

Ergebnisse von Streifenversuchen zur Untersuchung unterschiedlicher N-Düngungsstrategien im Precision Farming

FRANZ-XAVER MAIDL, JOSEF SCHÄCHTL UND GEORG HUBER; TUM-WEIHENSTEPHAN

Abstract

In the Tertiärhügelland (Upper Bavaria) the spatial variability of soil, relief and climate results in different crop growth. Under this conditions field trials with wheat, corn and potato have been employed to develop site specific crop management strategies.

1 Einführung

Eine Vielzahl von Ackerschlägen zeichnet sich durch eine mehr oder weniger große Heterogenität der Böden aus (MAIDL et al., 1999). Eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung ermöglicht die kleinräumige Zuteilung der Betriebsmittel entsprechend den Standortbedingungen und dem jeweiligen Ertragspotential. Dies ermöglicht eine effizientere Pflanzenproduktion und ermöglicht eine weitere Entlastung der Umwelt.

Die Durchführung der Düngung im Precision Farming ist nach drei verschiedenen Strategien möglich (AUERNHAMMER, 1999). Beim Mapping-Ansatz werden die Teilflächen aufbauend auf langjährigen Ertragsdaten und dem daraus resultierenden Nährstoffentzug unterschiedlich gedüngt. Beim Online-Ansatz erfolgt die Düngerzuteilung entsprechend dem aktuellen Ernährungsstatus der Pflanzen. Beim Verfahren Online mit Mapping-Overlay wird neben dem Ertragspotential zusätzlich die aktuelle Pflanzensituation erfasst und die Düngung nach beiden Parametern ausgerichtet.

Zur schnellen Erfassung der Heterogenität des aktuellen Ernährungszustands der Pflanzen sind einerseits berührungslos arbeitende Sensoren erforderlich. Zum anderen gilt es Düngerverfahren zu erarbeiten, welche auf dem Ernährungsstatus der Pflanzen aufbauen. Zur Erarbeitung und Testung von Düngestrategien im Precision-farming werden großflächige Streifenversuche auf heterogenen Schlägen benötigt. Nachfolgend soll über entsprechende Versuche zu Weizen, Kartoffeln und Mais berichtet werden.

2 Material und Methoden

Im Jahr 1999 wurden auf vier heterogenen Schlägen der Versuchsstation Kloostergut Scheyern im Tertiären Hügelland, ca. 40 km nördlich von München, entsprechende Streifenversuche durchgeführt. Die untersuchten Kulturen waren Winter- und Sommerweizen, sowie Mais und Kartoffeln.

Bei Winter- und Sommerweizen wurden drei unterschiedliche N-Düngungsverfahren getestet: schlageinheitliche N-Düngung (Variante 1), N-Düngung nach System Mapping (Variante 2) und Online mit Mapping-Overlay (Variante 3). Ein Düngestreifen war stets 7,5 m breit und erstreckte sich über die gesamte Schlaglänge. Die Einteilung der Schläge in Hoch- bzw. Niedrigertragsbereiche erfolgte aufgrund dreijähriger Ertragsdaten. Bei Variante 1 und 2 orientierte sich die N-Düngung am Entzug, während in Variante 3 die N-Düngung anlehnd an von FISCHBECK et al. (1993) und DIEPOLDER (1994) entwickelte Sollwerte der Bestandesentwicklung ausgerichtet wurde.

Zu Kartoffeln und Mais sollten N-Düngestrategien erarbeitet werden. Es wurden bei Kartoffeln unterschiedliche Düngungsstufen (30, 60 und 90 kg N/ha) streifenweise einheitlich über die verschiedenen Ertragsbereiche variiert. Beim Mais wurde neben der Düngermenge (125, 150 und 175 kg N/ha) die Saatstärke angepasst (7,5 und 10 Körner/m²).

In ausgewählten Teilstücken innerhalb der Streifen wurde während der Vegetationsperiode das Pflanzenwachstum, die Nährstoffaufnahme und die Ertragsbildung erfasst. Die mehrfache

Wiederholung von Parzellen mit analoger Düngung und identischem Ertragsbereich ermöglichte die statistische Auswertung der Ergebnisse.

3 Ergebnisse

Winterweizen

Die teilflächenspezifische N-Düngung basierend auf den Vorjahreserträgen (Var. 2) ergab gleiche Erträge wie die flächeneinheitliche Düngung (Tab. 1). Durch die insgesamt niedrigere Düngermenge konnte jedoch die N-Effizienz im Niedrigertragsbereich von 35 kg Korn/kg N auf 41 kg Korn/kg N gesteigert werden. Gleiches galt für den Hohertragsbereich bei Berücksichtigung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) des Standortes (Var. 3). Die Ertragssteigerung bei geringerer Düngermenge im Niedrigertragsbereich (Var. 2 im Vergleich zu Var. 1) resultierte aus einer höheren Kornzahl/Ähre bei gesteigertem Tausendkorngewicht (TKG) und geringerer Bestandesdichte. Die differenzierte Düngung der Hohertragsbereiche in Variante 3 führte zu deutlichen Unterschieden in der Bestandesdichte (Tab. 1). Die geringere Ertragsleistung bei niedriger nFK (Var. 3) ergab sich durch eine verringerte Bestandesdichte, die durch höhere Kornzahlen pro Ähre nicht mehr kompensiert wurde. Diese führten gleichzeitig zu einer deutlichen Unterscheidung zum Niedrigertragsbereich, der neben einer geringeren Bestandesdichte niedrigere Kornzahlen pro Ähre entwickelte. Die insgesamt höhere Ertragsleistung und verbesserte N-Effizienz von Variante 3 (Online mit Mapping-Overlay) unterstreicht die Möglichkeit der Umweltentlastung bei gleichzeitiger Ertragssteigerung durch Einsatz dieser neuen Technologie.

Tab. 1: Ertrag, Ertragsstruktur und N-Effizienz des Winterweizens auf dem Schlag A16 bei den drei Düngungsvarianten (Mittelwerte, Standardabweichung in Klammern)

A16	Ertragsbereich	Ertrag [dt/ha]	Bestandesdichte [Ähren/m ²]	TKG ² [g]	Kz /Ähre ³	N-Effizienz [kg Korn/kg N]
Variante 1: Flächeneinheitlich	Hohertrag	70,1 (6,2)	390	36,5	50,1	40,0 (3,5)
	Niedrigertrag	62,0 (7,5)	401	34,5	45,2	35,4 (4,3)
Variante 2: Mapping	Hohertrag	70,1 (5,9)	397	36,1	50,5	36,0 (3,0)
	Niedrigertrag	63,3 (9,4)	368	36,0	48,0	40,8 (6,3)
Variante 3: Online mit Mapping-Overlay	Hohertrag + hohe nFK ¹	75,1 (1,8)	442	36,7	46,3	38,5 (0,9)
	Hohertrag + niedrige nFK ¹	68,5 (5,8)	383	35,7	50,8	39,2 (3,3)
	Niedrigertrag	63,3 (9,9)	368	36,0	48,0	40,8 (6,5)

1 nFK = nutzbare Feldkapazität; 2 TKG = Tausendkorngewicht; 3 Kz = Kornzahl/Ähre

Sommerweizen

Bei einheitlicher Düngung wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 73,6 dt/ha bei einer N-Effizienz von 40,9 kg Korn/kg N erreicht. Die Anpassung der N-Düngung entsprechend der Ertragskartierung (Mapping) führte zu einer Zunahme der N-Effizienz bei im Durchschnitt gleichen Erträgen (Tab. 2), d.h. der gleiche Ertrag wurde mit weniger N-Dünger erreicht. In Variante 3 gelang durch Berücksichtigung des Bestandeswachstums bei einer entsprechend angepassten N-Düngung eine weitere Ertragssteigerung gegenüber Variante 2. Fruchtbare Teilschläge lieferten höhere Bestandesdichten und gesteigerte Kornzahlen pro Ähre im Vergleich zu Niedrigertragsbereichen, was zu höheren Erträgen führte und damit das durch Mapping bestimmte teilschlagspezifische Ertragspotential bestätigte.

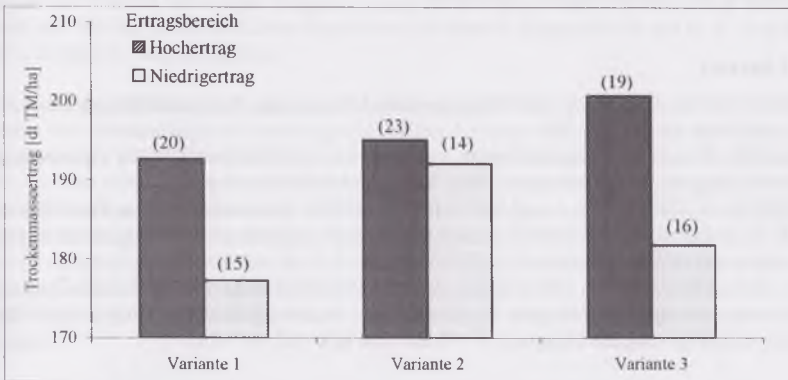
Tab. 2: Ertrag, Ertragsstruktur und N-Effizienz des Sommerweizens auf dem Schlag A18 bei den drei Düngungsvarianten (Erläuterung der Abkürzungen siehe Tabelle 1; Mittelwerte; Standardabweichung in Klammern)

A18	Ertragsbereich	Ertrag [dt/ha]	Bestandesdichte [Ähren/m ²]	TKG [g]	Kz /Ähre	N-Effizienz [kg Korn/kg N]
Variante 1: Flächen-einheitlich	Gesamt	73,6 (7,3)	550	36,5	37,1	40,9 (4,0)
	Hochertrag	79,0 (1,5)	565	36,5	38,5	43,9 (0,8)
Variante 2: Mapping	Niedrigertrag	68,1 (4,0)	520	37,0	36,5	48,6 (2,9)
	Hochertrag	77,3 (2,0)	585	36,3	36,6	40,7 (1,0)
Variante 3: Online mit Mapping-Overlay	Niedrigertrag	71,0 (1,8)	560	37,0	34,4	41,8 (1,0)

Silomais

Bei gleichbleibender Düngung ergab sich durch die Anpassung der Saatstärke an das jeweilige Ertragspotential ein höherer Trockenmasseertrag zur Siloreife (Abb. 1). Die geringere Saatstärke ermöglichte im Niedrigertragsbereich die Ausbildung kräftigerer Pflanzen. Bei gleichzeitiger Reduzierung von Pflanzenzahl und N-Menge im Niedrigertragsbereich ergab sich bei ähnlichem Ertrag eine verbesserte N-Effizienz von 145 kg TM/kg N (Var. 3) gegenüber 128 kg TM/kg N (Var. 2). Die Erhöhung der Düngungsmenge im Hochertragsbereich führte zu einer Steigerung im Trockenmasseertrag.

Abb. 1: Trockenmasseerträge des Silomais zur Siloreife abhängig von Ertragsbereich und unterschiedlicher Bestandesführungsvariante auf dem Schlag A17 (Mittelwerte; Standardabweichung in Klammern)

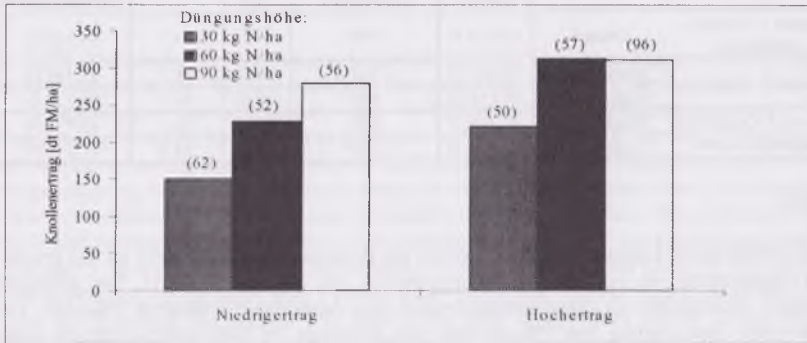


Kartoffeln

Durch das relativ nasse Frühjahr 1999 bestätigten sich die geringen Bodenansprüche der Kartoffel und die Bedeutung von Stickstoff zur Ausschöpfung des Ertragspotentials bei Kartoffeln. Im Niedrigertragsbereich erwies sich die N-Düngung aufgrund geringer Boden-N-Nachlieferung als besonders ertragswirksam, während im Hochertragsbereich durch die Erhöhung der N-Düngermenge von 60 kg N/ha auf 90 kg N/ha keine Ertragssteigerung mehr erzielt werden konnte (Abb. 2). Aufgrund anderer Standortansprüche der Kartoffel im Vergleich

zu Weizen und Mais ist die Bildung von Teilschlägen bei der Kartoffel, aufbauend auf das Wachstum von Weizen und Mais der Vorjahre, unzulässig.

Abb. 2: Knollenfrischmasseerträge zur Abreife abhängig von Ertragsbereich und unterschiedlicher Düngungshöhe auf dem Schlag A20 (Mittelwerte: Standardabweichung in Klammern)



4 Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse lassen bei Weizen wie auch bei Mais und Kartoffeln die Vorteilhaftigkeit einer teilschlagbezogenen Bewirtschaftung erkennen. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der N-Effizienz. Bei allen untersuchten Kulturen ist es sinnvoll die N-Düngung (Menge und Verteilung) teilschlagspezifisch anzupassen. Bei Mais zeigt sich zusätzlich die Notwendigkeit der Optimierung der Saatstärke.

5 Literatur

- AUERNHAMMER, H. (1999): Informationssystem kleinräumige Bestandesführung Dürnast. Landtechnik 54 (4), 214-215.
- DIEPOLDER, M. (1994): Untersuchungen zur Ableitung von Richtlinien für die Optimierung der N-Düngung zu Winterweizen. Diss. TU München-Weihenstephan.
- FISCHBECK, G., DENNERT, J. und MÜLLER, R. (1993): Untersuchungen zur Optimierung der N-Aufnahme von Winterweizenbeständen durch ergänzende Düngungsmaßnahmen. J. Agronomy Crop & Science 171, 82-95.
- MAIDL, F. X., BRUNNER, R., STICKSEL, E. und FISCHBECK, G. (1999): Ursachen kleinräumiger Ertragsschwankungen im bayerischen Tertiärhügelland und Folgerungen für eine teilschlagbezogene Düngung. Z. Pfl.ern. und Bdk 162, 337-342.