

# Precision Farming - Direkte und indirekte Erhebung von Makronährstoffen

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

**Abstract:** Die Sicherstellung eines bedarfsorientierten Makronährstoffdargebotes für Pflanzen ist ein essentieller Aspekt im Ackerbau. Gemäß Düngeverordnung und VDLUFA werden für die Bestimmung der Makronährstoffversorgung im Boden Beprobungsraster ab 1ha bzw. 3ha vorgeschlagen. Dieser Beitrag zeigt die Bedeutung einer sehr kleinräumigen Erhebung von Makronährstoffen auf. Ausgehend von einer durchgeführten Beprobung auf einem 65ha-Schlag im 1/16ha-Raster werden größere Raster simuliert und jeweils die Nährstoffverteilung berechnet. Im Ergebnis, unter rein pflanzenbaulichen Aspekten ohne Berücksichtigung von Beprobungskosten, ist auch die Erhebung im 1ha-Raster noch deutlich zu grob.

**Keywords:** Precision Farming, Makronährstoffe, sensorbasierte Nährstoffbestimmung

## 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. Regelwerke bzw. Orientierungswerte zur Ermittlung beider Faktoren [La08], orientieren sich in der Regel an den VDLUFA-Richtlinien [TH12]. Im Rahmen dieser Regelwerke und Richtlinien sind zunächst einige wenige Mischproben zur Bestimmung der Makronährstoffgehalte im Boden zu ziehen und auszuwerten. Darauf aufbauend wird ein Schlag in entsprechende Gehaltsklassen eingeteilt, an denen sich eine spätere Düngemittelgabe mit Berücksichtigung von gehaltsklassenspezifischen Zu- bzw. Abschlägen orientiert. In einem parallelen Schritt wird der Düngemittelbedarf anhand des zu erwartenden durchschnittlichen Gesamtertrages pro Hektar berechnet. Der Maßstab bzw. der Umfang der Bodenprobennahme orientiert sich an der Schlaggröße. Je nach Fläche wird der Schlag als Ganzes betrachtet, oder z.B. in 1, 3 bzw. 5ha-Raster aufgeteilt. Untersuchungen zeigen, dass die Größe der Raster bei der Einteilung des Schlages einen erheblichen Einfluss auf die Bewertung der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und somit auf die Düngemittelgabe hat [GHW09, MW16]. Es stellen sich mit zunehmender Rastergröße höhere lokale Defizite oder auch Überschüsse in der Gabe menge ein, welche potentielle Mindererträge bzw. eine Verschwendung von Düngemitteln zur Folge haben.

---

<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

Diese von einer bedarfsorientierten Nährstoffversorgung abweichenden sowie arbeits- und kostenintensiven Verfahren könnten dahingehend sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht als auch in der räumlichen Auflösung verbessert werden, indem die Analyse sensorgestützt vor Ort zum Zeitpunkt der Befahrung bzw. Begehung erfolgt. Im Rahmen der Entwicklung entsprechender Sensorik verfolgen abgeschlossene und aktuelle Forschungsvorhaben u.a. das übergeordnete Ziel einer verbesserten Wirtschaftlichkeit durch Kosteneinsparung beim Düngermiteinsatz bzw. durch positive Ertragseffekte bei bedarfsgerechter Düngung. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist eine geringere Belastung der Umwelt, welche durch die Düngeverordnung vorgegeben ist.

## 2 Methodik

Die Informationsgrundlage bildet die Makronährstoffbestimmung von pflanzenverfügbarem Phosphor (**pvP**) aus dem Jahr 2006 in einem 25-Meter-Beprobungsraster (1/16 ha) auf einem 65 ha großen Versuchsschlag der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Görzig (Sachsen-Anhalt). Der durchschnittliche Gehalt an **pvP** beträgt 8,3mg/100g, was in der Gehaltsklasse D einzuordnen ist. Für jede Beprobungszelle wurde nach TH12 eine Mischprobe (Kreisbeprobung um Parzellenmittelpunkt mit Radius 9 Meter und 12 Einstichen) entnommen und im Labor der Gehalt des pvP bestimmt. Im Anschluss wurde eine Bodenprobennahme „simuliert“. Innerhalb der Schlaggrenzen wurden je ein 1 ha, 3 ha und ein 5 ha Beprobungsraster erstellt und die realen Gehalte aus der laborativen Bestimmung des pvP im 25-Meter-Raster flächengewichtet gemittelt. Anschließend wurden die Gehalte in Gehaltsklassen nach DüV [La08] eingeordnet. Die Abb.1 visualisiert die Informationsgrundlage.

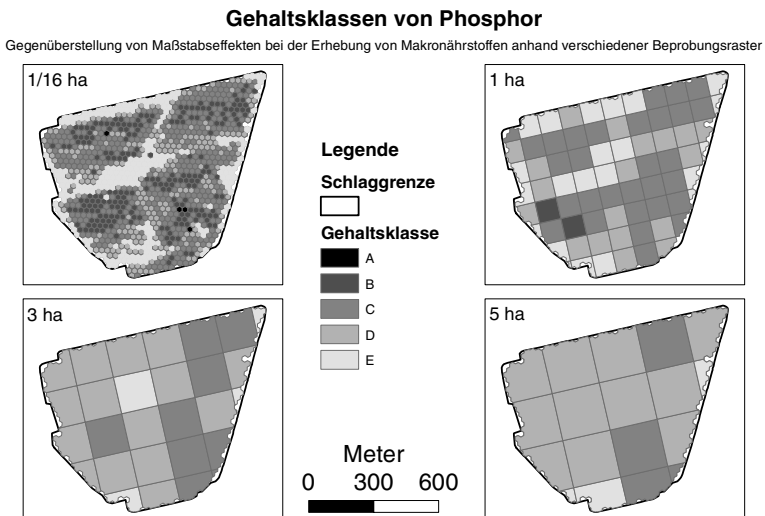


Abb. 1: Gehaltsklassen von Phosphor - Maßstabseffekte bei verschiedenen Beprobungsrastern

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse (vgl. Tab. 1 und Abb. 2) verdeutlichen, dass mit steigender Kantenlänge eines jeden Beprobungsrasters eine nächstfolgenden 3ha-Raster erfolgt eine überproportionale Gewichtung der Gehaltsklasse D. Annäherung bzw. Verschiebung der Bodengehalte in die schlageinheitliche Gehaltsklasse D erfolgt. Ab einem 1ha-Beprobungsraster wird die Gehaltsklasse A nicht mehr erfasst und beginnend mit dem

Raster	A	B	C	D	E
1/16ha	0,37	20,37	36,36	21,54	21,36
1ha	0,00	3,18	45,42	27,89	23,51
3ha	0,00	0,00	33,04	59,56	7,40
5ha	0,00	0,00	20,35	74,14	5,51

Tab. 1: Gehaltsklassenanteil in Prozent von Phosphor

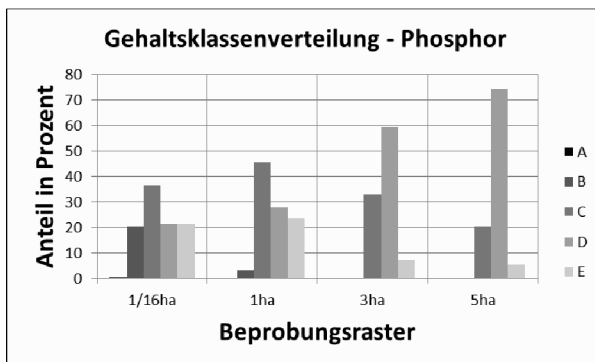


Abb. 2: Gehaltsklassenanteil von Phosphor in Prozent

### 4 Diskussion - Bedeutung einer kleinräumigen Erhebung von Makronährstoffen

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass bei der Wahl eines „groben“ Beprobungsrasters die Heterogenität der Makronährstoffverteilung nicht mehr hinreichend berücksichtigt werden kann. Bereits bei einem 1ha-Beprobungsraster tritt im Vergleich zum 1/16ha-Raster ein deutlicher Generalisierungseffekt bezüglich der räumlichen Variabilität der pVP-Verteilung auf. Im Rahmen einer Düngemittelgabe implizieren die Ergebnisse mit zunehmender Beprobungsfläche ein zunehmendes Gabedefizit, weil die Flächen mit ermittelten Gehaltsklassen A sowie B nicht mehr ausreichend versorgt werden. Ab einem 5ha-Raster kann sich auch ein Versorgungsdefizit auf Flächen mit C-Gehalten einstellen, da

hier die entzugsbasierte Düngemittelgabe reduziert wird. Demgegenüber steht eine Fehlinterpretation auf Bereichen mit der Gehaltsklasse E, die nicht hinreichend berücksichtigt werden können.

Zusammengefasst bedeutet dies im Rahmen des Pflanzenbaus: Je kleiner das Beprobungsraster, desto besser können lokale Versorgungsdefizite bzw. Versorgungsüberschüsse ermittelt werden. Derzeit sind die Kosten für Beprobung in sehr kleinen Rastern (z.B. wie hier vorgestellt 1/16 ha) prohibitiv hoch. Für die klassischen Makronährstoffe und den pH-Wert ist mit ca. 25 pro Raster (inkl. Analytik) zu rechnen. Zukünftig, wenn durch eine zuverlässige Sensorik (Stichwort „Sensor Fusion“ vgl. <http://www.bonares.de/portfolio/i4s/> zur aktuellen Forschung) die Bestimmung von Makronährstoffen während der Überfahrt kleinräumig möglich wird, entfallen Bodenproben und Laboruntersuchungen. Die derzeit noch hohen Kosten können so drastisch reduziert werden, das dient sowohl der Wirtschaftlichkeit als auch der Umwelt.

## Literaturverzeichnis

- [GHW09] Gebbers, R.; Herbst, R.; Wenkel, K.-O.: Sensitivity analysis of soil nutrient mapping. In (Bregt, A. et al. Hrsg.): EFITA Conference '09. Papers presented at the 7th EFITA conference Wageningen, the Netherlands 6-8 July 2009. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2009.
- [La08] Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt (LLFG) Hrsg.: Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame Hinweise der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. veröffentlicht durch das Land Sachsen-Anhalt, Bernburg, Güterfelde und Rostock, 2008.
- [MW16] Marz, M.; Wagner, P.: Ist das Raster zu groß? Ratgeber Pflanzenbau & Technik 2016. In Bauern Zeitung, 2016, Sonderheft Oktober 2016; S. 16–19.
- [TH12] Thun, R.; Hoffmann, G.: Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2012.