

On Farm Research

Arnim Grabo

Agri Con GmbH
Im Wiesengrund 4
04749 Jahna
www.agricon.de
arnim.grabo@agricon.de

Abstract: On Farm Research (OFR) ist eine Methode zur Beurteilung von Precision Farming (PF). Sie umfasst die Planung, Anlage und Auswertung von praxisnahen, großflächigen Feldversuchen, unter Einbeziehung von Precision Farming Technologien. Diese werden im landwirtschaftlichen Unternehmen durchgeführt.

1 Einleitung

On Farm Research (OFR), ein Begriff aus dem amerikanischen Versuchswesen, der für die Durchführung von „einfachen“ Feldversuchen steht, die jeder Farmer auf seinem eigenen Betrieb durchführen kann. Dieser Ansatz findet sich auch in Deutschland wieder [St00]. Wir aber definieren diesen Begriff als die Planung, Umsetzung und Auswertung von praxisnahen, großflächigen Feldversuchen für und unter Einbeziehung von Precision Farming (PF) Technologien. Angelegt werden sie im landwirtschaftlichen Unternehmen. Wesentliche Elemente sind das DGPS, die Sensorik, die variable Raten-Technologie (VRT) und ein leistungsfähiges auf PF zugeschnittenes GIS.

OFR kann und will das „klassische Versuchswesen“ nicht ablösen, es stellt eine Erweiterung zur Beurteilung neuer Versuchsfragen, insbesondere der PF Technologien, dar. Zur Bewertung dieser Verfahren ist es nötig, genau diese Technologien für das Feldversuchswesen zugänglich zu machen. Man kann PF, das sich in der Heterogenität der Ertragsausbildung begründet, nur dann erfassen und beurteilen, wenn genau diese berücksichtigt wird. Das „klassische“ Versuchswesen dagegen verlangt möglichst homogene Bedingungen. Mit dem BodenScanner, dem N-Sensor, der Ertragskartierung u.a. [Lu02] stehen nun Methoden zur Verfügung die genau diese Unterschiede erfassen und auswertbar machen. Hohe Datendichten, flächendeckende Informationsschichten und ein leistungsfähiges GIS sorgen für aussagekräftige und gut gesicherte Ergebnisse.

OFR wurde von der Firma Agri Con 1999/2000 ausgearbeitet und seitdem in jeder Saison ständig verbessert. Inzwischen wurden ca. 140 großflächige Feldversuche (25-35 je Jahr) danach angelegt und ausgewertet. Themenschwerpunkte waren die differenzierte N-Düngung in Getreide und Raps, die differenzierte Grunddüngung und der differenzierte Einsatz von Halmstabilisatoren und Fungiziden.

2 On Farm Research (OFR)

OFR zeichnet sich insbesondere durch die folgenden PF Elemente aus:

- DGPS: geo- und zeitcodierte Dokumentation, Applikation und Navigation
- VRT: variable Raten-Technologie (differenzierte Saat, Düngung, Pflanzenschutz)
- Sensortechnik: Ertragskartierung, BodenScanner, YARA N-Sensor u.a.
- GIS: PF taugliches GIS mit Analyse und Statistiktools (SSToolbox).

In der Abfolge Planung, Anlage, Umsetzung und Auswertung möchte ich OFR am Beispiel der Frage nach den Vorteilen einer differenzierten N-Düngung mit dem YARA N-Sensor darstellen.

2.1 Versuchsplanung

Aus der Versuchsfrage lassen sich die Versuchsglieder (VG) ableiten. Für die N-Sensor Versuche z.B. Versuchsglied 1 (VG1): betriebsüblich konstante Düngung, VG2: Sensor nach N-Tester kalibriert und VG3: reduzierter Sensordüngung.

2.1.1 Standortinventur

Bereits bei der Planung des Versuchs sollte die Standortinventur vorliegen. Diese ist das Ergebnis der Bodenkartierung mit dem BodenScanner [Lü02]. Die Inventur liefert Aussagen zur Heterogenität des Bodens (Feinerdeanteil im Horizont 0-150 cm) und des Reliefs (DGPS). Die Datendichte liegt bei ca. 150 Messpunkten/ha (Rate: 1 Hz, Spurabstand: 18m, v: ca. 12 kmh⁻¹). Die Messwerte werden im GIS zu einer Zonenkarte mit 5 BodenScanner Klassen (BSK) verrechnet (Interpolation: Kriging, Scalierung: gleiche Intervalle). Diese Karte ist Basis der Planung, aber auch der späteren bodenbezogenen Auswertung.

2.1.2 Parzellengröße, -form, und -lage

Die entscheidende Frage bei der Wahl der Versuchsanlage ist die Parzellengröße. Die bestimmt, wie viele Ertragspunkte je auszuwertender Teilfläche (Parzelle zerlegt in 5 BSK) zu Verfügung stehen. Unsere Erfahrungen gehen von mindestens 250 Ertragspunkten (Wiederholungen) je Teilfläche aus. Ab dieser Größenordnung können die gebildeten Mittelwerte als robust und Ertragseffekte ab ca. 1 dt/ha als sicher gelten (Prüfung: t-Test). Ertragskartierungen liefern je nach Typ und Baujahr 150 – 550 Ertragspunkte/ha, so dass sich bei 5 BSK eine Mindestgröße der Parzellen von 2 bis 6 ha ergibt. Bei 3 VG und 3 Wiederholungen im Feld sind somit mindestens 25 bis 65 ha große Schläge notwendig. Bei der Anlage der YARA N-Sensor Versuche (Fahrgassengebunden) spielte die Applikationstechnik (Spritze oder Streuer) eine Rolle. Hier hat sich bewährt, die Versuche als Langparzellen in der Breite von 3 Arbeitsbreiten (3*18 = 54 m bis 3*36 = 108 m) anzulegen. Andere Formen der Verteilung sind möglich, stoßen aber schnell an die Grenze der benötigten Ertragspunkte bzw. der Applikationstechnik. Versuche mit zwei (oder mehr) Faktoren erfordern dann entsprechend mehr Flächen.

2.2 Versuchsanlage, -umsetzung und Ertragskartierung

2.2.1 Anlage und Umsetzung

Generell gibt es drei Wege, die Versuchsanlage mittels VRT umzusetzen. Erstens kann man auf Grundlage von berechneten Applikationskarten den Plan aufs Feld bringen (Mapping Ansatz), Zweitens können mit Hilfe von Onlinesensoren (z.B. YARA N-Sensor) die geplanten Parzellen und Maßnahmen direkt abgearbeitet werden (Online Ansatz) und Drittens ist die Kombination von beiden möglich (Overlay Ansatz). Für die N-Sensor Versuche (Online Ansatz) hat es sich bewährt, die nach BodenScanner und Fahrgassen erstellten Versuchspläne auszudrucken, und bei der Applikation mitzuführen.

Der große Vorteil der Umsetzung mit VRT liegt in der Nachweisführung. Egal welcher Ansatz, es stehen hinterher immer die zurückgeschriebenen Plan-, Ist- und oft auch Mess-Daten für die Kontrolle und Auswertung zur Verfügung. Beim N-Sensor sind dies z.B. die N-Empfehlung, die gestreute N-Menge und der Biomasseindex. Die Datendichte beträgt hier 80-120 Punkten/ha.

2.2.2 Ertragskartierung

Die „besten“ Ergebnisse liefert eine vollflächige Ertragskartierung ohne Berücksichtigung der Versuchsanlage. Gut kalibrierte Kartiersysteme und Erfahrung im Umgang sind unabdingbar. Zur Versuchsauswertung ist eine Bearbeitung der Ertragsrohdaten im GIS nötig [Mu02]. Folgende Vorgehensweise hat sich dabei bewährt:

- Zusammenführen der Kartierdatensätze (mehr als ein Drescher)
- Verwerfen des Vorgewendes (36-54 m)
- Skalieren der Kartierdatensätze auf das gewogene Ertragsniveau
- Plausibilitätstest über Histogramm, Ausreißertest nach Standardabweichung
- Verwerfen von nicht plausiblen Punkten z.B. Erträge unter 10 dt/ha und über 150 dt/ha, halbe Schneidwerksbreiten, hohe und niedrige Fahrgeschwindigkeiten, unrealistische Feuchtwerte usw.
- Synoptische Prüfung der Daten

2.3 Auswertung

2.3.1 Datenbearbeitung im GIS

Die Auswertung erfolgt im GIS auf zwei Ebenen. Bei der Analyse werden diese erst im letzten Schritt zusammengeführt. Durch das getrennte Vorgehen wird eine objektive und nachvollziehbare Auswertung sichergestellt.

Die erste Ebene umfasst die Zerlegung des Versuchsfelds in die einzelnen Parzellen und deren Zerlegung wiederum in BSK. Über Attributierung der entstehenden Teilfläche ist jede dieser Flächen eindeutig einem VG, der Parzelle und der BSK zugeordnet. Damit ist man im GIS in der Lage jede Fläche einzeln (unterste Ebene = Parzelle * BSK) oder auch zusammengefasst nach VG, Parzelle, BSK oder VG * BSK auszuwerten. Hierbei kann auch das Relief mit einbezogen werden.

Die zweite Ebene beschäftigt sich mit den Punktdaten, die mithilfe der VRT und Ertragskartierung gewonnen wurden. Primäre Datenschicht ist die Ertragskartierung. Jeder Ertragspunkt kann als Wiederholung gelten. Über geografische Verknüpfungsroutinen im GIS können den Ertragspunkten die Informationen der Versuchsdurchführung zugeordnet werden. Diese Daten werden zuvor auf Plausibilität und Konsistenz, ähnlich den Ertragsdaten, geprüft. Die entstehende Gesamtdatenbank enthält für jeden Datenpunkt, neben dem Ertrag, alle weiteren Informationen. Für die N-Sensor Versuche z.B. noch die N-Düngung, die Biomassewerte, die Erntefeuchte, die Druschgeschwindigkeit usw.

Zur Auswertung werden die über den erzeugten Flächen (erste Ebene) liegenden Datenpunkte in beschreibender Statistik zusammengefasst. Für jede Fläche und jedes Attribut liegen dann Anzahl, Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung vor und können entsprechend bewertet werden.

2.3.2 Bewertung und Darstellung

Im GIS werden alle wichtigen Karten (BodenScanner, Höhe, VG, Aufwendungen, Ertrag usw.) aufbereitet und ausgedruckt.

Die Weiterverarbeitung der Punktstatistiken erfolgt in Microsoft Excel. Im ersten Schritt wird der Einfluss des Bodens untersucht. Über eine Regression der Mittelwerte des Ertrags über den BSK lässt sich diese darstellen. Bestehen keine großen Zusammenhänge wird der Boden als Auswertungsparameter nicht weiter berücksichtigt. Danach erfolgt die Darstellung der Mittelwerte der einzelnen Größen (Ertrag, Aufwendungen, Druschgeschwindigkeit usw.) nur nach VG. Ein Ausgleich nach Bodenart ist nicht nötig.

Bestehen signifikante Zusammenhänge mit dem Boden, so werden die Ergebnisse nach VG und BSK zerlegt. Damit entstehen bei 3 VG und 5 BSK 15 Mittelwerte. Zur Beurteilung der Wertigkeit dieser Mittelwerte wird die Anzahl der Einzelwerte herangezogen. Mittelwerte mit weniger als 200 Einzelwerten fallen raus (siehe 2.1.2). Nach dieser Prüfung werden die Mittelwerte der BodenScanner Klassen innerhalb des VG einfach gemittelt. Damit wird der Einfluss des Bodens eliminiert und es stehen bereinigte Ergebnisse für jedes VG zur grafischen Darstellung, weiteren Bewertung und für Zusammenfassungen zur Verfügung.

Literaturverzeichnis

- [Lü02] Lück, E.; Eisenreich, M.; Domsch, H.: Innovative Kartiermethoden für die teilflächenspezifische Landwirtschaft, Stoffdynamik in Geosystemen, Band 7, Potsdam 2002; ISSN 0949-4731.
- [Lu02] Ludwicy, Ch.; Leithold, P.; Schwaiberger, R.: Precision Farming, Handbuch für die Praxis, Frankfurt am Main, DLG-Verlag 2002; ISBN 3-7690-0600-3.
- [MN02] Muhr, T.; Noack, P.O.: Aufbereitung von Ertragsdaten, In KTBL [Hrsg.]: Precision Agriculture, preagro Zwischenbericht 038, Darmstadt 2002; S. 169 – 178.
- [St00] Stein-Bachinger, K.; Bachinger, J.; Vogel, R.; Werner, A.: Feldversuche: Leitfaden für Landwirte, Broschüre, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL) 4.1.0-27, Rendsburg 2000.