

Ökonomische Effekte von Informationsverlusten im Hinblick auf die Düngung von Phosphor

Sören Schulte-Ostermann¹ und Peter Wagner¹

Abstract: Das in der Praxis übliche Beprobungsraster von 3 bis 5 ha kann eine Homogenität identifizieren, die die wahren kleinräumigen Nährstoffgehalte im Boden nicht präzise abbildet. Auf Basis großräumiger Flächeninformation resultiert bei der Grundnährstoffdüngung eine Über- oder Unterversorgung von Teilflächen. Ebenso variieren die Kosten der Düngerapplikation auf Basis einer veränderten Beprobungsstruktur. Die unnötig generierten Kosten, begründet durch Informationsverluste oder das fehlende Ausschöpfen des Ertragspotenzials bei suboptimaler Nährstoffversorgung, können somit vermieden werden. Auf Grundlage der langfristig gewonnenen Erprobungsergebnisse einer Praxisfläche in Mitteldeutschland werden die unterschiedlichen Düngekosten bei variierenden Beprobungsrastern (1/8 – 3 – 5 ha) gegenübergestellt.

Keywords: Economic Efficiency, Phosphorus, Soil Analysis, Fertilizer Application

1 Einleitung

Eine kleinräumige Bodenbeprobung kann eine teilflächenspezifische Heterogenität der P-Gehalte identifizieren. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung dieser Heterogenität bei der bedarfsgerechten Pflanzendüngung liegt auf der Hand. Nicht zuletzt fordert die Debatte um Umwelteinflüsse von Nährstoffüberschüssen aus der Pflanzenproduktion neue Lösungsansätze, die den optimalen Einsatz von Ressourcen erlauben. Das zur Düngerbedarfsermittlung in der Praxis verbreitete Bodenprobenentnahmeraster von 3 bis 5 Hektar kann fälschlicherweise eine Standorthomogenität abbilden, die aufgrund von Informationsverlusten innerhalb der Fläche mit den kleinräumigen wahren Nährstoffgehalten nicht übereinstimmt. Daher gilt es Lösungskonzepte zu entwickeln, die Nährstoffüberschüsse verringern und die Erträge durch eine ausbalancierte Grundnährstoffversorgung langfristig maximieren. Mit Hilfe detaillierter Flächeninformationen wird eine optimale Düngestrategie etabliert, die langfristig auch auf heterogenen Standorten die idealen Nährstoffgehalte im Boden durch eine gezielte Düngung realisiert. Falsch gewählte Beprobungsraster können zu einer großflächigen Fehlbehandlung der Ackerfläche führen, da der Mittelwert aus der Mischprobe die Abweichungen einzelner Teilflächen nicht abbildet. Mit Blick auf diese Herausforderung weisen kleinräumige Flächeninformationen unterschiedliche Bedarfszonen aus und demonstrieren, dass die in der Praxis angewendeten Rastergrößen nicht ausreichen.

¹ MLU Halle-Wittenberg, Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Karl-Freiherr-von-Fritsch-Str. 4, 06120 Halle; soeren.schulte-ostermann@landw.uni-halle.de

2 Material und Methodik

Im Jahr 2006 wurde ein Grundnährstoffversuch innerhalb eines Praxisbetriebs in Mitteldeutschland (Sachsen-Anhalt) auf einem 65-Hektar-Schlag angelegt. Die Analyse basiert auf langfristig gewonnenen Messdaten im Rahmen einer „On-Farm-Research“-Versuchsanstellung. Ziel ist, die Effekte einer variablen Düngung bei Grundnährstoffen auf Basis kleinräumiger Flächeninformationen zu demonstrieren. In diesem Beitrag findet ein Raster von 1/8 ha (Grundlage ist die Arbeitsbreite des Praxisbetriebes 36 x 36 m), 3 ha und 5 ha Anwendung. Jede Rasterzelle wird in einem Fünfjahresintervall intensiv beprobt. Die verwendeten Bodenanalyseergebnisse stammen aus dem Jahr 2017. Die detektierten Phosphorgehalte werden entsprechend der VDLUFA-Richtlinie für Trockengebiete (VD15) den allgemein gültigen Klassen zugeordnet. Die Berechnung der Düngekosten erfolgt für eine 4-gliedrige Fruchtfolge. Die notwendigen Zu- bzw. Abschläge werden prozentual bemessen und auf Grundlage der Pflanzenentzüge (durchschnittliche historische Erträge) und der vorgefundenen Bodengehalte berechnet.

Annahmen: A1: Randflächen werden nicht berücksichtigt; A2: Phosphor 1,65 €/kg (AM16); A3: viergliedrige Fruchtfolge Winterraps (37 dt/ha) – Winterweizen (90 dt/ha) – Stoppelweizen (80 dt/ha) – Wintergerste (85 dt/ha) Ertragsniveau für Entzüge; A4: Kosten der Arbeitserledigung werden nicht berücksichtigt; A5: keine Diskontierung

3 Ergebnisse

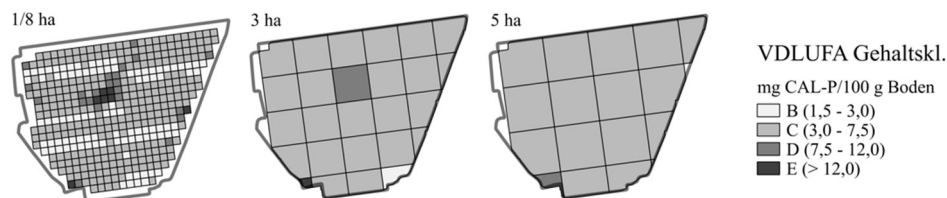


Abb. 1: Identifikation von Phosphorgehalten bei unterschiedlichen Beprobungsrastern

Die obere Abbildung demonstriert die nach der VDLUFA klassifizierten Bodengehalte von Phosphor in einem Beprobungsraster von 1/8 ha, 3 ha und 5 ha. Das kleinräumige Raster weist unterversorgte und überversorgte Teilflächen aus. Bereits bei einer Erhöhung der Rastergröße auf 3 ha wird ausschließlich eine Teilfläche mit einem erhöhten Phosphorgehalt der Gehaltsklasse (GK) „D“ aufgezeigt. Die restliche Fläche wird dementsprechend durch GK: C charakterisiert. Ab einem Raster von 5 ha können annähernd keine Divergenzen bei Phosphorgehalten ausgewiesen werden.

Die prozentuale Verteilung der Gehaltsklassen innerhalb der Versuchsfläche ergibt, dass entsprechend der kleinräumigen Bodenanalyse bis zu 23 % des Schlages mit Phosphor

unterversorgt sind. Durch die großflächigeren Analysestrukturen werden bei 3 ha > 93 % der Gesamtfläche als GK: C gekennzeichnet. Bei einer Erhöhung des Beprobungsrasters auf 5 ha steigt dieser Anteil auf annähernd 100 %.

Tabelle 1 erklärt die Auswirkungen der Rastergröße auf die Düngemenge und die Düngekosten der gesamten Versuchsfläche (53 ha ohne Randflächen). Die untere Zeile enthält die durchschnittliche Düngemenge des Phosphors und die daraus resultierenden Düngekosten gewichtet nach der Flächenverteilung in Abhängigkeit der Versorgungsstufe. Bezugnehmend auf die Analysestruktur von 1/8 ha werden 12,44 ha als unterversorgt (GK: B) identifiziert, wodurch der kalkulierte Gesamtdüngerbedarf von 3.648,35 € ausgewiesen wird, vgl. 3 ha von 140,81 € und 5 ha Raster von 0 kg. Mit Erhöhung der Rastergröße vollzieht sich eine Verschiebung zugunsten der GK: C. Die Fläche in dieser GK erhöht sich von 37,20 ha (1/8 ha), auf 49,95 ha (3 ha) und bei der größten Rastergröße auf eine Gesamtsumme von 53,10 ha (5 ha). Auf dieser Basis erfolgt ausschließlich eine Entzugsdüngung und damit wird in einigen Teilflächen zu wenig, in anderen hingegen zu viel Phosphor zugeführt. Die kleinräumige Erfassung der Nährstoffgehalte im Boden deckt an diesem Standort einen erhöhten Bedarf an Phosphor auf, um die ideale GK: C zu erreichen. Dies äußert sich in den höchsten durchschnittlichen Düngekosten bei dem 1/8 ha Raster von 209,73 €/ha für den gesamten Zeitraum einer viergliedrigen Fruchtfolge (52,43 €/ha/Jahr). Im Vergleich wird bei steigender Beprobungsrastergröße deutlich (geringere Informationsdichte), dass sich die durchschnittlich auf die Fläche ausgebrachte Phosphordüngermenge bei dem 3 ha Beprobungsraster auf 115,51 kg/ha reduziert (vgl. 1/8 ha – 127,11 kg/ha).

P	1/8 ha			3 ha			5 ha		
	Fläche	Düngemenge	Kosten	Fläche	Düngemenge	Kosten	Fläche	Düngemenge	Kosten
Klasse	ha	kg P	€	ha	kg P	€	ha	kg P	€
A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B	12,44	2211,12	3648,35	0,48	85,34	140,81	0,00	0,00	0,00
C	37,20	4406,89	7271,36	49,95	5918,42	9765,40	53,10	6291,36	10380,75
D	2,85	168,91	278,69	3,00	177,73	293,25	0,41	24,47	40,37
E	0,91	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ø/ha	127,11	209,73	115,51	190,60		118,02	194,74	

Tab. 1: Veränderung der Düngemengen und Düngekosten in Abhängigkeit der Informationsdichte

4 Diskussion

Der Versuchsstandort ist durch eine partiell heterogene Phosphorverfügbarkeit charakterisiert, die erst durch ein kleinräumiges Beprobungsraster aufgedeckt werden konnte. Ein großflächiges Raster hätte diesen Missstand nicht identifiziert, sondern die Disparitäten bei konstanter Düngung innerhalb der Fläche verschärft. Darüber hinaus äußert sich eine verminderte Phosphorverfügbarkeit in geringeren Erträgen. Erst durch eine standortoptimierte Nährstoffapplikation kann das Ertragspotenzial vollständig

ausgeschöpft werden. In einem vorherigen Beitrag wurden Ertragseffekte von durchschnittlich 13,41 €/ha bei Wintergerste, 17,92 €/ha bei Winterraps, und 18,04 €/ha bei Winterweizen durch Erreichen der idealen Phosphorversorgung (Abweichung von GK: C) für die identische Versuchsfläche dokumentiert (SOW17). Falls die bedarfsorientierte Düngung auf andere Parameter erweitert wird, wie pH oder K, können darüber hinaus weitere Mehrerträge generiert werden. Grundlage dafür ist jedoch eine hohe Informationsdichte, die erst eine optimale Applikation des Düngers ermöglicht (SOW17). Bei einem zu groß gewählten Beprobungsraster wird auf der Versuchsfläche entsprechend dem Entzug des Erntegutes gedüngt, sofern die GK: C dominiert. Jedoch bedeuten detailreiche Flächeninformationen nicht zwangsläufig Kosteneinsparungen. In Abhängigkeit des Ausgangsniveaus im Boden ist eine kurzfristig gesteigerte Düngemenge erforderlich, um das ideale Nährstoffniveau zu realisieren. Im Gegensatz kann eine hohe Beprobungsdichte auf einer überversorgten Fläche eine Vielzahl an Zonen detektieren, die eine Reduzierung der applizierten Phosphormengen rechtfertigt. Dennoch resultieren die in der Praxis üblichen Beprobungsraster in eine suboptimale P-Verteilung. Es käme bei der Düngergabe zur Über- oder Unterversorgung der jeweiligen Teilbereiche. Außerdem sind die Kosten der kleinräumigen Bodenanalyse durch steigende Erträge und einen umweltschonenden Einsatz des Düngers zu rechtfertigen. Bezugnehmend auf die Historie des Versuches ist bei der Versuchsanstellung im Jahr 2006 eine erhebliche Heterogenität bei den Phosphorgehalten dokumentiert worden (vgl. MW17). Durch eine teilflächenspezifische Applikation konnten diese Unterschiede über die Jahre bereits erheblich reduziert werden. Die bei der Bodenuntersuchung 2017 erkannten unterversorgten Zonen befinden sich deshalb in der Kontrollvariante (keine Düngung), und viele Teilflächen haben über die Jahre durch eine bedarfsorientierte Düngung die GK: C erreicht. Dennoch können erst durch eine hohe Informationsdichte Nährstoffe optimal zugeführt werden und schlussendlich wird das kulturabhängige Ertragspotenzial maximiert. Zurzeit ist eine Analyse der Makronährstoffe im Labor teuer, wodurch eine Reduktion des Beprobungsrasters zunächst nicht gerechtfertigt erscheint. Jedoch könnte eine verlässliche Sensorik (Stichwort: BonaRes – I4S) diese Detailschärfe bei Nährstoffen in Zukunft kostengünstig und kleinräumig bereitstellen.

Die Autoren danken dem BMBF und dem PTJ für die Finanzierung des Projektes.

Literaturverzeichnis

- [AM17] AMI: Düngemitteln nach Jahren; Einkaufspreise der Erzeuger ab 25 t frei Hof – Triplesuperphosphat; lose Ware. AMI 2016.
- [MW17] Marz, M.; Wagner, P.: Precision Farming – Direkte und indirekte Erhebung von Makronährstoffen. Digitale Transformation – Wege einer zukünftigen Landwirtschaft LNI 2017. S. 153-156
- [SOW17] Schulte-Ostermann, S.; Wagner, P.: Ökonomische Effekte einer bedarfsgerechten Grunddüngung. Digitale Marktplätze und Plattformen. LNI 2018. S 227-230
- [VD15] VDLUFA: Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung – Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklasse ist geboten und notwendig. VDLUFA, Speyer, 2015.