

Detlef Ehlert und Johannes Schmerler, Potsdam-Bornim

Teilflächenspezifische Applikation von Stickstoffdünger in Echtzeit

Zur erfolgreichen Einführung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung können Sensoren entscheidende Beiträge leisten. Mit einem mechanischen Sensor in Form eines physikalischen Pendels ist es möglich, indirekt die Pflanzenmasse in stehenden Beständen zu ermitteln. Durch den Einsatz dieses Sensors in Kombination mit einem Traktor und Zentrifugaldüngerstreuer zur Bemessung später Stickstoffgaben können die Effizienz der Düngung erhöht und die Umwelt entlastet werden. Um entstehende Effekte nachzuweisen, wird ein in Streifen angelegter Großparzellenversuch beschrieben und das Ergebnis hinsichtlich des Düngeraufwandes und des Kornertrages vorgestellt.

Dr.-Ing. Detlef Ehlert ist Leiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske), e-mail: dehlert@atb-potsdam.de
Dr.-agr. Johannes Schmerler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der gleichen Abteilung.

Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Stickstoffdüngung, Sensor, Streifenversuch

Keywords

Site specific farming, nitrogen fertilisation, sensor, strip experiments

Literaturhinweise sind unter LT 01202 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Die Entwicklung des Verfahrens der teilflächenspezifischen Düngung einschließlich der erforderlichen Technikkomponenten als ein Hauptbestandteil der rechnergestützten Landbewirtschaftung ist Ziel umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Gegenwärtig gibt es unterschiedliche Düngungsstrategien, deren Vor- und Nachteile intensiv untersucht und diskutiert werden.

Von besonderem Interesse ist die Stickstoffdüngung, da durch sie bei der Getreideproduktion wesentlich die Ertragshöhe und Qualität bestimmt werden. Für die landwirtschaftliche Praxis werden teilflächenspezifische Düngungsmethoden benötigt, die einfach handhabbar sind und geringe Kosten für Technik und Arbeitskräfte verursachen. Zur Erfüllung dieser Grundforderungen besitzen sensorgestützte Lösungen zur Stickstoffdüngung in Echtzeit sehr gute Voraussetzungen. Als eine auf dem Landmaschinenmarkt bereits dazu verfügbare Lösung ist der Hydro-N Sensor [1] zu nennen, der hier nicht näher behandelt werden soll. In diesem Beitrag wird eine am Institut für Agrartechnik Bornim (ATB) entwickelte Methode zur sensorgestützten teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung vorgestellt, die für späte Gaben anwendbar sein soll.

Versuchsdurchführung

In der Vegetationsperiode 2000 wurde erstmalig in einem Praxisbetrieb (Nuthequelle Niedergörsdorf) auf einer Gesamtfläche von 50 ha die dritte teilflächenspezifische Gabe von Stickstoffdünger in Winterweizen (Sorte Batis) am 22. Mai 2000 erprobt. Die Ackerzahlen variierten auf der Versuchs-

fläche von 29 bis 58. Nach der Vorfrucht Winterweizen erfolgten zuvor zwei einheitliche Düngergaben mit insgesamt 125 kgN/ha. Das Ziel dieses technologischen Großversuches bestand darin, die Höhe der dritten Stickstoffgabe differenziert nach gewachsener Pflanzenmasse im Vegetationsstadium BBCH 55 bis 59 zu verabreichen. Die Bemessung der teilflächenspezifischen Düngermenge erfolgte in der Weise, dass bei maximaler Bestandesentwicklung 250 kg/ha Kalkammonsalpeter (KAS, 27% N) ausgebracht wurden. Bei geringerer Bestandesentwicklung wurde die Düngermenge proportional reduziert. Diese Form der Düngerbemessung berücksichtigt die Standortbedingungen, die häufig durch Wassermangel im Boden geprägt sind. Da Nährstoffe von den Pflanzenwurzeln nur in gelöster Form aufgenommen werden können, würde die Düngung zu Getreide in diesem Vegetationsstadium unter Trockenstress keinen pflanzenbaulichen Effekt mehr erzielen, sondern nur zu unnötigen ökonomischen und ökologischen Belastungen führen.

Um den Effekt der teilflächenspezifischen dritten Stickstoffgabe ermitteln zu können, wurden im Wechsel einheitlich und teilflächenspezifisch gedüngte Streifen in Form von Großparzellen in vier Wiederholungen angelegt. Die zum Vergleich mit Hydro N-Tester bestimmte und einheitlich applizierte Düngermenge betrug 197 KAS/ha. Um zu klären, ob sich die unterschiedlichen Düngungsmethoden noch auf das vegetative Pflanzenwachstum auswirken, wurde am 22. Juni 2000 im Stadium BBCH 69...75 die Versuchsfläche mit in der Fachliteratur beschriebenen Pendelsensoren [2] durchfahren, die unterschiedliche Konstruktionspara-

Tab. 1: Einfluss teilflächenspezifischer Stickstoffdüngung (3. N-Gabe) mit Pendelsensor auf Stickstoffaufwand und Kornertrag

Table 1: Influence of site specific nitrogen fertilising (3rd N-application) with pendulum sensor on nitrogen amount and yield

	Einheit	3. N-Gabe	
		teilflächenspez.	einheitlich
Versuchsfläche	ha	13,2	13,2
Parzellengröße	ha	3,3	3,3
Wiederholungen	-	4	4
Kalkammonsalpeter	kg/ha	178 (25...225)	197
Stickstoff	kg/ha	48 (7...62)	53
Kornertrag	dt/ha ¹⁾	27,6 (23,9 ...31,6)	26,5 (24,6...28,4)
Kerndrusch	ha/Parzelle	1,3	1,3

(Streifenversuch: Winterweizen, Sorte Batis, Niedergörsdorf/Fläming, 22. Mai 2000) ¹⁾ 14 % Feuchte

Tab. 2: Vergleich der gemessenen Pendelwinkel

Table 2: Comparison of measured pendulum angles

	mittlerer Pendelwinkel (°)	
	teilflächenspez.	einheitlich
Pendel 1	44,18	44,13
Pendel 2	32,80	32,45
Pendel 1+2	38,49	38,29

(Streifenversuch: Winterweizen, Sorte Batis, Niedergörsdorf/Fläming, 22. Juni 2000)

meter besaßen. Die Ermittlung des Kornertrags erfolgte auf einer Brückenwaage nach dem Kerndrusch von etwa 40% der jeweiligen Parzellenflächen, um Randeinflüsse zu vermeiden. Zusätzlich dienten Daten der Ertragskartierung der eingesetzten Mähdrescher zur Ergebniskontrolle.

Zur Untersuchung des Einflusses der differenzierten Düngung auf die Kornqualität wurden an 28 Punkten manuell Kornproben entnommen und anschließend im Labor der Rohproteingehalt, der Sedimentationswert, die Fallzahl und das Tausendkorngewicht bestimmt.

Eingesetzte Technik

Der verwendete Sensor stellt ein physikalisches Pendel dar, das beim Durchfahren eines Pflanzenbestandes infolge des zu überwindenden Widerstands ausgelenkt wird [2]. In vorausgegangenen Untersuchungen wurden umfangreiche Daten über die funktionellen Zusammenhänge von Pflanzenmassen bei Getreide und entstehenden Pendelwinkeln für verschiedene Pendelparameter gewonnen. Bei günstigen Pendelparametern können für diese funktionellen Beziehungen Bestimmtheitsmaße in der Größenordnung von $R^2 = 0,9$ erreicht werden. In den durchgeführten Düngungsversuchen kam ein Pendel mit den Parametern Drehpunkthöhe 1,30 m; Pendellänge 1,05 m; Pendelmasse 1,279 kg; Pendelbreite 0,96 m zur Anwendung.

Tab. 3: Einfluss teilflächenspezifischer Stickstoffdüngung (3. N-Gabe) auf die Kornqualität

Table 3: Influence of site specific nitrogen fertilising (3rd N-application) on grain quality

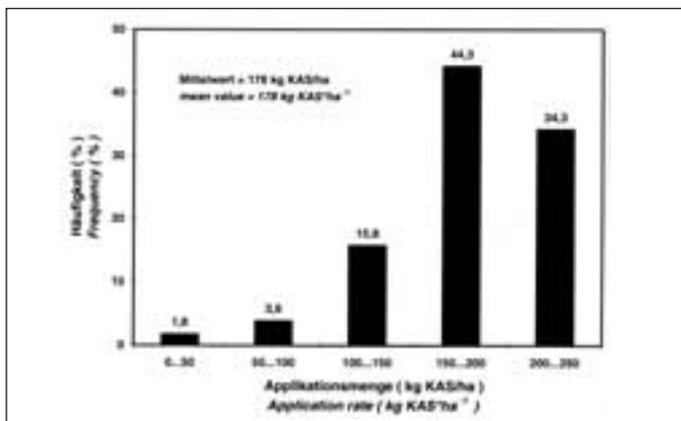
Stickstoffaufwand kg N/ha	Probenahmepunkte	Kornqualität			
		Rohprotein %	Sedimentationswert ml	Fallzahl s	TKM ¹⁾ g
62	10	12,9	37,4	237	41,9
48	7	13,2	38,5	241	41,2
34	2	13,4	39,8	290	36,3
20	4	13,0	36,9	245	37,2
7	5	13,4	40,0	280	36,9

(Streifenversuch: Winterweizen, Sorte Batis, Niedergörsdorf/Fläming, 22. Juni 2000)

1) Tausendkornmasse

Bild 1: Häufigkeitsverteilung der teilflächenspezifisch ausgebrachten Düngermengen

Fig. 1: Frequency distribution of site specific fertiliser rate



Der im Frontbereich eines Traktors angebrachte Pendelsensor lieferte während der Durchfahrt durch den Getreidebestand Messwerte für den Pendelwinkel, der die Grundlage für die Bemessung der Düngermenge bildete.

Zur Ausbringung des Mineraldüngers wurde ein Anbau-Zentrifugaldüngerstreuer von Amazone (ZAM MAX-tronic) mit 18 m Arbeitsbreite verwendet. Als Bordcomputer diente ein ACT der Fa. agrocom., der auf der Grundlage des Landwirtschaftlichen Bussystems (LBS) arbeitet und der mit der eingesetzten DGPS-Ortungstechnik kompatibel ist. Um die vom Pendelsensor gelieferten Messwerte in Applikationsanweisungen umsetzen zu können, wurde von der Fa. Müller-Elektronik zusätzlich ein Jobrechner konfiguriert.

Versuchsergebnisse

Durch den Einsatz des Pendelsensors zur dritten Stickstoffgabe konnten auf den teilflächenspezifisch gedüngten Streifen gegenüber den einheitlich gedüngten 19 kg/ha Kalkammonsalpeter eingespart werden (Tab. 1). Diese Einsparung von etwa 10% resultiert aus der Verteilung der teilflächenspezifisch ausgebrachten Düngermengen (Bild 1). Obwohl in wüchsigen Bereichen die Maximalmenge mit bis zu 250 kg/ha deutlich über der einheitlichen Applikationsmenge von 197 kg/ha lag, konnte in den schwachen Beständen erheblich Dünger eingespart werden.

Auf das vegetative Pflanzenwachstum hatte diese späte Düngung offensichtlich keinen Einfluss mehr. Die Durchfahrt mit den beiden Pendelsensoren ergab für die vier teilflächenspezifisch gedüngten Streifen einen Mittelwert des gemessenen Pendelwinkels von 38,49° und für die einheitlich gedüngten einen Mittelwert von 38,29° (Tab. 2). Infolge der statistisch nicht gesicherten Mittelwertdifferenz von nur 0,5% ist davon auszugehen, dass Unterschiede im vegetativen Pflanzenwachstum durch die angewendeten Düngungsmethoden nicht eintraten. Weiterhin ist diese geringe Differenz als Bestätigung der Repräsentativität der Versuchsanlage zu werten.

Hinsichtlich des Kornertrags wirkte sich die um 10% reduzierte Düngermenge nicht negativ aus. Diese Aussage kann mit den ermittelten Erntemengen, die nach Auswiegen der geernteten Körner auf den jeweils vier Streifen teilflächenspezifisch im Mittel um 1,1 dt höher war, belegt werden (Tab. 1). Die Ertragsanzeigen in den verwendeten Mähdreschern bestätigten das Ergebnis mit einer etwas höher ausgewiesenen Differenz von 1,8 dt/ha.

Hinsichtlich der Kornqualität (Tab. 3) konnten trotz der verschiedenen Düngungsniveaus von 7 bis 62 kg N/ha an den 28 Probenpunkten keine wesentlichen Unterschiede nachgewiesen werden. Bei Rohprotein, Sedimentationswert und Fallzahl ist bei niedrigem Stickstoffeinsatz sogar eine geringfügige Qualitätsverbesserung zu erkennen. Dieser nicht erwartete Effekt ist positiv zu bewerten, da eine Qualitätsverschlechterung infolge des reduzierten Düngeraufwands die Berechtigung einer teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung in Frage stellen würde. Lediglich die Tausendkornmasse reduzierte sich mit abnehmendem Stickstoffaufwand.

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse unterlagen im Jahr 2000 spezifischen Standort- und Witterungsbedingungen (kein Niederschlag in den Monaten Mai und Juni). Zur Absicherung verallgemeinerungsfähiger Aussagen sind weitere Untersuchungen in den nächsten Jahren erforderlich.