

Hans-Werner Griepentrog, Kiel

## Teilflächenspezifische Düngung

### Erfahrungen und Ergebnisse

**Die teilflächenspezifische Düngung erscheint für ostholsteinische Schläge besonders sinnvoll, da hier die Bedingungen innerhalb der Schläge sehr stark variieren. Im Rahmen eines Projektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) wurden auf typischen Schlägen differenzierende Düngungen und Ertragsermittlungen durchgeführt. Der sehr praxisorientierte Einsatz zeigte – wie zu erwarten war – Probleme bei der Durchführung der Düngung und Ertragskartierung, insbesondere in der Anlage von Applikationskarten, die nach bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Kriterien auszurichten sind.**

Im Rahmen der teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion werden bereits Techniken zur Ausbringung von Düngemitteln an einigen Forschungsinstituten in Zusammenarbeit mit praktischen Landwirten erprobt. Um mit diesem neuen Verfahren vertraut zu werden, ist sicherlich die Anwendung der Stickstoffdüngung weniger geeignet, da es infolge von zunächst unvermeidbaren Betriebsstörungen zu Fehldüngungen und dadurch zu Ertragsseinbußen des in der Regel hoch wirksamen Düngers kommen kann. Andererseits ist es aufgrund des vermuteten Einsparungspotentials – das durch den Einsatz dieser Technik ausgeschöpft werden soll – besonders interessant, sich mit dieser Düngung zu beschäftigen. Ein sinnvollerer Einstieg in die Vorgehensweise der teilflächenspezifischen Düngung ist sicherlich die Grunddüngung oder die Kalkung.

Zu prüfen bleibt, ob nach Anwendung dieses Verfahrens neben ökonomischen Vorteilen auch positive Wirkungen auf den Umweltschutz zu verzeichnen sind. Insgesamt wird angestrebt, den Wirkungsgrad Ertrag zu Aufwand zu verbessern und Verluste zu minimieren. Voraussetzung hierfür ist, daß es gelingt, sowohl

technische als auch pflanzenbauliche und bodenkundliche Strategien miteinander zu verbinden.

#### Parameter der Bestandesführung

Die pflanzenbauliche Bestandesführung baut hinsichtlich der N-Düngung hauptsächlich auf Daten der Pflanzendichte, Bestockung, Entwicklungsstadien der Pflanzen und der allgemeinen Versorgung auf, um dann sorten- und witterungsabhängig die erforderlichen Teilgaben nach Zeitpunkt und Menge zu bestimmen.

Ein Problem stellt dabei die Bonitur eines differenzierend zu düngenden Pflanzenbestandes nach diesen Parametern dar, wenn davon auszugehen ist, daß der Bestand zunächst heterogen ist, also die Parameter von Teilfläche zu Teilfläche stark schwanken. Ein Verfahren, um diese Daten zu erfassen und zu kartieren, wäre eine große Hilfe und eine gute Grundlage zur Vorbereitung einer teilflächenspezifischen Düngung. Trotz intensiver Entwicklungen ist die Sensortechnik heute noch nicht in der Lage, diese Daten zur Beschreibung eines Pflanzenbestandes zu liefern. Die vorhandenen Strategien zur Bestandesführung von pflanzenbaulicher Forschung und Beratung sind somit nicht voll zu nutzen.

#### Bodenbeprobung

Weiterhin ist die Analyse der Nährstoffsituation eines Bodens notwendig. Eine Beprobung ist bei sich wenig dynamisch verhaltenden Nährstoffen wie Phosphor und Kali heute üblich und relativ kostengünstig. Für die Ausbringung von Grunddünger müßte idealerweise die Auflösung jedoch noch erhöht werden, um eine Kartierung als Grundlage für eine

differenzierende Ausbringung des Grunddüngers zu ermöglichen. Dabei stellt sich die Frage nach der sinnvollen Größe der Probenauflösung, um die nötige Gratwanderung zwischen Ökonomie und Erfassung der Heterogenität vollziehen zu können [1].

Zur Planung der Stickstoffdüngung ist die Bodenbeprobung nach wie vor sehr kostenintensiv. Aufgrund der hohen Dynamik des Stickstoffs ist die Gültigkeit der Analyse zeitlich sehr begrenzt und müßte theoretisch mehrmals durchgeführt werden, um jeweils die aktuelle Versorgungssituation zu beschreiben.

Problematisch bei der Bodenbeprobung ist der Charakter der Meßmethode: Es wird stichpunktartig und nicht integrierend gearbeitet, so daß allein deshalb der Stichprobenumfang groß und die Auflösung hoch sein sollte. Stichpunktartige Messungen auf hektargroßen Teilschlägen müssen als ungeeignet angesehen werden, da die Strategie der Teilflächenbehandlung besonders bei hoher Heterogenität anzuwenden ist [1].

#### Düngungsstrategie

Für die im Projekt zugrunde gelegte Düngungsstrategie waren die im Bild dargestellten Kriterien von Bedeutung. Es wurden dabei keine Daten aus Bodenbeprobung oder Ertragskartierung der Vorfrucht oder gleichen Frucht verwandt. Vor jeder durchzuführenden Düngung erfolgte eine Feldbegehung, bei der an bestimmten Schlagpositionen der Bestand nach üblichen Bestandeskriterien bonitiert wurde. Dabei spielten Unterschiede in Bestandesdichte und Entwicklungsstadium der

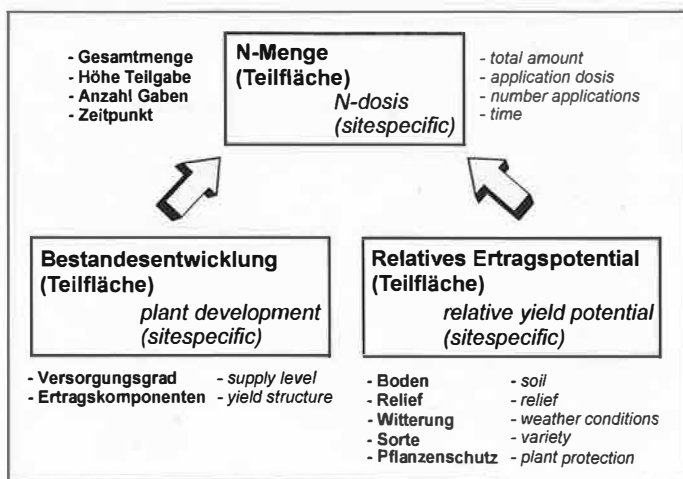


Bild 1: Parameter zur Bestimmung der Teilgaben bei teilflächenspezifischer Stickstoffdüngung

Fig. 1: Parameter for determining partial rates in site specific nitrogen fertilizer application

Dipl.-Ing. Dr. agr. Hans-Werner Griepentrog ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel (Direktor: Prof. Dr. agr. Edmund Isensee), Olshausenstr. 40-60, 24098 Kiel.

Das Projekt 'Technik zur teilflächenspezifischen Düngung' wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, gefördert.

Pflanzen, jeweils bezogen auf die Teilflächen, eine entscheidende Rolle. Parallel dazu wurde zu jeder Düngung das Ertragspotential je Teilfläche neu eingestuft, je nach Relief, Bodenart, Humusgehalt und vergangener und prognostizierter Witterung.

Die Pflanzenbauberater für das Projekt wurde von Mitarbeitern der Fa. Hanse Agro/Gettorf durchgeführt, die seit Jahren den Standort kennen.

Auf den landschaftstypischen und sehr heterogenen Schlägen in Ostholstein ist eine zweistufige Düngung häufig bereits Stand der Vorgehensweise: Dabei wird zwischen Dosierung Null und Sollwert differenziert. Aus langjähriger Praxiserfahrung wird berichtet, daß beispielsweise in humosen Senken eine hohe Nachlieferung an Stickstoff erfolgt und es deshalb ratsam ist, dort mit der Stickstoffdüngung sehr zurückhaltend zu sein.

### Streutechnik

Zur Ausbringung des Stickstoffdüngers wurde ein Anbaustreuer Bredal B2 aus Dänemark verwendet. Dieser Streuer zeichnet sich durch eine Besonderheit aus: Er besitzt ein Dosiersystem. Dieses dosiert ähnlich wie bei gezogenen Großflächenstreuern über Bänder den Dünger auf die Streuscheiben. Der Antrieb der Dosierbänder erfolgt über ein Reibrad, das vom Hinterrad des Traktors angetrieben wird und so eine konstante Flächendosierung unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit ermöglicht. Es wird dadurch eine hohe Präzision der Düngerausbringung insbesondere in Längsrichtung ermöglicht [2]. Die Einstellung der Dosiermenge erfolgt über zwei elektrisch betriebene Schieber.

Es handelt sich bei diesem System also nicht um ein wie bei Schleuderstreuern sonst übliches freies Ausfließen aus dem Vorratsbehälter. Letzteres sollte überdacht werden, da die teilflächenspezifische Düngung höhere Anforderungen an die Längsverteilung stellt. Insbesondere Stickstoffdünger ist hoch ertragsrelevant und kostenintensiv und deshalb möglichst präzise auszubringen.

Übrigens: Eine Drillmaschine ohne Dosiersystem, nur mit frei ausfließendem Saatgut, wäre eindeutig inakzeptabel, hierbei aber sicherlich unproblematischer, da Saatgut wesentlich homogene Fließeigenschaften aufweist.

### Steuerung des Streuers

Da der Schleuderstreuer über eine Trennung von geschwindigkeits- und positionsabhängiger Dosierung verfügte, waren insgesamt die Steuerung und damit die Ausbringung des Düngers besonders zuverlässig.

Tab. 1: Düngungsaufwand und Weizenträge eines 36 ha Schlages nach verschiedenen Düngungsvarianten 1996 (Sorte Ritmo, vier Teilgaben, Bodenpunkte 48 bis 55)

Table 1: Fertilizer input and wheat yields of a 36 ha field after various fertilizing variants 1996 (variety Ritmo, four partial rates, soil points 48 - 55)

	betriebsüblich		differenzierend	
	1stufig*	2stufig	normal	low
N-Düngung kg/ha	201,1*	186,8	183,1	148,5
Ertrag dt/ha	108,8	108,8	110,3	110,0
Verhältnis Ertrag/Aufwand	54,1*	58,2	60,2	74,1

\* fiktiv, aus zweistufiger Variante berechnet

Die Steuerung des Streuers erfolgte über das System Agrimatic, das aus Dänemark stammt und von Herrn J. Elkjær/Arslev entwickelt wurde [3]. Dieses System benötigt kein GPS, da es auf einer reinen Wegmessung basiert und das Fahrgassensystem als Ortungsgrundlage verwendet. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in der hohen Zuverlässigkeit des Systems und der hohen Wegauflösung in Längsrichtung. Nachteilig ist die geringe Automatisierung und der höhere Aufwand zur Vermessung der Fahrgassen eines Schlages.

### Ertragsermittlung

Die Ertragsermittlung wurde durchgeführt, um eine Wirkungsanalyse und einen Vergleich der Düngungsvarianten zu ermöglichen.

Die Ertragskartierung hat für die Düngungsstrategie von Stickstoff direkt keine Bedeutung, da diese sich immer an den aktuellen Bedingungen orientieren sollte. Für die vier Teilgaben der Stickstoffdüngung sind zum jeweiligen Zeitpunkt die realen Bestandesparameter und die vergangene und die prognostizierte Witterung von wesentlich höherer Bedeutung als der Ertrag der Vorfrucht oder der Ertrag der gleichen Frucht vor drei oder vier Jahren, je nach Fruchtfolge.

Die Höhe einer Düngungsgabe je Teilfläche richtet sich nach dem dort anzustrebenden Ertragspotential, das vor jedem Düngungstermin neu zu bestimmen ist. Das Ertragspotential ist also keinesfalls eine absolute Größe, sondern eine relative, die nach oben oder unten je nach aktueller Situation korrigiert werden muß.

Die Ernte der Schläge erfolgte mit einem Mähdrescher der Fa. Deutz-Fahr (4075 HTS), der ausgerüstet war mit einem Yield-Logger (LH565) der Fa. LH-Agro. Das für den Betrieb des DGPS nötige Referenzsignal inklusive des Empfängers wurde vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein/Kiel zur Verfügung gestellt.

### Aufwand und Erträge

Beispielhaft sollen anhand eines 36 ha Schlages für das Jahr 1995/96 der Düngungsaufwand und die Erträge nach Düngungsvarianten dargestellt werden (Tab. 1). Auf dem Schlag wurden zwei beziehungsweise drei Düngungsvarianten

durchgeführt: Es wurden immer je zwei Arbeitsbreiten mit 24 m in Querrichtung für eine Variante im abwechselnden Rhythmus angelegt, so daß eine zufällige Verteilung der Bodeneigenschaften auf die Varianten gegeben war. Die Low-Variante umfaßte nur zwei Fahrgassen mit insgesamt jedoch 3,7 ha Fläche. Für die Berechnung der Ertragsmittelwerte wurden die Mähdruschfahrten, die zwischen den Fahrgassen der Varianten erfolgten, nicht berücksichtigt.

Da der Schlag aufgrund der hohen Anteile an stark humosen Senken bisher bereits zweistufig gedüngt wurde, sollte die einstufige oder einheitliche Düngung in diesem Praxisversuch nicht angewendet werden, weil sie eindeutig negative Auswirkungen auf den Ertrag gehabt hätte. Rechnerisch ist jedoch der Aufwand der einheitlichen Düngung sehr einfach über die Flächenanteile zu ermitteln.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich bei dem relativ hohen Ertragsniveau die differenzierende Düngung nicht ertragssteigernd ausgewirkt hat. Die Low-Variante zeigt jedoch, daß das Ertragsniveau auf diesem Schlag mit 20 % weniger Aufwand gegenüber der zweistufigen Variante zu halten war. Im Vergleich zur fiktiven einstufigen Variante (einheitliche Düngung) konnte sogar eine Reduzierung des N-Düngers um 26 % erreicht werden.

### Literatur

- [1] Griepentrog, H.-W.: Teilflächenspezifische Düngung: Welche Bedeutung haben Streubildcharakteristik und Arbeitsbreite? Landtechnik 52 (1997), H. 1, S. 12-13
- [2] Tippe, D. und K. Persson: Anhänger-Zweischeiben-Schleuderdüngerstreuer BREDAL B4, DLG-Prüfbericht Nr. 4114, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Fachbereich Landtechnik, Frankfurt a. M., 1991
- [3] Persson, K. und L. Möller: Development and implementation of sitespecific fertilization in Denmark: Methods and results. Research Center Bygholm/Horsens and KEMIRA/Fredericia, 1996

### Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Düngung, GPS, Bestandesführung, Schleuderdüngerstreuer

### Keywords

Site specific fertilization, GPS, crop control, disc spreader