

Eine signifikante Ertragsdifferenz würde bei der Variante „Spurbahn“ zwischen der Reihe A und den anderen Reihen unabhängig von Arbeitsgeschwindigkeit und Bodenfreiheit festgestellt. Damit wurde durch die Spurbahnreihe gegenüber den unbeeinflussten Reihen ein Ertragsausgleich für die fehlende Reihe der Spurbahn von etwa 60 bis 80 % erreicht (Tafel 3).

Aus den Analysen des Saccharosegehalts und des Gehalts an löslicher Asche ist keine Abhängigkeit von den Prüffaktoren zu erkennen.

Schlußfolgerungen

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Die geforderte Bodenfreiheit ≥ 600 mm für Maschinen, die in wachsenden Pflanzenbeständen arbeiten, kann für die Fruchtarten Winterweizen, Winterroggen, Kartoffeln und Zuckerrüben nicht bestätigt werden. Die vorhandenen Maschinen mit einer Bodenfreiheit ≥ 350 mm können

auch weiterhin eingesetzt werden, da keine wesentliche Ertragsbeeinflussung nachzuweisen war. Notwendig ist jedoch die Nachrüstung mit einem glatten Unterboden. Bei Neuentwicklungen ist dieser Aspekt in die agrotechnischen Forderungen einzuarbeiten.

- Unter Berücksichtigung des verwendeten Unterbodens ergibt sich, daß die Fruchtarten Wintergerste, Winterweizen, Kartoffeln und Zuckerrüben mit Spurbahn bei einem Zuwachs der Arbeitsgeschwindigkeit bis 26 km/h nicht mit Mindererträgen reagieren. Die Nutzung dieser Arbeitsgeschwindigkeit ist jedoch aus mehreren Gründen für Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen mit dem z. Z. vorhandenen Maschinensystem nicht möglich (Ergonomie, Einfluß auf Arbeitsqualität, fehlende Kontroll- und Meßeinrichtungen).

Zusammenfassung

In den Jahren 1979 bis 1982 wurden mit den Fruchtarten Wintergerste, Winterweizen,

Winterroggen, Kartoffeln und Zuckerrüben Parzellenversuche über die Wirkung von Arbeitsgeschwindigkeit (6, 16, 26 km/h) und Bodenfreiheit (350, 500, 650 bzw. 800 mm) auf Ertrag und teilweise Produktqualität durchgeführt.

Bei zunehmender Bodenfreiheit reagierte nur Wintergerste mit einem signifikanten Mehrertrag. Winterroggen zeigte einen signifikanten und Winterweizen einen in der Tendenz angedeuteten Ertragsabfall mit steigender Bodenfreiheit. Bei den Getreidearten reagierte nur Winterroggen mit einer statistisch gesicherten negativen Ertragsdifferenz bei zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit. Mit unterschiedlichen Stufen der Arbeitsgeschwindigkeit und der Bodenfreiheit konnten bei Kartoffeln und Zuckerrüben keine eindeutigen Einflüsse ermittelt werden. Begrenzungen ergeben sich beim Traktor aus ergonomischen Gründen (12 km/h) und beim LKW aus den Zusammenhängen zur Arbeitsqualität (16 km/h). Für alle in wachsenden Beständen fahrenden Arbeitsmaschinen ist ein glatter Unterboden erforderlich. A 4049

Auswirkungen der physikalischen Eigenschaften der Mineraldünger auf Gestaltung und Effektivität der Applikationsverfahren

Dr. sc. K. Kämpfe/Dr. J. Lippert/Dr. H. J. Jäschke, KDT
Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR

Mit der erheblichen Verteuerung von Energieträgern und Rohstoffen ergibt sich auch für den Einsatz von Mineraldüngern die Forderung, vor einer weiteren Erhöhung des Einsatzes von Produktionsmitteln alle erschließbaren Reserven zu nutzen. Im Mittelpunkt steht dabei vor allem die Verbesserung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses durch einen effektiveren und ertragswirksameren Fondseinsatz. Bei der Erschließung der Reserven sind neben der weiteren Präzisierung der Düngungsempfehlungen sowohl die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Mineraldünger durch die chemische Industrie als auch die Vervollkommnung der Maschinen für die Ausbringung durch die Landmaschinenindustrie, aber auch eine effektivere Gestaltung der Verfahren der Mineraldüngung durch die agrochemischen Zentren (ACZ) und LPG einzubeziehen. Von diesen drei Faktoren wird die Wirkung aller einzusetzenden Mineraldünger wesentlich mitbestimmt. Dabei ist jedoch auch zu berücksichtigen, daß zwischen den physikalischen Eigenschaften, der technisch-funktionellen Auslegung der Mineraldüngerstreuer und der Streugenaugigkeit, der Verfahrensleistung, dem Kraftstoffeinsatz, der erzielbaren Arbeitsbreite bei der Applikation und der damit notwendigen Befahrdichte der Böden enge Wechselbeziehungen bestehen.

Bei der Bewertung der Mineraldünger nach ihrem Gebrauchswert ist aus der Sicht der Landwirtschaft besonders von zwei Faktoren auszugehen:

Nährstoffgehalt der Mineraldünger

Je höher der Nährstoffgehalt der Mineraldünger ist, desto niedriger sind die für die Prozesse Transport, Umschlag, Lagerung und Applikation notwendigen materiellen Aufwendungen je Nährstoffeinheit. Andererseits ergibt sich daraus die Forderung, daß hochkonzentrierte Mineraldünger, die in geringeren Ausbringungsmengen – teilweise unter 100 kg/ha – zu verabreichen sind, mit einer sehr hohen Streugenaugigkeit ausgebracht werden müssen. Der Einfluß des Nährstoffgehalts auf die Verfahrensleistung und den DK-Bedarf bei Transport und Applikation wurde am Beispiel von N-Düngern untersucht. Die Ergebnisse sind in Tafel 1 dargestellt. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, mußte eine einheitliche Arbeitsbreite von 9 m unterstellt werden. Die Ausbringungsmengen schwankten bei 100 kg Reinnährstoff zwischen 220 und 470 kg/ha. Dies wirkt sich auf die Verfahrensparameter aus. Während z. B. eine Erhöhung des Stickstoffgehalts von 21 auf 28 % zu einer Zunahme der Verfahrensleistung um rd. 16 % führt, verringern sich die Verfahrenskosten um rd. 17 % und der DK-Verbrauch um rd. 13 %. Aufgrund dieser Ergebnisse wird deutlich, daß die Landwirtschaft bestrebt ist, Mineraldünger mit relativ hohen Nährstoffkonzentrationen einzusetzen.

Technologische Eignung der Mineraldünger

Die technologische Eignung bestimmt die Verfahrensleistung, die Höhe der entstehenden Verfahrenskosten und den Energieverbrauch in den Verfahrensabschnitten Trans-

port, Umschlag, Lagerung und Ausbringung. Darüber hinaus beeinflussen die physikalischen Eigenschaften der Mineraldünger die Arbeitsbedingungen und den Umweltschutz. Die technologische Eignung der Mineraldünger wird im wesentlichen durch die Korngrößenzusammensetzung, die Kornfestigkeit, das Fließverhalten und die Entmischungsneigung charakterisiert.

Nachfolgend sollen die Beziehungen zwischen den wesentlichen physikalischen Eigenschaften ausgewählter Mineraldünger und der Verfahrensgestaltung einschließlich des Energiebedarfs analysiert werden.

Einfluß der physikalischen Eigenschaften der Stickstoffdünger auf die Verfahrensparameter bei der Applikation

Da der Stickstoff ein Hauptfaktor bei der Ertragsbildung und Ertragssteigerung ist, muß

Tafel 1. Einfluß des Nährstoffgehalts auf Verfahrensleistung, Verfahrenskosten und DK-Verbrauch beim Transport und bei der Applikation mit dem LKW-Streuaufsatz D 035 ($b_a = 9$ m)

Parameter		Nährstoffgehalt in %		
		21	28	46
N-Gabe	kg/ha	100	100	100
Ware	kg/ha	470	360	220
Verfahrensleistung				
in T ₀₆	rel.	100	116	122
Verfahrenskosten	rel.	100	83	72
DK-Verbrauch	rel.	100	87	79

Tafel 2. Einfluß der physikalischen Eigenschaften von verschiedenen Stickstoffdüngern auf Verfahrensleistung, Verfahrenskosten und DK-Verbrauch bei der Applikation mit dem LKW-Streuaufsatz D 035 ($v_A = 16$ km/h; gebrochenes Verfahren)

Parameter		Kalkammonsalpeter		Harnstoff	Ammonsulfat
		I ¹⁾	II ²⁾		
Ausbringungsmenge	kg/ha	300,00	300,00	300,00	300,00
mögliche Arbeitsbreite	m	15,00	12,00	10,00	7,00
Verfahrensleistung in T _{0a}	ha/h	9,80	8,20	7,10	5,40
Verfahrenskosten	M/ha	5,00	6,00	6,90	9,00
DK-Verbrauch	l/ha	0,90	1,50	1,60	2,20

- 1) mittlerer Korndurchmesser 2,6 mm
2) mittlerer Korndurchmesser 1,8 mm

Tafel 3. Stickstoffdüngungsfläche, Verfahrenskosten und DK-Verbrauch bei der Applikation

N-Dünger	Düngungsfläche rel.	Verfahrenskosten rel.	DK-Aufwand rel.
Ammonsulfat	24	32	33
Kalkammonsalpeter I	19	12	11
Kalkammonsalpeter II	15	13	14
Harnstoff	35	36	35

das Verfahren der Stickstoffdüngung unter Berücksichtigung der einzelnen Stickstoffdünger einer besonderen Beurteilung unterzogen werden. Granulierte und geprüllte Stickstoffdünger sind bei geforderter Streugenaugigkeit mit den Schleuderscheibendüngerstreuern mit Arbeitsbreiten zwischen 10 m und 15 m zu applizieren (Tafel 2).

Feinkristallines Ammonsulfat ist dagegen aus der Sicht der Applikation ein absolutes Problemprodukt. Im Vergleich zu Kalkammonsalpeter I sinkt bei der Ausbringung von feinkristallinem Ammonsulfat die Verfahrensleistung auf 55 %, während sich die Verfahrenskosten auf 180 % und der DK-Verbrauch auf 240 % erhöhen. Dementsprechend ergeben sich erhebliche Auswirkungen auf den Fondseinsatz in der Landwirtschaft. Es ist deshalb dringend erforderlich, eine entscheidende Verbesserung der anwendungstechnischen Eigenschaften von feinkristallinem Ammonsulfat zu erreichen.

Werden die N-Dünger mit ihren verschiedenen physikalischen Eigenschaften hinsichtlich der Einordnung in die Verfahren der Getreideproduktion beurteilt, ist festzustellen, daß bei einem Fahrgassensystem mit einer Arbeitsbreite von 18,4 m nur Kalkammonsalpeter I bei der 2. N-Gabe mit bodengebundener Schleuderscheibenstreutechnik eingesetzt werden kann.

In Abhängigkeit von der Verfahrensleistung und bei Berücksichtigung der einzelnen Sortimentsanteile der verschiedenen N-Dünger wurde eine Kalkulation der Verfahrenskosten

Parameter		jährliche Düngung		zweijährige Düngung	
		Einzeldüngung	Düngermischung	Einzeldüngung	Düngermischung
Düngungsfaktor		2,00	1,00	1,00	0,50
Verfahrenskosten	M/ha	20,50	13,30	13,70	9,00
AKh-Bedarf	AKh/ha	0,51	0,39	0,35	0,23
DK-Bedarf	l/ha	3,90	2,30	2,20	1,50

Tafel 4. Einfluß der Granulierung von pulverförmigen bzw. feinkristallinen Mineraldüngern auf Verfahrensleistung, Verfahrenskosten und DK-Verbrauch bei der Applikation mit dem LKW-Streuaufsatz D 032 ($v_A = 16$ km/h)

Parameter		Produkt	
		pulverförmig bzw. feinkristallin	granuliert ¹⁾
Ausbringungsmenge	kg/ha	600,00	600,00
mögliche Arbeitsbreite	m	8,00	16,00
Verfahrensleistung	ha/h	5,20	7,80
DK-Verbrauch	l/ha	2,00	1,10
Verfahrenskosten	M/ha	11,40	7,60
Befahrdichte	km/ha	1,25	0,63

- 1) Versuchsprodukt

und des DK-Aufwands für die Applikation vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tafel 3 angeführt.

Den Hauptanteil an der Düngungsfläche nehmen Harnstoff und Kalkammonsalpeter ein. Aufgrund der ungenügenden physikalischen Eigenschaften sind bei der Applikation von Ammonsulfat bei einem Flächenanteil von 24 % Verfahrenskosten in Höhe von 35 % und 36 % des gesamten DK-Aufwands einzusetzen.

Aus den Aufwendungen an Verfahrenskosten und DK kann abgeleitet werden, daß durch eine Qualitätsverbesserung, die zu einer Einordnung des Ammonsulfats in das Arbeitsbreitensystem von Kalkammonsalpeter I führt, hohe ökonomische Effekte in der Landwirtschaft erzielt werden können.

Einfluß der Granulierung von P- und K-Düngern auf die Verfahrensparameter bei der Applikation

Der Einfluß der Granulierung auf Verfahrensleistung, Verfahrenskosten und DK-Verbrauch wurde im Vergleich zur Ausbringung pulverförmiger bzw. feinkristalliner Mineraldünger quantifiziert. Die Auswirkungen einer Granulierung dieser Produkte auf die Verfahrensparameter sind in Tafel 4 angeführt. Durch die Granulierung von pulverförmigen bzw. feinkristallinen Düngemitteln kann die Arbeitsbreite von 8 m auf 16 m beim Einsatz des LKW-Streuers D 032 erhöht werden. Damit sind eine Steigerung der Verfahrensleistung auf 150 % sowie eine Senkung der Verfahrenskosten auf 66 % und des DK-Verbrauchs auf 55 % erzielbar. -Hinzukommt, daß die Befahrdichte der Böden auf rd. 50 % verringert wird. Außerdem trägt eine Granulierung der Mineraldünger wesentlich zur Senkung der während des Transports und des Umschlags entstehenden Verluste und damit zur Verringerung der Umweltbelastung bei. Die während der Prozesse Transport und Umschlag bei pulverförmigen und feinkristallinen Mineraldüngern zu verzeichnenden Verluste, die als Pflanzennährstoffe verloren gehen, können eingeschränkt werden. Neben den positiven Auswirkungen ei-

ner Granulierung von pulverförmigen Produkten auf die Verfahrensgestaltung werden gleichzeitig durch die mögliche Verbesserung der Streugenaugigkeit und die Verringerung der Befahrdichte der Böden Mehrerträge besonders auf den Flächen, die nur eine niedrige bis mittlere Nährstoffversorgung aufweisen, erzielt. Hinzukommt eine positive Beeinflussung der Qualität der Ernteprodukte.

Einfluß der Anwendung von Düngermischungen auf die Verfahrensparameter bei der Applikation

Mit pulverförmigen P- und feinkristallinen K-Düngern kann die Herstellung von homogenen Düngermischungen nicht oder nur mit hohen materiellen Aufwendungen erfolgen. Während die Agrotechnische Forderung bei der Applikation von P und K eine Streugenaugigkeit von 30 % vorsieht, ergaben Untersuchungen, daß diese Anforderungen bei der Ausbringung von Mischungen aus pulverförmigen Mineraldüngern nicht eingehalten werden können. Hinzukommt, daß derartige Mischungen mit Schleuderscheibenstreuern auch nur mit geringen Arbeitsbreiten ausgebracht werden können. Durch die Anwendung von Düngermischungen wären jedoch eine wesentliche Senkung der Verfahrenskosten, der Befahrdichte der Böden, des DK-Verbrauchs und eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit möglich. Die in einem technologisch-ökonomischen Variantenvergleich ermittelten Ergebnisse, die in Tafel 5 zusammengestellt sind, belegen eindeutig die Vorteile, die durch die Anwendung von Düngermischungen im Vergleich zur Einzelnährstoffdüngung zu erzielen sind. Auch bei der zwei- bzw. dreijährigen Vorratsdüngung erweist sich die Anwendung von Düngermischungen als günstigste technologisch-ökonomische Verfahrensvariante. Da zur Herstellung von Mischungen aus pulverförmigen Mineraldüngern keine technischen Lösungen vorliegen und pulverförmige Düngermischungen auch nur mit einer Arbeitsbreite von 7 m auszubringen sind, können die Vorteile der Anwendung von Düngermischungen z. Z. nicht oder nur in geringem Maß genutzt werden. Eine volle Nutzung der Vorteile der Anwendung von Düngermischungen ist nur möglich, wenn nach einem einheitlichen Kornspektrum granuliert P- und K-Dünger zur Verfügung stehen.

Zusammenfassung

Im Beitrag wurden, ausgehend von den unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften

Fortsetzung auf Seite 483

Ergebnisse der Untersuchungen zur Entmischung gekörnter Mineraldünger und Auswirkungen auf die Verfahren der Mineraldüngerausbringung

Dr. K. Greiner/Dr. sc. K. Kämpfe, Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR

1. Einleitung

Mit der Einführung der „Lösen-Mineraldünger-Kette“ erlangt die Frage der Entmischung zunehmende Bedeutung, da bei gekörnten Mineraldüngern während der Transport-, Lagerungs- und Umschlagprozesse Klassier- und Sortierungseffekte auftreten, die sich auch auf die Verteilgenauigkeit der Mineraldünger auswirken können.

Als Hauptursache für die Entmischung wird das unterschiedliche Korngrößenspektrum angesehen, wobei die Entmischung um so ausgeprägter ist, je größer die Breite des Kornspektrums ist. Die Zusammenhänge zwischen Korngrößenzusammensetzung und Entmischung sind in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten dargestellt worden [1 bis 6]. Im Gegensatz zur Korngrößenzusammensetzung beeinflussen die Dichte, die Kornform und die Rauhgigkeit der Oberfläche der Granalien und Prills die Entmischung bei Mineraldüngern oder Mineraldüngermischungen nur unwesentlich.

Weil Untersuchungen zum Entmischungsverhalten von Teilchenverbänden, wie sie aus gekörnte Mineraldünger darstellen, bei den Prozessen Transport, Umschlag und Lagerung einen hohen materiellen und personellen Aufwand erfordern, gewinnt die Nutzung von Modellen und Simulationsmethoden zukünftig mehr an Bedeutung. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß in entsprechenden Grundlagenuntersuchungen das Verhalten von Teilchenverbänden bei Transport, Umschlag und Lagerung und die Übertragbarkeit von Ergebnissen aus Modellversuchen auf Praxisbedingungen zu klären sind. Den in diesem Beitrag mitgeteilten Ergebnissen liegen Untersuchungen mit den in den agrochemischen Zentren (ACZ) eingesetzten Transportmitteln, Maschinen und Geräten zugrunde.

2. Versuchs- und Untersuchungsmethodik

Die Untersuchungen zum Entmischungsverhalten wurden mit Kalkammonsalpeter I ($d_m = 2,12 \text{ mm}$), Kalkammonsalpeter II ($d_m = 2,62 \text{ mm}$) und Harnstoff ($d_m = 1,69 \text{ mm}$) durchgeführt. Sie wurden gezielt bei der Waggonentladung, bei der Haufwerkbildung und -entspeicherung sowie bei der Abgabe des Düngers aus Düngerstreuern vorgenommen. Dabei wurden verschiedene Methoden angewendet:

2.1. Waggonentladung

– Selbstentladewagen:

Die Entnahme der Proben erfolgte an der Übergabestelle zwischen Entladeschieber und sich anschließender Fördertechnik mit Probelöffel (500 ml). Bei der Entladung jedes Waggons wurden 10 Proben an jedem Schieber in zeitlich gleichen Abständen entnommen.

– geschlossene Wagen:

Die Entladung erfolgte mit dem Handschraper T 176 und mit der Entlademaschine KV 70. Die Probenahme wurde am Gurtbandabwurf dieser Maschinen durchgeführt.

– offene Wagen:

Bei der Entladung mit dem Mobilkran T 174 wurde der Mineraldünger über einen Trichter an ein Gurtband übergeben. Die Probenahme erfolgte an der ersten Gurtbandübergabestelle.

2.2. Haufwerkbildung und -entspeicherung

– Haufwerkbildung:

Die Probenahme erfolgte vom Schüttkegelfuß aus bis zur Kegelspitze in Abständen von 0,5 m, wobei sowohl der Kern als auch die Randzonen erfaßt wurden.

– Entspeicherung:

Die Entspeicherung wurde mit dem

Schaufellader Fadroma L 2 A, der mit einer 1,4-m³-Ladeschaufel ausgerüstet war, vorgenommen. Bei der Übergabe des Mineraldüngers an den Streuer sind aus jeder Ladeschaufel drei Proben entnommen worden. Beim Einsatz des Mobilkrans ist die Probenahme aus jedem zweiten Greiferinhalt erfolgt.

2.3. Abgabe des Mineraldüngers aus dem Düngerstreuer

Die Untersuchungen wurden mit den LKW-Streuern D 032 und D 035 mit und ohne Antisegregationseinsatz [7] durchgeführt. Dazu ist der mit Mineraldünger gefüllte Streuer auf einen Rollenprüfstand gefahren worden, so daß die Entleerung im Stand erfolgen konnte. In zeitlich gleichen Abständen ist die Probenahme am Dosierschieber vom Beginn der Entleerung bis zum Abschluß vorgenommen worden. Je Entleerung wurden rd. 50 Proben gewonnen.

Für alle Proben wurde mit Hilfe der Siebanalyse das Kornspektrum bestimmt. Die Meßergebnisse sind statistisch verrechnet worden.

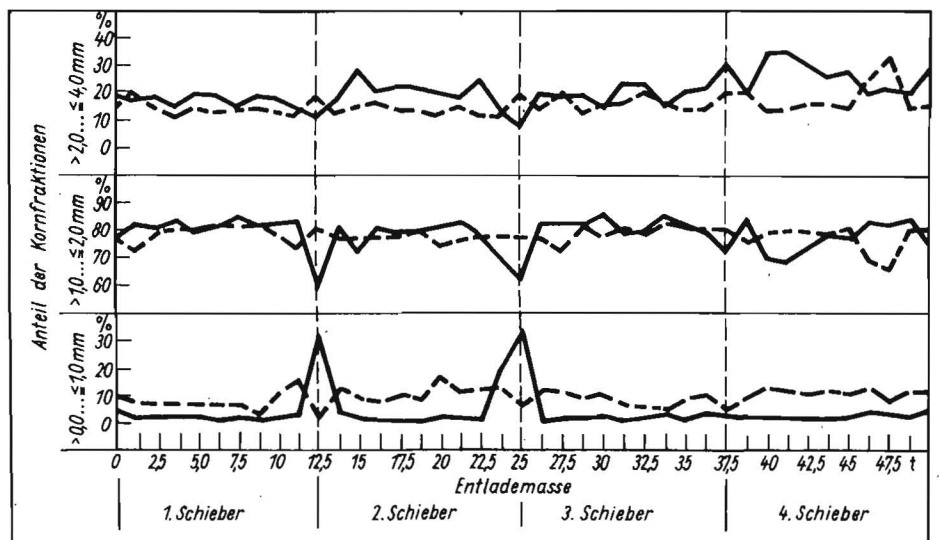
3. Versuchsergebnisse und Diskussion

3.1. Waggonentladung

Bei der Auswertung von Siebanalysen aus sechs Selbstentladewagen (je drei Tds- und Tads-Wagen) mußte festgestellt werden, daß bei der Entladung von Harnstoff unregelmäßige Schwankungen im Korngrößenspektrum auftraten, die keinem in der Literatur beschriebenen Fließsystem bzw. Fließstyp zugeordnet werden konnten. Sie sind ihrem Wesen nach Kombinationen aus Kern- und Massenfluß [8 bis 11]. Der Verlauf der Schwankung des Korngrößenspektrums

Bild 1. Verlauf der Schwankungen des Korngrößenspektrums von Harnstoff bei der Entladung aus Tads-Wagen;

— 1. Tads-Wagen, - - - 2. Tads-Wagen



Fortsetzung von Seite 482

ten von Mineraldüngern, die Auswirkungen auf die Verfahrensgestaltung der Mineraldüngerausbringung analysiert und gewertet. Dabei zeigte sich die Notwendigkeit, vorrangig durch die Verbesserung der qualitativen Kenngrößen der Mineraldünger eine verfahrensökonomisch günstige Gestaltung des Applikationsprozesses, eine Senkung der Verluste, eine Minderung der schädlichen Befährdichte der Böden und ein besseres Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu erreichen, aber auch den Umweltschutzanforderungen besser Rechnung zu tragen und die Arbeitsbedingungen zu verbessern. Damit kann zur Steigerung und Stabilisierung der Erträge, zur Senkung der Kosten und des DK-Einsatzes sowie zur Erhöhung der Effektivität des Fondseinsatzes in der Landwirtschaft beigetragen werden. A 4030