn die Fragestellung nur unter Praxisbedingungen geprüft werden kann oder wenn Erkenntnisse aus Gewächshaus, Labor und Kleinparzelle unter den praktischen Verhältnissen verifiziert werden sollen. Die im Kleinparzellenversuch unter definierten Bedingungen für eine Ackerbauregion gewonnenen Informationen können dann als Grundlage für die Prüfung unter speziellen Standortbedingungen im On-Farm-Experiment dienen. Somit können sich Kleinparzellenversuche und On-Farm-Experimente im Sinne der Optimierung von Beratungsaussagen sehr gut ergänzen.

Dr. Dominik Dicke, RP-Gießen, Pflanzenschutzdienst Hessen

Erfahrungen aus den OFE-Versuchen

Versuche unter Produktionsbedingungen bei Landwirten sind geeignet, um statistisch gesicherte Ergebnisse zu erzielen, sofern die Regeln des Versuchswesens beachtet werden. Einfache Auswertungen der Mittelwerte beziehungsweise der realen Wiegeergebnisse als klassische Blockanlage reichen oft aus.

Eine geostatistische Verrechnung der ortskodierten Ertragswerte kann die Präzision steigern, muss aber nicht in jedem Fall die Methode der Wahl sein. Soll der Einfluss des Bodens mitberücksichtigt werden (war in diesen Versuchen nicht Ziel), ist allerdings ein geostatistischer Ansatz zu wählen. Sensordaten sind dann unverzichtbar. Solche Fragestellungen mit Bodeneinfluss sind zum Beispiel in Trockengebieten interessant, in denen die Bewässerung in Abhängigkeit des Wasserhaltevermögens des Bodens innerhalb der Fläche geregelt oder auch die Pflanzenschutzintensität in ertragsschwachen Bereichen angepasst werden soll.

Bei Nutzung einer Ertragserfassung über den Drescher ist eine Kalibrierung der Werte über Gegenwiegung der Parzellenerträge zwingend notwendig. Ob eine Kalibrierung über das Hektolitergewicht ausreicht und die Gegenwiegung als Grundlage der Kalibrierung eingespart werden kann, wird aktuell mit den Daten aller vorliegenden OFE-Versuche geprüft.

Anlage und Auswertung der Versuche müssen vorher gründlich geplant werden. *Dr. Dicke*