

Einfluss von Bodenart und Flächenheterogenität auf Boden pH, Pflanzenertrag und finanziellen Gewinn – Ergebnisse von Modellrechnungen für die teilflächendifferenzierte Kalkdüngung

Jörg Rühlmann¹

Abstract: Die teilflächendifferenzierte Kenntnis von Bodengruppe und pH-Wert in Kombination mit einer teilflächendifferenzierten CaO-Applikation entspricht einer konsequent standortangepassten Kalkung - sie führte bei annähernd gleichem CaO-Aufwand zu einem mittleren Mehrgewinn gegenüber der ganzflächig einheitlichen Bewirtschaftung von 34 €/ha/Jahr. Deutlich geringer (13 €/ha/Jahr) fällt dieser Mehrgewinn aus, wenn die Bodengruppe nicht teilflächendifferenziert, sondern im Schlagmittel in die Düngungsberechnung eingeht. Die ganzflächig einheitliche Bewirtschaftung führte z.T. zur extremen Überversorgung der sandigen und einer leichten, jedoch auch ertragswirksamen Unterversorgung der lehmig/tonigen Teilflächen.

Keywords: Bodenheterogenität, Ertrag, Gewinn, Kalkung, Modellrechnung, pH-Wert, Precision Farming

1 Einleitung

Der Einstieg in Precision Farming erfolgt in vielen Betrieben über die teilflächendifferenzierte Kalkung und Grunddüngung. Häufig mangelt es in der Praxis jedoch an räumlich hochaufgelösten Informationen (z.B. an digitalen Bodenkarten), die eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für kleinräumig standortangepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen darstellen. Die Unterschiede in der Verfügbarkeit von teilflächendifferenzierten Bodeninformationen reichen von nicht vorhanden (ganzflächig einheitliche Kalkung) über teilflächendifferenzierte pH-Beprobung bis hin zu teilflächendifferenzierten Informationen bezüglich pH-Klasse und Bodenart. Diese drei Situationen dienen als Ausgangspunkt für Modellrechnungen, mittels derer Einflüsse von Unterschieden in der Flächenheterogenität (variierte Flächenanteile von drei verschiedenen Bodengruppen an der Gesamtfläche) und den pH-Klassen zu Simulationsbeginn über einen Zeitraum von 20 Rotationen geprüft wurden.

¹ Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Abt. Pflanzenernährung, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, ruehlmann@igzev.de

2 Methode

2.1 Entscheidungsregeln für die Kalkdüngung

Folgende Grundlagen für die nachfolgend beschriebenen Modellrechnungen zur Kalkdüngung von Ackerböden wurden einem Tabellenwerk entnommen [vW08], das der fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung dient:

- Definition von pH-Wert-Klassen zur Bewertung von pH- Bodenuntersuchungsergebnissen in Abhängigkeit von Bodengruppe und Humusgehalt
- Kalkdüngungsbedarf in Abhängigkeit von Bodengruppe, Humusgehalt und pH-Bodenuntersuchungsergebnis
- Zu applizierende CaO-Höchstmenge in Abhängigkeit von der Bodengruppe.

2.2 Düngungsstrategien

Entsprechend der in der Praxis vorzufindenden Unterschiede im räumlichen Bezug für die Bemessungsgrundlagen der Kalkdüngung wurden folgende Precision Farming Intensitätsstufen (PFI) definiert:

	PFI0	PFI1	PFI2
Bodengruppe und Humusgehalt	Schlagmittel	Schlagmittel	Teilfläche
pH-Bodenuntersuchung	Schlagmittel	Teilfläche	Teilfläche
CaO Applikation	Ganzflächig einheitlich	Teilflächen-differenziert	Teilflächen-differenziert

Tab. 1: Räumlicher Bezug für die Bemessungsgrundlagen der Kalkdüngung und für die CaO Applikation, unterteilt nach Precision Farming Intensitätsstufen (PFI).

2.3 Modell und Input Daten

Die Kalkulationen wurden mittels eines Excel-basierten Modells umgesetzt, das den Kalkbedarf eines Ackerschlag zum Erreichen der pH-Klasse C (anzustreben, optimal) berechnet. Es wurde angenommen, dass der Ackerschlag in Teilflächen unterteilt ist. Alle Teilflächen lassen sich in drei unterschiedliche Teilflächengruppen (TFG) einordnen. Die TFG1 wurde durch Böden der Bodengruppe 2 (BG2), die TFG2 durch Böden der BG3 und die TFG3 durch Böden der BG4 gebildet – jeweils mit $\leq 4\%$ Humusgehalt. Um Schläge mit unterschiedlicher Bodenheterogenität zu simulieren, wurden die Flächenanteile der drei TFG jeweils wie folgt variiert: 80:10:10, 60:20:20 und 40:30:30 – insgesamt also 27 Kombinationen.

Für die Simulation wurden drei unterschiedliche pH-Klassen als Startstatus gesetzt: A = sehr niedrig, B = niedrig, C = anzustreben, optimal. Da jede TFG mit jeder pH-Klasse kombiniert wurde, ergaben sich weitere 27 Kombinationen.

Um die unterschiedliche pH-Wirkung auf den Pflanzenertrag zu berücksichtigen, wurden die Modellrechnungen mit zwei Pflanzenartengruppen durchgeführt – mit niedrigem und mit hohem Kalkbedarf. Die beiden Gruppen unterscheiden sich durch die Höhe der Ertragseinbußen bei nicht optimaler Kalkversorgung [Ke93], [KM07].

Weiterhin wurde der Zeitfaktor berücksichtigt. Jede Kalkapplikation bezog sich auf den Zeitraum einer pflanzenbaulichen Rotation von 4 Jahren. Die für das Rotationsende kalkulierten pH-Werte wurden als Startwerte für die folgende übernommen – für insgesamt 20 Rotationen. Somit ergab sich eine Gesamtanzahl an berechneten Kombinationen von 29160 ($27 \cdot 27 \cdot 2 \cdot 20$).

Für die ökonomische Betrachtung galten folgende Rahmenbedingungen: Die Zielderträge für BG2, BG3 und BG4 wurden auf 55, 70 bzw. 85 dt/ha gesetzt. Ein Dezitonne (Getreide-) Ertrag wurde mit 15 € Verkaufserlös und der Kalkdünger mit Kosten von 5 €/dt CaO bemessen. Der ausgewiesene Gewinn berechnet sich aus Erlös minus Kosten.

3 Ergebnisse und Fazit

Die Bodengruppen 2, 3 und 4 unterscheiden sich in ihrem optimalen pH-Wert (Abb. 1) und in dem damit verbundenen Aufwand an Kalk. Erfolgt die Bestimmung des pH-

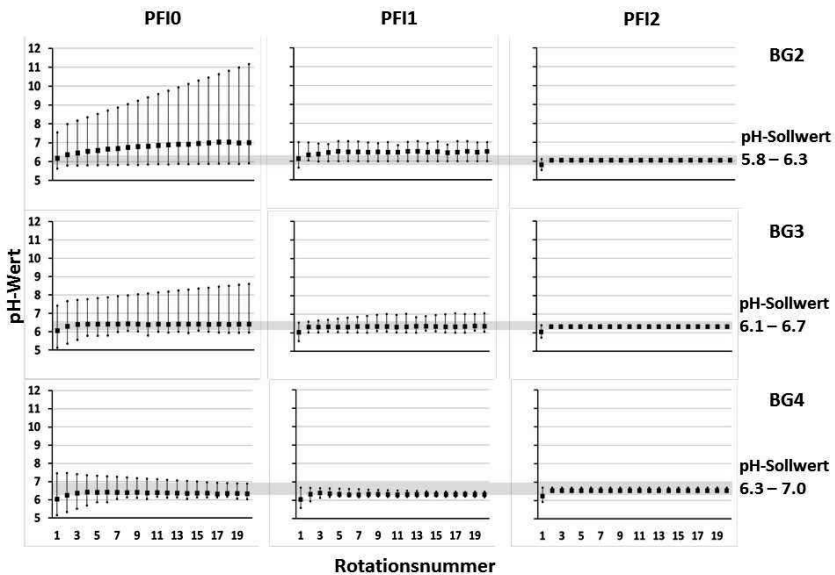


Abb. 1: Zeitliche Entwicklung der pH-Werte (Mittel, Min, Max) unterteilt nach Precision Farming Intensitätsstufe (PFI) und Bodengruppe (BG). (Grauer Balken = pH-Klasse C)

Sollwertes (Klasse C) im Mittel des Schlages (PFI0 und PFI1), wird auf BG2 (gering gepuffert) zu viel Kalk gedüngt – z.T. steigen die pH-Werte sehr stark an und weisen eine sehr hohe Streuung auf. Auf BG4 wird zu wenig Kalk gedüngt – die pH-Werte sinken, jedoch langsam auf Grund der besseren Pufferung. Die teilflächendifferenzierte Bodenbeprobung und CaO Applikation (PFI1) mindern diese Effekte deutlich gegenüber PFI0.

Bezüglich der Flächenanteile der drei TFG wurde festgestellt, dass mit Zunahme des Flächenanteils einer BG deren Ziel-pH-Wert immer besser erreicht wurde (Zunahme seines Gewichtes bei der Mittelwertbildung). Im Umkehrschluss: Kleine Anteile der TFG führten zu deutlicher CaO-Übersorgung der Flächenanteile mit BG2 (da nach dem höheren pH-Sollwert für BG3 berechnet) bzw. leichter, aber z.T. ertragswirksamer CaO-Unterversorgung derer mit BG4 (hier: pH-Sollwert BG4 > pH-Sollwert BG3).

An die nicht optimalen pH-Werte waren folgende mittleren Ertragseinbußen im Vergleich zum Ertrag bei optimalem pH-Wert gekoppelt:

- für PFI0: 3.6% (= 38 €/ha/Jahr Mindererlös)
- für PFI1: 2.4% (= 25 €/ha/Jahr Mindererlös)

Für kleine Flächenanteile fielen diese Ertragseinbußen deutlich höher aus. Bei 10% Flächenanteil von BG2 in PFI0 betragen die Ertragseinbußen im Maximum 8%, einem Mindererlös von 66 €/ha/Jahr entsprechend.

Die höchsten Gewinne wurden in PFI2 erzielt. Die teilflächendifferenzierte Kenntnis von Bodengruppe und pH-Wert in Kombination mit einer teilflächendifferenzierten CaO-Applikation entspricht einer konsequent standortangepassten Kalkung - sie führte bei annähernd gleichem CaO-Aufwand zu einem mittleren Mehrgewinn gegenüber PFI0 von 34 €/ha/Jahr. Deutlich geringer fiel der mittlere Mehrgewinn von PFI1 gegenüber PFI0 aus: 13 €/ha/Jahr - als Ergebnis eines knapp 10% geringeren CaO-Aufwandes und der o.g. mittleren Ertragseinbußen von 2.4%.

Literaturverzeichnis

- [Ke93] Kerschberger, M: Mittlere Ertragseinbußen durch unzureichende Kalkung. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 30, 1993.
- [KM07] Kerschberger, M.; Marks, G.: Nährstoffe und Bodenreaktion. Neue Landwirtschaft 1, S. 43-44, 2007.
- [vW08] von Wulffen, U.; Roschke, M.; Kape, H.-P.: Kalkversorgung – pH-Wert. In (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Land Brandenburg, Hrsg.): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV), LVLf, S. 11-20, 2008.