

Johannes Marquering und Bernd Scheufler, Hasbergen

# Teilflächenspezifische Düngerausbringung

## Intelligente Verknüpfung von Betriebsdaten und gerätespezifischen Technologien

Die meisten Ackerflächen weisen eine heterogene Struktur hinsichtlich Bodenart, Nährstoffvorrat oder Wasserversorgung auf. Dennoch werden in der Regel Düngermenge und Aussaatstärke während der Ausbringung unverändert konstant gehalten. Eine Anpassung auf die tatsächlichen Gegebenheiten erfolgt nicht. Die einfache Positionsbestimmung mit Hilfe der Satellitenortung (DGPS) bietet nun die Möglichkeit, in Verbindung mit einer detaillierten Vorplanung auf dem PC, auf standortspezifische Gegebenheiten zu reagieren. Durch die intelligente Verknüpfung von Betriebsdaten und maschinenspezifischen Funktionen ist eine optimale Umsetzung der Applikationskarte möglich.

Die Düngung verursacht etwa 30 bis 35 % der variablen Kosten sämtlicher produktionstechnischer Maßnahmen. In Tabelle 1 sind die Kosten für den Arbeitsgang Mineraldüngung auf einem 1000 ha Ackerbaubetrieb aufgelistet. Zugrunde gelegt wurde ein Düngepan für Winterweizen, wobei sich für andere Getreidearten ähnliche Verhältnisse ergeben [1]. Für den Betrieb entstehen danach Kosten für die Beschaffung von Düngemitteln von rund 230000 DM.

Zu einem modernen Düngemanagement gehört deshalb der optimale Einsatz von Düngemitteln, indem jeweils nur soviel Dünger ausgebracht wird, wie auch von den Pflanzen aufgenommen werden kann. So ergibt sich nicht nur ein Einsparungspotential, sondern es läßt sich auch die Ertragsituation und die Qualität der erzeugten Pflanzen verbessern. Gleichzeitig ergeben sich positive Wirkungen hinsichtlich des Umweltschutzes.

Für die teilflächenspezifische Pflanzenproduktion sind dann Arbeitsschritte notwendig, die sich in Datenerfassung, Interpretation und Anwendung unterteilen lassen [2]. Ziel der Datenerfassung ist es, möglichst viele Informationen über die Faktoren zu ermitteln, die das Pflanzenwachstum beeinflussen. Zur Aufstellung von Applikationskarten ist eine Interpreta-

tion der ermittelten Daten durch den Betriebsleiter unter Einbeziehung seiner Erfahrungen, dem sogenannten Expertenwissen, erforderlich.

### Auftragsplanung unter maschinenspezifischen Gesichtspunkten

Die vom Betriebsleiter zur Auftragsplanung verwendete Software reicht von einfachen Programmen bis zu kompletten geographischen Informationssystemen (GIS), die über eine Schnittstelle zur Datenübertragung an den Bordcomputer verfügen. Diese anspruchsvollen GIS-Programme sind erforderlich, wenn zur

Bestimmung der Applikationsmenge Bodenproben, Ertragskarten, Luftbilder und ähnliches verwendet werden sollen. Eine Düngelageplanung anhand von flächig erfaßten Daten ist möglich. Aus punktuell erfaßten Größen, wie etwa den  $N_{min}$ -Proben, können durch Interpolationsroutinen Stickstoffgehalte im Schlag berechnet werden. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, Berechnungsformeln in das Programm einzugeben [3]. Gegenwärtig besteht die Problematik darin, daß es keine einfachen, allgemeingültigen Algorithmen für eine Düngerempfehlung gibt.

Zur Prozeßführung, also der Umset-

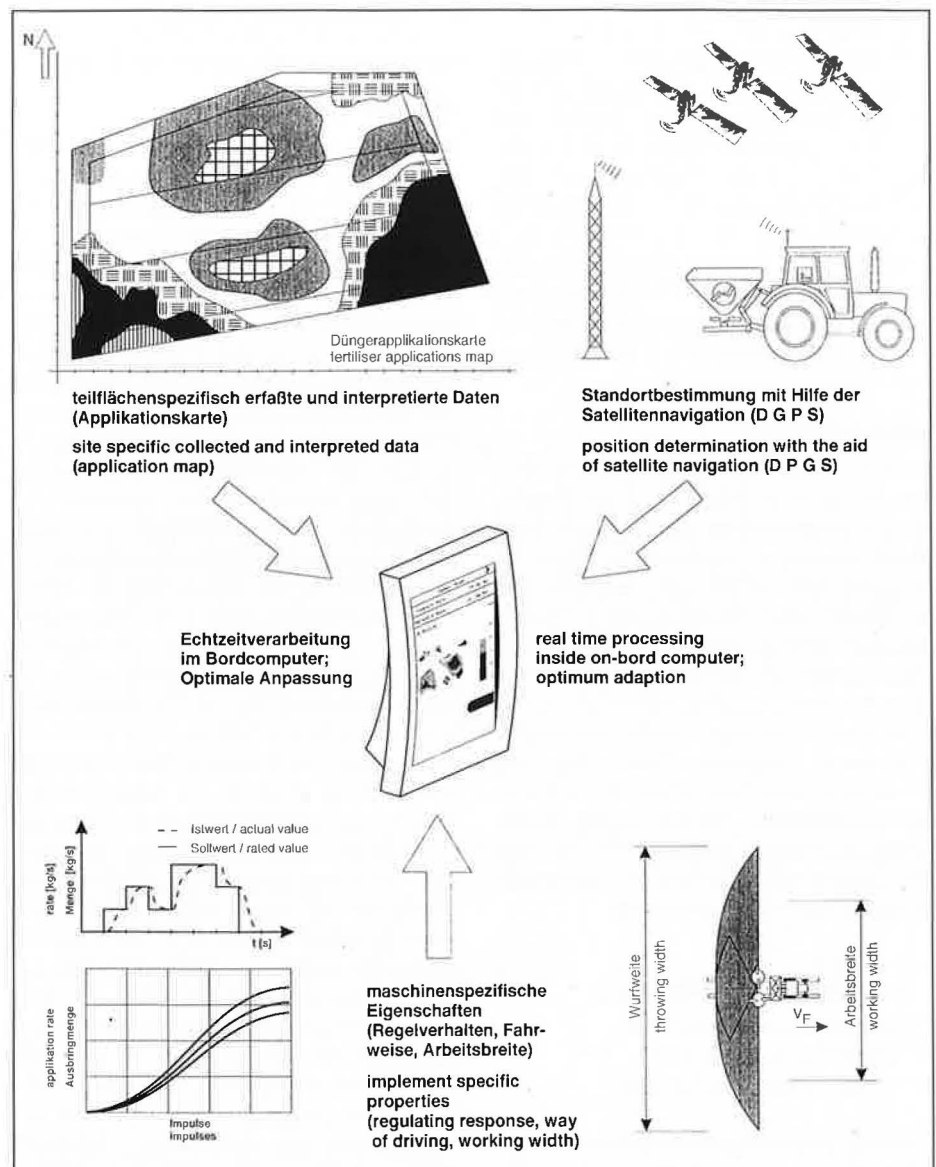


Bild 1: Intelligente Verknüpfung

Fig. 1: Intelligent linkage

Dipl.-Ing. Marquering und Dr.-Ing. Scheufler sind Mitarbeiter der Amazonen-Werke, Postfach 51, 49202 Hasbergen. Der Beitrag stellt eine Ausarbeitung des gleichlautenden Vortrages dar, gehalten auf der VDI/MEG-Tagung Landtechnik 1996.

Tab. 1: Düngerkosten für 1000 ha Ackerbaubetrieb

Table 1: Fertiliser costs for a 1000 ha arable farm

Nährstoff Nutrient	Nährstoffmenge Nutrient rate	Düngersorte Kind of fertiliser	Ausbringmenge Application rate	Kosten Cost
Grunddüngung/basic fertilising				
Phosphat/phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	55 kg/ha	Novaphos (23 %)	230 kg/ha	30 DM/dt
Kali/potash (K <sub>2</sub> O)	95 kg/ha	Kornkali.(40 %)	240 kg/ha	28 DM/dt
1. Gabe/1st rate				
Stickstoff/nitrogen (N)	80 kg/ha	KAS/CAN 27 %	300 kg/ha	30 DM/dt
2. Gabe/2nd rate				
Stickstoff/nitrogen (N)	30 kg/ha	KAS/CAN 27 %	100 kg/ha	30 DM/dt
3. Gabe/3rd rate				
Stickstoff/nitrogen (N)	60 kg/ha	KAS/CAN 27 %	200 kg/ha	30 DM/dt
(nach Angaben BASF für erwartetes Ertragsniveau 80 dt/ha/According to BASF for expected level of yield 80 dt/ha)				
<b>Es ergibt sich: / Resulting in:</b>				
ausgebrachte Düngermenge pro Flächeneinheit/ Applied fertiliser per area unit			Q ≈ 1070 kg/ha	
insgesamt ausgebrachte Düngermenge/ Totally applied fertiliser			Q ≈ 1070 kg/ha	
Flächenleistung/ Rate of covered area			M ≈ 1 Mio. kg	
Kostenaufwand für Mineraldünger/ Incurred cost for fertiliser			M ≈ 1 mil. kg	
			P ≈ 5000 ha/Jahr	
			P ≈ 5000 ha/year	
			K ≈ 230000 DM	
			K ≈ 230000 DM	

zung der Applikationskarten, muß eine Ansteuerung der operativen Baugruppen, wie Sensoren, Aktuatoren und Verstellmechanismen, an den eingesetzten Maschinen möglich sein. Grundlegende Untersuchungen zu den Dosierprozessen, bei denen die Stoffgesetze von landwirtschaftlichen Materialien ermittelt worden sind, wurden bereits für die Entwicklung der bisher eingesetzten Bordcomputer durchgeführt.

Ziel zukünftiger Entwicklungsarbeiten wird es sein, Maschinen und Geräte so auszulegen, daß sie die kleinstrukturiert vorgegebenen Applikationskarten möglichst optimal umsetzen. Dabei ist es wichtig, daß die verwendeten Maschinen „mitdenken“. Bei Düngerstreuern mit 36 m Arbeitsbreite und 60 m Wurfweite können vielfach Situationen auftreten, in denen es nicht ausreicht, nur anhand einer Standortbestimmung die Dosiermenge zu regeln. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen,

- welche Sektoren der Applikationskarte vom Streufächer beeinflusst werden
- mit welcher Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit gearbeitet wird
- welche systembedingten Zeitkonstanten für die Variation der Ausbringmenge gelten.

Durch die Verbindung von Düngerstreuer und DGPS entstehen somit zusätzliche Anforderungen bei den Regel- und Steuerkreisen, den Überwachungsfunktionen und der Arbeitsdatenerfassung im Prozeßrechner (Terminal- und Jobrechner). Es muß im Prozeßrechner eine Echtzeitverarbeitung hinsichtlich der gespeicherten Daten für die Applikationskarten, der momentan ermittelten Positionsdaten und den maschinenspezifischen Eigenschaften, also eine *intelligente Verknüpfung* von Arbeitsdaten, erfolgen (Bild 1).

Bei der Düngung mit Zentrifugalstreuern ergeben sich diesbezüglich folgende Zusammenhänge:

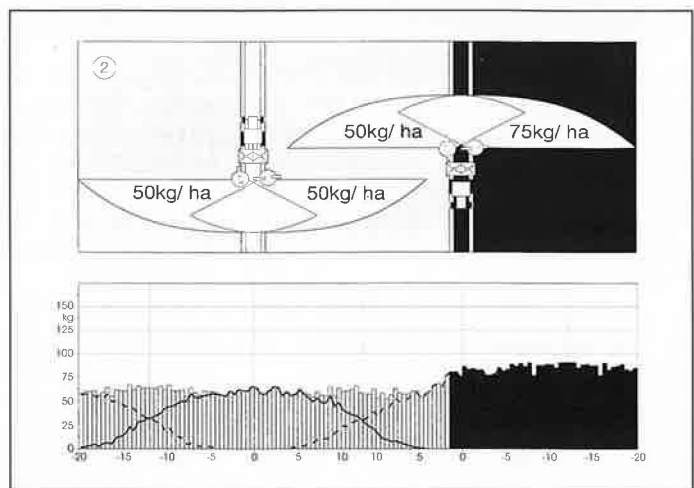
Die Streufächer dieser Streuer haben eine dreidimensionale Ausdehnung. Die endgültige Nährstoffverteilung ergibt sich erst durch die Überlappung mehrerer Streufächer. Die eingestellte Arbeitsbreite stimmt in der Regel nicht mit dem Rastermaß oder den Übergängen überein.

Bei der teilflächenspezifischen Mineraldüngerausbringung muß die Ausbringmenge über weite Bereiche variiert werden können. Entscheidend dabei ist die Charakteristik des Grundstreubildes.

Wichtig ist auch die Veränderung der Ausbringmenge innerhalb der Arbeitsbreite (Bild 2). Bei Zentrifugalstreuern kann dies durch getrennte Dosierung für die beiden Streuscheiben auf der halben Arbeitsbreite des Streuers realisiert werden. Im linken Teil des Bildes ist die Ausbringmenge auf 50 kg/ha eingestellt. Die Charakteristik des Grundstreubildes ist symmetrisch, die Seitenflanken sind also spiegelbildlich. Dieses Grundstreubild ist überlappt mit einem Streubild größerer Ausbringmenge. Die Charakteristik des rechten Grundstreubildes ist unsymmetrisch. Durch die Überlappung der einzelnen Streufächer ergeben sich

Bild 2: Variabilität der Ausbringmenge innerhalb der Arbeitsbreite

Fig.2: Variability of the application rate within the working width



kontinuierliche Übergänge bei der Düngergabe, die den Gegebenheiten des Schlages annähernd entsprechen.

Die neue Düngeverordnung legt besonders Augenmerk auf das Grenzstreuen. Durch spezielle technische Einrichtungen wird das Streubild so verändert, daß eine nahezu vollständige Düngergabe bis an die Feldgrenze möglich wird, ohne daß beispielsweise Dünger in angrenzende Oberflächengewässer fällt.

Diese Verhältnisse, verglichen mit den Möglichkeiten einer Feldspritze (Flüssigdüngung), zeigen folgendes Ergebnis:

Die Variation der Ausbringmenge ist möglich, wobei ein bestimmter Arbeitsbereich eingehalten werden muß, da sich starke Änderungen der Ausbringmenge ungünstig auf das Tropfenspektrum auswirken. Ein komplettes Abschalten von Teilbreiten ist einfach möglich. Eine Veränderung der Ausbringmenge innerhalb der Arbeitsbreite ist aber nur mit hohem technischen Aufwand realisierbar.

Durch die fehlende Überlappung quer zur Fahrtrichtung ergeben sich sprunghafte Veränderungen in der Düngergabe, dies entspricht in der Regel nicht den Verhältnissen auf der Ackerfläche, da die Übergänge in der Nährstoffversorgung vorwiegend kontinuierlich verlaufen. Zusätzlich können durch die fehlende Überlappung bei ungenauer Anschlußfahrt erhebliche Fehler auftreten [4].

Bei Pneumatikdüngerstreuern ergeben sich diesbezüglich ähnliche Verhältnisse wie bei der Feldspritze.

**Literaturhinweise sind vom Verlag unter Lt 97207 erhältlich.**

#### Schlüsselwörter

Teilschlagtechnik, Düngerausbringung, Prozeßplanung und-führung

#### Keywords

Site specific technology, fertilizer application, process planning and control