

Ökonomische Aspekte von Precision Farming - aktueller Stand und Perspektiven

Markus Gandorfer, Andreas Meyer-Aurich und Martin Kapfer¹

Abstract - Dieser Beitrag argumentiert, dass die teilflächenspezifische Applikation von Betriebsmitteln aufgrund des flachen Verlaufs der inputkostenfreien Leistung (Payoff-Funktion) im Bereich des Optimums meist nur geringe ökonomische Vorteile bietet. Perspektiven für Precision Farming bieten Anwendungen, welche nicht mit mehr Information auf einer flachen Payoff-Funktion optimale speziellen Intensitäten besser zu finden versuchen, sondern solche, die diese Funktionen auf ein höheres Niveau verschieben.

HINTERGRUND

Precision-Farming (PF) wird nunmehr seit längerer Zeit erforscht und teilweise in der Praxis eingesetzt. Die Teilflächenbewirtschaftung (TFB), z.B. die kleinräumige Anpassung von Betriebsmitteln ist dabei sicherlich die bekannteste PF-Anwendung. Neben der TFB gehören aber auch die automatische Dokumentation oder die Feldrobotik zum PF. Parallelfahrssysteme die unnötige Überlappungen bei Feldarbeiten vermeiden helfen, könnte man beispielsweise schon zur Feldrobotik zählen. Soll die TFB in der Praxis angewendet werden, so sind zwei Schritte notwendig. In einem ersten Schritt muss die Standortheterogenität erfasst werden, dazu stehen verschiedenen Sensoren, Methoden der Fernerkundung oder historische Informationen, wie die Reichsbodenschätzung zur Verfügung. Im zweiten Schritt müssen diese Informationen mit Hilfe von Entscheidungsregeln zur kleinräumigen Applikation der Betriebsmittel angewendet werden. Eine Studie von Reichardt und Jürgens (2009) zeigt hierzu, dass Betriebe derzeit eher mit letzterem Probleme haben, da es oft an praxistauglichen Entscheidungsregeln fehlt. Dies ist vor allem darin begründet, dass sich die Forschung immer noch vorwiegend mit der Erfassung der Standortheterogenität beschäftigt. Weitere Probleme bei der Praxiseinführung von PF stellen die mangelhafte Kompatibilität und Beschreibung verschiedener Komponenten, die damit verbundene lange Lernphase sowie der hohe Investitionsbedarf dar.

AKTUELLER STAND

Im Folgenden soll nun für verschiedene Anwendungen der TFB die ökonomische Vorteilhaftigkeit im

Vergleich zur konventionellen flächeneinheitlichen Bewirtschaftung dargestellt werden.

Die Bewertung erfolgt dabei anhand der inputkostenfreien Leistung. Diese ergibt sich aus der Differenz des Erlöses und den Inputposten des Betriebsmittels, das teilflächenspezifisch variiert wird. Die Differenz (Δ) der Inputkostenfreien Leistungen von teilflächenspezifischer und einheitlicher Bewirtschaftung gibt auf Teilkostenbasis Auskunft über die ökonomischen Vorteile der TFB. Genügt diese Differenz um die zusätzlichen Kosten für die Investition in die TFB zu decken, so liefert sie einen Gewinnbeitrag.

Tabelle 1 zeigt Ergebnisse zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung auf Basis eines Sensor-Ansatzes sowie eines Mapping-Ansatzes zu Winterweizen und Winterraps. Es wird ersichtlich, dass mit Hilfe des Sensoransatzes im Durchschnitt der vier Versuche eine um 15 €/ha höhere stickstoffkostenfreie Leistung als mit einheitlicher Düngung erzielt werden konnte. Von diesen 15 €/ha müssen nun die zusätzlichen Kosten für den Sensor-Ansatz bestritten werden. Diese liegen bei einer Einsatzfläche von 100 ha im Bereich von 65 €/ha, bei hoher Flächenauslastung kann natürlich eine enorme Kostendegression beobachtet werden, sodass sie bei 1000 ha Einsatzfläche nur noch ca. 5 €/ha betragen (vgl. Schneider und Wagner, 2008). D.h. der Sensor-Ansatz liefert in diesem Bereich einen Gewinnbeitrag. Mit dem durchgeführten Mapping-Ansatz konnten keine Vorteile erzielt werden. Die Tabellen 2 und 3 zeigen Versuchsergebnisse zur teilflächenspezifischen Aussaat und Herbizidapplikationen. Auch hier liegen die Δ inputkostenfreien Leistungen in ähnlichen Größenordnungen wie bei der Stickstoffdüngung.

Tabelle 1. Versuchsergebnisse zur teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung.

Strategie	Δ stickstoffkostenfreie Leistung zur einheitlichen Düngung in €/ha
Sensor (n=4)	+1 bis +34 (\bar{x} 15)
Karte (n=5)	-58 bis +17 (\bar{x} -15)

Quelle: Schneider und Wagner, 2008

Tabelle 2. Versuchsergebnisse zur teilflächenspezifischen Herbizidapplikation bei Mais.

Strategie	Δ herbizidkostenfreie Leistung zur einheitlichen Variante €/ha
einheitlich	0
TFB, feste Schadschwelle	17,2
TFB, ökonomisch angepasste Schadschwelle	20,1

Quelle: Weis et al., 2008

¹ Markus Gandorfer, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Technischen Universität München (markus.gandorfer@mytum.de).
Andreas Meyer-Aurich, Abteilung Technikbewertung und Stoffkreisläufe, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ameyer@atb-potsdam.de).

Martin Kapfer, Institut für Agrar- und Forstökonomik, Universität für Bodenkultur Wien (martin.kapfer@boku.ac.at).

Tabelle 3. Versuchsergebnisse zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Winterweizen und Winterraps.

Kultur	Δ saatgutkostenfreie Leistung in €/ha zur einheitlichen Aussaat
Winterweizen	0,9
Winterweizen	0
Winterraps	+23,2
Winterweizen	-36,2

Quelle: Schneider und Wagner, 2008

Woran liegt es nun, dass die Δ inputkostenfreien Leistungen im Vergleich zur einheitlichen Bewirtschaftung auf einem solch niedrigen Niveau liegen? Hierfür gibt es vielfältige Gründe zu denen die Standortheterogenität der Versuchsflächen, das Input- und Faktorpreisniveau zählen - teilweise mag es auch an den (fehlenden) Entscheidungsregeln liegen, wie eingangs erläutert. Aber der Hauptgrund ist nicht in diesen Faktoren zu suchen, sondern liegt in der Tatsache begründet, dass der Verlauf der inputkostenfreien Leistung in Abhängigkeit der Inputintensität (Payoff-Funktion) im Pflanzenbau im Bereich des Optimums häufig sehr flach ist. Dieses Problem hat Pannell (2006) ausführlich erläutert und kommt daher zu dem Schluss, dass es zu abnehmenden Grenzgewinnen durch steigende Präzision bei der Bestimmung von Betriebsmittelinputs kommt, was die ökonomischen Potenziale von Technologien zur Teilschlagbewirtschaftung begrenzt. Abbildung 1 zeigt in diesem Zusammenhang die 95% Vertrauensintervalle für die optimalen speziellen Intensitäten der Stickstoffdüngung in einer Hoch- und Niedrigertragszone eines Versuchsfeldes bei Winterweizen. Es wird deutlich, dass die Vertrauensintervalle zum einen relativ groß sind und sich überlappen. Obwohl also eine relativ große Standortheterogenität zu beobachten ist, der durchschnittliche Abstand der Produktionsfunktionen beträgt immerhin 20 dt/ha, scheint es aus ökonomischer Sicht mit großer Wahrscheinlichkeit nicht notwendig zu sein, die Stickstoffdüngung teilflächenspezifisch anzupassen.

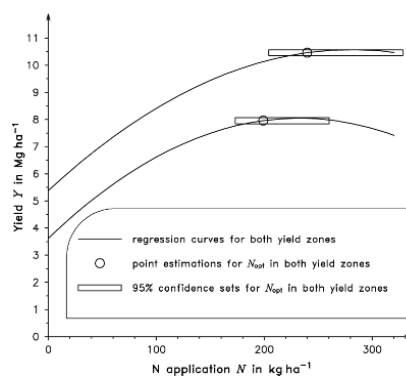


Abbildung 1. Vertrauensintervalle für die ökonomisch optimale N-Düngung (Bachmaier und Gandorfer, 2007)

Teilflächensbewirtschaftung ist somit häufig der Versuch, mit mehr Information (jedoch häufig ohne Entscheidungsregel) auf einer zum Zeitpunkt der Betriebsmittelapplikation unbekannten dafür aber flachen Payoff-Funktion, teilflächenspezifische optimale speziellen Intensitäten zu identifizieren und entsprechend Betriebsmittel auszubringen.

PERSPEKTIVEN VON PRECISION FARMING

Wo können nun die Perspektiven von PF liegen? Zum einen darin, die eingangs beschriebenen Probleme wie mangelnde Kompatibilität und Beschreibung der Technikkomponenten und fehlende Entscheidungsregeln zu lösen. Zum anderen darin, die zusätzlichen Kosten für die Technik zu senken, aber dies wird nichts daran ändern, dass die Leistungsseite der TFB aufgrund des flachen Verlaufs der Funktion der inputkostenfreien Leistung begrenzt ist. Entscheidend wird es aber sein, Anwendungen zu identifizieren, welche nicht mit mehr Information auf einer unbekannten und flachen Payoff-Funktion teilflächenspezifische optimale speziellen Intensitäten besser zu finden, sondern Anwendungen welche diese Funktionen nach oben verschieben. Dies kann entweder durch ein Verschieben der natürlichen Produktionsfunktion oder von der Preisseite her geschehen. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen. Durch den Einsatz von Parallelfahrssystemen, die meist aufgrund der reduzierten Überlappung und der damit verbundenen Reduzierung der Betriebsmittelkosten für sich wirtschaftlich sind, ist es möglich ein Bewirtschaftungssystem namens Controlled-Traffic-Farming zu etablieren. Dabei werden bei jedem Arbeitsgang und über die Jahre hinweg immer dieselben Fahrspuren verwendet. Dies bedeutet, dass der Anteil des befahrenen Bodens stark reduziert wird und damit die ertragsreduzierende Bodenverdichtung. Dies führt letztlich zu einem Verschieben der Produktionsfunktion auf ein höheres Niveau und bietet damit größere ökonomische Vorteile. Ein weiteres Beispiel sind derzeit noch im Forschungsstadium befindliche Ansätze zur qualitätsdifferenzierten Getreideernte. Hierdurch wird es möglich unterschiedliche Qualitätsstufen z.B. bei der Sommergerste die innerhalb eines Feldes auftreten können voneinander zu trennen und mit Preisvorteilen entsprechend zu vermarkten. Dies wäre eine Möglichkeit die Erlösfunktion „preisseitig“ durch eine innovative PF Technologie auf ein höheres Niveau zu verschieben.

REFERENCES

- Bachmaier, M., Gandorfer, M. (2007). Computing and Analyzing Confidence Intervals for the Economically Optimum Nitrogen Rate with Respect to Prices, Nitrogen Rate Trial Design and Modeling. E-Journal of Informatics in Agriculture, Band 2 (2007).
- Pannell, D.J. (2006). Flat-earth economics: The far-reaching consequences of flat payoff functions in economic decision making, Review of Agricultural Economics 28(4): 553-566.
- Reichardt und Jürgens (2009). Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. Precision Agriculture 10:73-94.
- Schneider und Wagner, (2008). Ökonomische Effekte der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung auf betrieblicher Ebene. In: Pre agro-Abschlussbericht.
- Weis, M., Gutjahr, C., Ayaly, V.R., Gerhards, R., Ritter, C. Und F. Schlöderle (2008). Precision Farming for weed Management: techniques. Gesunde Pflanzen (60): 171-181.