

## Precision Farming – Langzeitversuche mit Grunddüngungsstrategien

Peter Wagner<sup>1</sup> und Michael Marz<sup>1</sup>

**Abstract:** Bei einem Langzeitversuch auf einem Versuchsschlag werden verschiedene Strategien, (i) variabel-teilflächenspezifisch, (ii) konstant-flächeneinheitlich und (iii) ohne Düngung, zur Grunddüngung verglichen. Dieser Beitrag stellt als zentrales Ergebnis dar, in welchem Maß sich in den letzten zehn Jahren die Makronährstoffgehalte am Beispiel des pflanzenverfügbaren Phosphors sowie des pH-Wertes entwickelt haben und dass eine variabel-teilflächenspezifische Düngestrategie zu einer deutlichen Verbesserung der Nährstoffversorgungssituation über die Zeit führt.

**Keywords:** Precision Farming, Makronährstoffe, Grunddüngung, Langzeitversuch

### 1 Einleitung

Die Sicherstellung eines bedarfsorientierten Makronährstoffdargebotes für Pflanzen ist ein essentieller Aspekt im Ackerbau. Hierbei ist es von Bedeutung, für alle Makronährstoffe gemeinsam ein Gleichgewicht zwischen Nährstoffverfügbarkeit und Nährstoffbedarf herzustellen. Dieses Gleichgewicht kann mit einer gleichmäßigen Düngung des Gesamtschlages nicht erreicht werden, zum einen sind die Nährstoffentzüge an verschiedenen Stellen des Schlages wegen uneinheitlicher Erträge unterschiedlich, zum anderen ist deshalb sowie wegen unterschiedlicher Bodeneigenschaften die Nährstoffverfügbarkeit höchst ungleichmäßig.

Bei einem Langzeitversuch auf einem 65 ha Versuchsschlag der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg bei Görzig in Sachsen-Anhalt werden verschiedene Strategien zur Grunddüngung verglichen. Die Schwerpunkte des Langzeitversuches liegen in der Evaluierung der (sich verändernden) Makronährstoffversorgung im Boden, von Ertragseffekten sowie der daraus resultierenden monetären Effekte. Der Versuch ist in seiner Laufzeit nicht beschränkt. Er erlaubt aufgrund verschiedener Störeinflüsse (noch) keine endgültige Aussage zu den betrachteten Effekten.

---

<sup>1</sup> Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Karl-Freiherr-von-Fritsch-Straße 4, 06120 Halle (Saale), peter.wagner@landw.uni-halle.de, michael.marz@landw.uni-halle.de

## 2 Methodik

Der Versuchsschlag wurde in drei Versuchsglieder unterteilt. Auf dem Schlag werden seit dem Jahr 2006 unterschiedliche Grunddüngungsstrategien angewandt. Es handelt sich um eine variabel-teilflächenspezifische Variante (VTV, „Precision Farming“), eine konstant- flächeneinheitliche Variante (KFV), sowie um eine NULL Variante (NV) bei der keine Gabe erfolgt. Für das Monitoring und die anschließende Evaluierung werden jährlich alle relevanten Parameter, wie z.B. die Gabemengen und der Ertrag erfasst. Die Makronährstoffversorgung im Boden wird jährlich auf 45 festen Monitoringpunkten und alle fünf Jahre vollflächig in einem 36\*36 m-Raster (n=508, ohne Randparzellen) erhoben. Die Düngung und Kalkung erfolgt entsprechend dieses Rasters nach Maßgabe der ermittelten, rasterspezifischen Gehalte an Makronährstoffen und der erwarteten Entzüge im Durchschnitt der Fruchtfolge. Für die VTV wird jede Rasterzelle differenziert behandelt. Für die KFV werden die Werte der Rasterzellen über alle KFV-Versuchsglieder gemittelt, der Mittelwert dient dann als Bemessungsgrundlage bei der Düngepanung. Die NV wird nicht gedüngt. Für die nachfolgende Auswertung werden die Versuchsjahre 2006, 2011 und 2016 ausgewählt, bei denen die Makronährstoffinformationen vollflächig vorliegen.

## 3 Ergebnisse

Die Erfassung der Phosphorgehalte und des pH-Wertes auf Teilflächen der verschiedenen Grunddüngungsvarianten werden in den Tabellen 1 und 2 jeweils als mittlere Gehalte sowie die daraus abgeleiteten Gehaltsklassen und dem Variationskoeffizienten dargestellt. In Bezug auf die Phosphorversorgung zeigt sich, dass der Schlag im Jahr 2006 auf allen Teilflächen mit den drei verschiedenen Grunddüngungsvarianten übertersorgt war. Vom Niveau her sind die drei Varianten in der Ausgangslage vergleichbar. Mit Beginn der Versuche wurde bis 2011 auf den Teilflächen der VTV und der KFV eine Angleichung an die mittlere Gehaltsklasse C (Zielgehalt) erreicht. Auf den Teilflächen der NV geht die Phosphorverfügbarkeit stärker bis in die Versorgungsklasse B zurück. Beim pH-Wert wurde für das Jahr 2006 auf allen Teilflächen die Gehaltsklasse B und für die Folgejahre auf den Teilflächen der VTV sowie KFV die Zielgehaltsklasse C im Mittel bestimmt. Die Teilflächen der NV bleiben auf dem Niveau der Gehaltsklasse B. Beim Variationskoeffizienten kann sowohl für Phosphor als auch für den pH-Wert festgestellt werden, dass bei der VTV die Varianz beginnend im Jahr 2006 zum Jahr 2016 fast linear kleiner wird, die Nährstoffversorgung wird also homogener. Auf den Teilflächen der KFV und der NV ergeben sich differenzierte Ergebnisse. Bei Phosphor bleibt der Variationskoeffizient bei der KFV auf hohem Niveau nahezu konstant - die Nährstoffversorgung bleibt also ungleichmäßig -, bei NV nimmt der Variationskoeffizient hingegen zu. Beim pH-Wert schwankt der Variationskoeffizient bei der NV auf hohem Niveau, nimmt der bei der KFV leicht, bei der VTV hingegen am stärksten ab. Wie bei Phosphor wird also auch beim pH-Wert der Versorgungszustand durch teilflächenspezifische Düngung homogener.

Jahr / Strategie	Mittlere P-Gehalte und Gehaltsklasse je Jahr			Variationskoeffizient je Jahr		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
VTV	7,8 (D)	5,2 (C)	5,7 (C)	0,47	0,44	0,40
KFV	7,9 (D)	5,6 (C)	6,0 (C)	0,53	0,62	0,62
NV	7,9 (D)	3,9 (B)	3,5 (B)	0,45	0,57	0,67

Tab. 1: Mittlere Phosphorgehalte in mg/100g und Gehaltsklassen sowie Variationskoeffizienten je Grunddüngungsvariante und Jahr; VTV = variabel-teilflächenspezifische Variante; KFV = konstant-flächeneinheitliche Variante; NV = keine Düngung

Strategie	Mittlere pH-Werte und Gehaltsklasse je Jahr			Variationskoeffizient je Jahr		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
VTV	5,8 (B)	6,5 (C)	6,6 (C)	0,08	0,05	0,03
KFV	5,9 (B)	6,5 (C)	6,7 (C)	0,08	0,06	0,05
NV	5,8 (B)	6,0 (B)	6,2 (B)	0,07	0,08	0,06

Tab. 2: Mittlere pH-Werte und Gehaltsklassen sowie Variationskoeffizienten je Grunddüngungsvariante und Jahr; VTV = variabel-teilflächenspezifische Variante; KFV = konstant-flächeneinheitliche Variante; NV = keine Düngung

## 4 Diskussion

Die Versorgung von pflanzenverfügbarem Phosphor und dem eingestellten pH-Wert auf der VTV bzw. KFV lässt den Schluss zu, dass die Teilflächen auf dem Versuchsschlag optimal versorgt sind, weil ab dem Jahr 2011 die Zielgehaltsklasse C erreicht wird. Die Versorgung auf den Teilflächen der NV nimmt bei Phosphor erwartungsgemäß ab. Der Variationskoeffizient macht jedoch deutlich, dass die interpretierte ausgeglichene Makronährstoffversorgung bzw. der pH-Wert innerhalb der Teilflächen einer jeden Variante sehr inhomogen verteilt ist; d.h. die Gehalte bzw. Gehaltsklassen schwanken innerhalb jeder Variante, sodass lokal ein Versorgungsdefizit oder ein Versorgungsüberschuss auftritt. Bei der Steuerung der Makronährstoffversorgung ist es das Ziel, die Gehaltsklasse C flächendeckend herzustellen, d.h. die Varianz zu verringern. Dieses Ziel wird tendenziell von 2006 bis 2016 nur mit der VTV erreicht. Die KFV führt beim Phosphor gar zu einer vom Optimum abweichenden lokalen Nährstoffversorgung, da die Varianz steigt.

Eine Verringerung der Varianz und eine flächendeckend ausgeglichene Makronährstoffversorgung in der Gehaltsklasse C ist für den Pflanzenbau von besonderer Relevanz. Untersuchungen zeigten, dass die Erträge auf Flächen mit Unter-, aber auch mit Überversorgung geringer sind als auf optimal versorgten Flächen [SC00, MW16]. Dies bedeutet, dass sich auf überversorgten Flächen Mindererträge einstellen und gleichzeitig

Düngemittel verschwendet werden. Dies ist in zweifacher Hinsicht der Wirtschaftlichkeit abträglich und auch hinsichtlich der Umweltwirkung unerwünscht. Der zu wenig ausgebrachte Dünger auf unterversorgten Flächen führt zwar zu geringeren Kosten, der entgangene Erlös durch Mindererträge ist aber weit höher; somit dürfte sich auch bei unterversorgten Flächen die Wirtschaftlichkeit durch sachgerechte Düngung verbessern. Endgültige Aussagen zur Wirtschaftlichkeit einer teilflächenspezifischen Grunddüngung können allerdings erst nach Einbeziehung der Kosten für die kleinräumige Bestimmung der Bodengehalte getroffen werden. Es ist zu erwarten, dass diese Kosten durch Einsatz von Sensorik stark sinken werden: Entnahme von Bodenproben und Laboruntersuchungen sind dann ja nicht mehr notwendig.

## 5 Zusammenfassung

Bei einem Langzeitversuch auf einem 65 ha großen Versuchsschlag der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg bei Görzig in Sachsen-Anhalt, dessen Schwerpunkt u.a. in der Evaluierung der (sich verändernden) Makronährstoffversorgung im Boden liegt, werden verschiedene Strategien zur Grunddüngung verglichen. Auf verschiedenen Teilflächen werden eine variabel-teilflächenspezifische Variante (VTV, „Precision Farming“), eine flächeneinheitlich-konstante Variante (KFV), sowie um eine NULL-Variante (NV) bei der keine Gabe erfolgt, angewandt. Obgleich die Teilflächen im Mittel die Phosphor- und pH-Wertzielgehaltsklassen C erreichen, verdeutlicht die Betrachtung des Variationskoeffizienten, dass die Versorgungssituation räumlich sehr heterogen ist. Die Konsequenz ist eine lokale Überversorgung bzw. eine Unterversorgung, die im Pflanzenbau einen lokalen Minderertrag bzw. eine lokale Verschwendung von Düngemitteln zur Folge hat. Diese Zwischenergebnisse des Dauerversuches lassen den vorläufigen Schluss zu, dass die VTV als einzige Grunddüngungsvariante auf allen entsprechenden Teilflächen eine Angleichung an die Zielgehaltsklasse C beim pH-Wert sowie beim Phosphor ermöglicht, Precision Farming in der Grunddüngung also über die Zeit zu einer deutlichen Verbesserung der Nährstoffversorgungssituation führt.

## Literaturverzeichnis

- [MW16] Marz, M.; Wagner, P.: Ist das Raster zu groß? Ratgeber Pflanzenbau & Technik 2016. In Bauern Zeitung, 2016, Sonderheft Oktober 2016; S. 16–19.
- [SC00] Schilling, G.: Pflanzenernährung und Düngung. Ulmer, Stuttgart, 2000.