

Arbeitsergebnisse des gemeinsamen Workshops "On-Farm-Experimente" (OFE)

des Arbeitskreises „Koordinierung im Versuchswesen" des Verbandes der
Landwirtschaftskammern
und
der Arbeitsgruppe "Landwirtschaftliches Versuchswesen" der Biometrischen Gesellschaft
am 23. und 24. November 2011 in Kassel

Der Workshop hatte die Planung, Durchführung und Auswertung von OFE zum Inhalt. Ergänzt wurden diese Inhalte um Probleme der Ertrags erfassung unter Produktionsbedingungen bei Druschfrüchten. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Besprechung von Anwendungsbeispielen.

Nachfolgend sind die Arbeitsergebnisse des gemeinsamen Workshops zusammengestellt. Diese Arbeitsergebnisse stellen den gemeinsamen Standpunkt der Workshop-Teilnehmer dar und sind Ausgangspunkt für künftige Beratungen zu OFE.

Unter OFE wird ein Versuch verstanden, der mit dem Ziel der Beantwortung einer wissenschaftlichen Fragestellung durchgeführt wird und verallgemeinerungsfähige Aussagen liefern soll. Entsprechend muss es in einem OFE möglich sein, eine erwartungstreue Schätzung für die unbekannt Parameter (z.B. Erwartungswerte und Differenzen von Sorten, Düngungsstufen, Bodenbearbeitungsvarianten) und für ihre Präzision anzugeben. Davon abgeleitet ist die Einhaltung der allgemeinen Prinzipien zur Planung, Durchführung und Auswertung von landwirtschaftlichen Versuchen zwingend und unverzichtbar.

In Rahmen des Workshops wurde klar herausgearbeitet, dass Randomisation, also die zufällige Zuordnung der Prüfglieder zu den Randomisationseinheiten (Parzellen, Schläge, Orte), und die Existenz echter Wiederholungen der Prüfglieder auf der Ebene der Randomisationseinheiten stets eine valide Versuchsauswertung ermöglichen und den Lackmus-Test für die Auswertbarkeit eines OFE im Sinne eines biometrischen Versuchs darstellen. So sind Versuchsanlagen mit systematischer Abfolge der Prüfglieder abzulehnen. Beispielsweise stellt die alternierende Folge A-B-A-B-A-B keine valide Versuchsanlage dar. Die gewachsenen technischen Möglichkeiten einer georeferenzierten und sensorbasierten Datenerfassung ersetzen nicht die Notwendigkeit, echte Wiederholungen zu erzeugen. Auch ein großer Datenumfang sichert per se nicht die Einhaltung dieser Forderung. Daher muss streng gefordert werden, dass jedes OFE auch bei Nutzung der Mittelwerte auf Parzellenebene, also der Kombination Prüfglied*Randomisationseinheit, ausgewertet werden kann. Die Möglichkeit einer geostatistischen Auswertung ist als zusätzliches methodisches Instrumentarium zu sehen, dessen Anwendung zu einer Verbesserung der Treffgenauigkeit und Präzision führen kann. Keinesfalls jedoch kann eine geostatistische Auswertung fehlende Randomisation und fehlende Wiederholungen ersetzen.

Die Einhaltung der Prinzipien Randomisation und Wiederholung erfordert eine entsprechende Versuchsplanung, die auch über mehrere Schläge, Betriebe (Orte) und Jahre gehen kann, oftmals auch gehen muss. Es konnte herausgearbeitet werden, dass der Planungsansatz vollständiger und unvollständiger Blockanlagen eine hohe Flexibilität bietet, um die Spezifik der interessierenden Prüffaktoren (bspw. Bodenbearbeitung) mit den einzuhaltenden Prinzipien zu verknüpfen. Gleichzeitig sichert das Prinzip der Blockbildung die Möglichkeit einer Eliminierung systematischer umwelt- und managementbedingter Störgrößen.

So kann es möglich sein, dass auf einem Schlag beispielsweise aus technischen Gründen trotz aller Anstrengungen keine echten Wiederholungen möglich sind. Dann muss dieser Schlag als ein Block aufgefasst werden. Valide Aussagen je Jahr und Ort können gewonnen werden, wenn im selben Jahr und Ort die notwendigen Wiederholungen durch Einbeziehung weiterer Schläge erzeugt werden, wobei die Anordnung der Prüfglieder auf jedem Schlag neu zu randomisieren ist. Fehlende Wiederholungen und/oder Randomisation erlauben keine verallgemeinerungsfähigen Aussagen mit wissenschaftlicher Zielstellung und haben bestenfalls Hypothesen generierenden Charakter. Die Möglichkeit einer Fehlinterpretation und systematischen Verzerrung würde dann bewusst in Kauf zu nehmen sein, die eingesetzten finanziellen Mittel würden zu keinem verwertbaren Forschungsergebnis führen.

Der Übergang zur Nutzung von Einzeldaten bei der Auswertung erfordert eine sorgfältige Modellwahl, da die über die Prüf- und Designfaktoren hinaus zu berücksichtigenden festen und zufälligen Einflussgrößen spezifisch für den Einzelversuch festzulegen sind. Die Nutzung der Einzelwerte kann zusätzliche Informationen über den auszuwertenden Versuch liefern. Für die Modellwahl bieten analytische Kriterien (z.B. Akaike Informationskriterium AIC, korrigierte Akaike Informationskriterium AICC) eine gute Möglichkeit der Eingrenzung der Modellvarianten. Die Kontrolle durch eine Residuenanalyse und der Vergleich von beobachteter und geschätzter Varianz-Kovarianzfunktion sind jedoch unverzichtbar und stellen eine wirksame Rückversicherung gegen die Gefahr dar, beispielsweise Störgrößen zu übersehen. Die Modellwahl kann nicht durch eine automatisierte Softwarelösung ersetzt werden. Hier ist oft eine Kooperation von landwirtschaftlich-fachlicher und biometrischer Expertise erforderlich.

Insgesamt zeigten die dargestellten Anwendungsbeispiele die Vielfalt der anzuwendenden Auswertungsmodelle. Das führt zwingend zu einer engen Verbindung zwischen fachlicher und biometrischer Kompetenz. Lineare gemischte Modelle haben sich als ein Modellansatz erwiesen, mit dem die spezifischen Anforderungen von OFE gut abgebildet werden können.

Die Analyse der praktischen Anwendungen zeigte auch bedeutsame Störgrößen, die sich aus der angewendeten Messtechnik ergaben. Die Diskussion möglicher Einflussgrößen bei der Datenerfassung zeigte die Gefahren, die sich aus einer Nutzung unbereinigter Daten ergeben können. Daher ist die Aussagekraft von OFE auch daran gebunden wie es gelingt, die Messprinzipien und Einflussgrößen auf das Messergebnis zu verbessern. Eine permanente Justierung der Messeinrichtungen und Überprüfung der erfassten Einzelwerte ist bei dem derzeitigen Stand der technischen Entwicklung unverzichtbar. Das erfordert eine Kontrollwägung je Parzelle und eine darauf basierende Korrektur der Einzelwerte vor einer biometrischen Analyse.

Die Diskussion führte zur Notwendigkeit der Erarbeitung einer Schrittfolge bei der Planung, Durchführung und Auswertung von OFE. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand bietet sich der folgende Ablauf an:

- Planung entsprechend der Planungsschritte der statistischen Versuchsplanung (Festlegung der Prüf- und Designfaktoren sowie möglicher Störfaktoren (bspw. Mährescher), des Versuchsplanes, der Wiederholungen);
- Versuchsdurchführung (bei Beachtung von Kontrollwägungen etc.);
- Auswertung:
 - Datenkontrolle auf Plausibilität, Fehlwerte, Fehlmessungen;
 - Auswertung entsprechend des bei der Planung festgelegten vorläufigen Auswertungsmodells, ggf. mit Erweiterung zum Planungszeitpunkt unbekannter Störfaktoren;
 - Residuenkontrolle auf Verzerrungen und Verteilung;

- bei Verfügbarkeit georeferenzierter Daten Modellverfeinerung durch Beachtung weiterer fester (bspw. räumlicher Trend) und zufälliger Störgrößen (bspw. räumliche Kovarianzen);
 - Festlegung des endgültigen Auswertungsmodells;
- Auswertung und Interpretation;

Es wurde deutlich, dass in einem koordinierten Versuchswesen nur bestimmte Fragestellungen mit Hilfe von OFE beantwortet werden können, Parzellenversuche in Versuchsstationen damit aber keinesfalls ersetzbar sind. Im Rahmen des Workshops wurde herausgearbeitet, dass OFE nur dann die mit ihnen verbundenen Vorteile ausschöpfen und den oft erheblichen Mitteleinsatz rechtfertigen, wenn es zu einer stetigen Zusammenarbeit zwischen dem praktischen Versuchswesen, der biometrischen Methodenentwicklung und der landtechnischen Entwicklung kommt. Die Planung, Durchführung und Auswertung von OFE erfordert eine hohe Fachkompetenz. Den akademischen Bildungseinrichtungen im Agrarbereich kommt bei der Vermittlung der verschiedenen Aspekte von OFE eine besondere Verantwortung zu, der derzeit noch nicht in vollem Umfang Rechnung getragen wird.