

Diese genannten Vorteile treffen nicht alle für den leicht herstellbaren Kipp-Container zu, da hier ständig eine Zugmaschine für die Betätigung der Hydraulik beim Ankippen auf dem Feld verbleiben muß.

Gegenüber einer Schneckenbeladung mit D 032 ergibt sich beim LKW-Transport der Übergabe-Container in Abhängigkeit von der Feldentfernung eine Einsparung an Verfahrenskosten von 6 bis 18 Prozent (Tafel 2). In weiteren Versuchen wird es notwendig sein, den für die unterschiedlichen örtlichen Verhältnisse zweckmäßigsten Containertyp zu ermitteln und diesen weiter zu vervollkommen.

Zusammenfassung

Zur Rationalisierung des Arbeitsverfahrens N-Düngung werden 3 verschiedene Formen von Containern für N-Transport und -Übergabe beschrieben, die 1969 in 3 verschiedenen ACZ versuchsweise zum Einsatz kamen. Gegenüber einer vorgesehenen Schneckenübergabe bringen sie beachtliche Vorteile und vermindern beim LKW-Antransport des Düngers die Verfahrenskosten um 6 bis 18 Prozent.

A 7811

Entmischung von Düngermischungen beim Umschlag, Transport und Ausstreuen

Dipl.-Ing. Dr. G. TURNHEIM,
KDT*

Zur Einsparung von Arbeitsgängen bei der Ausbringung von Düngern werden seit langem in der Landwirtschaft Düngermischungen aus zwei oder mehr Komponenten hergestellt.

Mit den steigenden Aufwandsmengen, der Konzentration und Spezialisierung der Düngieranwendung in großen Einrichtungen, wo in zentralen Düngelagern jährlich mehrere 1000 t Dünger mit modernen Fördergeräten umgeschlagen und anschließend bis zu 25 km transportiert und mit Schleuderstreuern oder Flugzeugen ausgebracht werden, erlangt das Problem der Entmischung der verschiedenen Komponenten erhöhte Bedeutung. Die Entmischung wird durch das breite Sortiment (26 Düngemittelarten ausschließlich Kalk) und die damit verbundenen unterschiedlichen anwendungstechnischen Eigenschaften der Mischkomponenten begünstigt.

In den letzten Jahren werden deshalb in Anbetracht der verstärkten Herstellung granulierter Ein- und Mehrnährstoffdünger in verschiedenen Ländern eingehende Untersuchungen zur Entmischung von Düngermischungen angestellt. In der Literatur wurden bisher Untersuchungen über das Entmischen einer Düngermischung entweder beim Schütten auf einen Kegel [1] [2] oder beim Ausstreuen [3] [4] [5] [6] veröffentlicht. In der Praxis wird jedoch eine meist im Lager hergestellte Düngermischung mit Hilfe verschiedener Fördergeräte umgeschlagen, transportiert, vielleicht erneut

umgeschlagen und dann ausgestreut. Hierbei kann sich der Entmischungseffekt addieren oder auch teilweise ganz aufheben. Die Entmischung muß deshalb bei industriemäßigen Verfahren der Düngieranwendung, wie sie in der DDR vorherrschen, in der gesamten Verfahrenskette (vom Lager bis zum Boden) untersucht werden.

Methodik

Da die Entmischung im wesentlichen von der Korngröße, Kornform und spezifischen Masse abhängig ist [1] [2] [3] [4] [7] [8], wurden Grundmischungen mit 2 Hauptnährstoffen (P : K = 1 : 3) und 3 Hauptnährstoffen (N : P : K = 1 : 0,4 : 1,1) während des gesamten Arbeitsverfahrens der Düngung auf ihre Entmischung untersucht (Bild 1). Als Mischverfahren wurden Mischung mit Greiferkran, Mischung durch Zusammenführen von Gutströmen und Mischung mit dem Rotationsmischer angewendet.

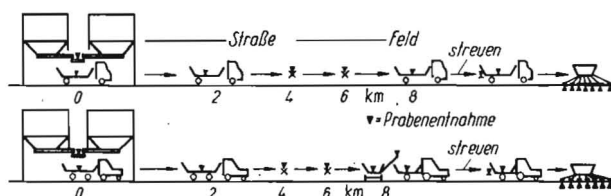


Bild 1. Schema der Probenentnahme zur Untersuchung der Entmischung

* Institut für Mineraldüngung Leipzig der DAL zu Berlin
(Direktor: Prof. Dr. habil. P. KUNDLER)

Tafel 1. Übersicht zum Programm und zur Methodik der Untersuchungen

Arbeitsabschnitt	Fragestellung	Untersuchung	Dünger	Anlagen, Maschinen	Systematik der Probenentnahme	Methodik der Probenauswertung
Mischung	Mischgenauigkeit bei Herstellung von Düngermischungen	— Korngrößenverteilung — Nährstoffverhältnis	PK-Düngermischung NPK-Düngermischung	— Mischung mittels Greiferkran — Mischung durch Zusammenführen von Gutströmen	— 7 Proben je Mischungseinstellung und Düngermischung	— Stickstoffbestimmung nach TGL 20826 ($\pm 0,2\%$) — Bestimmung d. wasserlös. Phosphor n. L. SCHMIDT ($\pm 0,25\%$) — Kaliumbest. nach der Kalignostmethode — Siebanalysen im Korngrößenbereich zwischen 1,6 ... 4 mm
Transport	Entmischungserscheinungen beim Beladen, Transportieren und Entladen von Düngermischungen	— Korngrößenverteilung — Nährstoffverhältnis	PK-Düngermischung NPK-Düngermischung	— Mischung mittels Rotationsmischer		— Ein Wert als arithm. Mittel aus 7 Meßwerten
Ausbringung	Entmischungserscheinungen beim Streuen mit Schleuderdüngerstreuer	— Korngrößenverteilung — Nährstoffverhältnis	PK-Düngermischung NPK-Düngermischung NPK-Mehrnährstoffdünger PK-Mehrnährstoffdünger	— LKW W50 als kombiniertes Transport- und Streufahrzeug (D 032) — traktorgezogene Hänger mit Übergabeschnecke — LKW W50 als kombiniertes Transport- und Streufahrzeug (D 032) — Anbauschleuderstreuer D028	— Nach jeweils 2 km eine Probe mit 3 Wiederholungen je Düngerart — Auffangen des Düngers über Arbeitsbreite mit 3 Wiederholungen je Düngerart	— wie im vorhergehenden Arbeitsabschnitt — Ein Wert als arithm. Mittel aus 3 Meßwerten

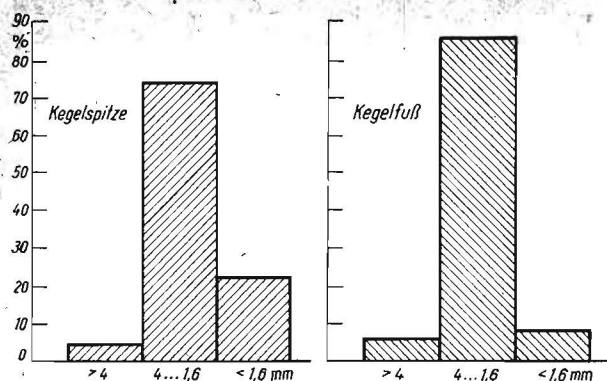


Bild 2. Anteil der Fraktionen in Prozent in einem Düngerkegel einer NPK-Düngermischung

Tafel 2. Vergleich der Mischverfahren

Mischverfahren	Nährstoffverhältnis N:P:K		Durchschnittliche Abweichung von der Norm N:P:K in %
	Norm	Mittelwert	
Kranmischung	0:1:8,2	0:1:4,8	0:0:3,4 42
Gutstrommischung	0:1:3	0:1:2,6	0:0:0,83 28
Rotationsmischung	1:0,4:0,9	1:0,4:0,87	0:0,10:0,31 29

Mit diesen Mischverfahren hergestellte Grundmischungen wurden über eine Entfernung von etwa 8 km zum Feldrand transportiert.

Der Transport erfolgte auf sehr guter, guter und schlechter Straße mit LKW und traktorgezogenem Hänger. Durch Probenentnahme am Feldrand wurde die Entmischung festgestellt, und die Mischung entweder durch Schneckenförderer an Schleuderstreuer übergeben oder bei kombinierten Transport- und Streufahrzeugen anschließend ausgebracht. Während des Ausstreuens wurden Proben aus dem Düngerstrom vor dem Auftreffen auf die Schleuderscheiben und über die gesamte Arbeitsbreite entnommen.

Zusätzlich erfolgten Untersuchungen zur Entmischung von Düngermischungen während der Förderung mit pneumatischen Anlagen und Schneckenförderern.

Die Proben wurden auf Nährstoff (Stickstoff, Phosphor und Kalium), Wassergehalt und Kornspektrum nach bekannten Methoden untersucht (Tafel 1).

Untersuchungsergebnisse

Mischverfahren

Nach der in der Praxis vielfach noch anzutreffenden Methode wurde mit dem Kran jeweils ein Greifer staubförmiges Superphosphat (8 Prozent P) und granuliertes Kaliumchlorid (50 Prozent K) in ein Transportfahrzeug geladen.

Beim zweiten Mischverfahren erfolgte die Mischung nach dem Prinzip ineinanderfließender Gutströme mit den Mischkomponenten granuliertes Superphosphat (8 Prozent P) und granuliertes Kaliumchlorid (50 Prozent K).

Zur Herstellung einer NPK-Düngermischung aus granuliertem Kalkammonsalpeter (25 Prozent N), granuliertem Superphosphat (8 Prozent P) und granuliertem Kaliumchlorid (50 Prozent K) diente ein Betonmischer als Rotationsmischer. Die einzelnen Komponenten wurden gewogen, in den Betonmischer geschüttet, 2 min gemischt, und nach jeweils 0,5 min in drei Wiederholungen Proben mit dem Probenstecher entnommen.

Wie die Ergebnisse zeigen, kann man die Anwendung der „Gutstrommischung“ empfehlen (Tafel 2). Die Gleichmäßigkeit der Düngermischung ist bei den Verfahren Gutstrommischung und Rotationsmischung übereinstimmend. Die Abweichungen im Verfahren Kranmischung werden wesentlich von den verfahrensbedingten Fehlern (ungleichmäßig gefüllter Greifer, Rieselverluste) beeinflusst. Das Verfahren der Gutstrommischung hat den wesentlichen technologischen Vor-

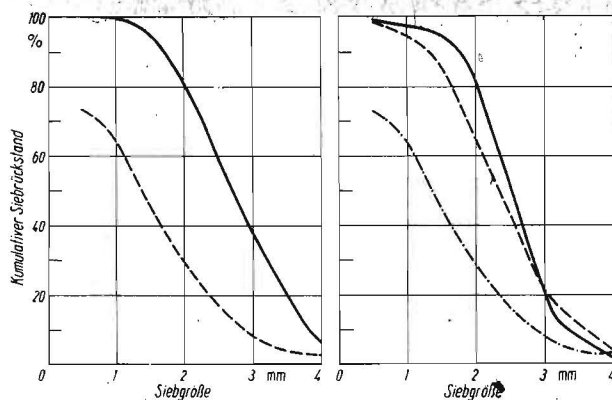


Bild 3. Korngrößenverteilung (PK-Düngermischung). — Superphosphat (DBR). - - - Kaliumchlorid (DDR)

Bild 4. Korngrößenverteilung (NPK-Düngermischung). — Kalkammonsalpeter (DBR), - - - Superphosphat (DBR), - · - · - Kaliumchlorid (DDR)

teil, daß die Mischung kontinuierlich ohne Unterbrechung des Auslagerungsprozesses erfolgen kann.

Entmischung bei Umschlagprozessen

Die Anzahl der Umschlagprozesse hat wesentlichen Einfluß auf die Entmischung [9]. Besonders die Kegelbildung bei der Lagerung sowie in Behältern und Transportfahrzeugen bewirkt eine Entmischung. Einer eingehenden Untersuchung unterzogen dieses Problem [6] und [1], so daß der Verfasser nur in einem Fall einer „ausgeglichenen“ NPK-Düngermischung (Bild 2) und einer „unausgeglichenen“ PK-Düngermischung diese Fragestellung untersuchte. Die Ergebnisse bestätigen, daß bei einer Kegelbildung der Anteil der groben Fraktionen an der Kegelspitze überwiegt. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der „unausgeglichenen Mischung“ aus staubförmigem Superphosphat und granuliertem Kaliumchlorid. Bei der Schüttung dieser Mischung auf das Transportfahrzeug zeigten die Proben von der Kegelspitze ein durchschnittliches Nährstoffverhältnis von 0:1:0,72 und am Kegelfuß von 0:1:5,0.

Über die Mischungseffekte bei der Förderung mit pneumatischen Förderern und Schneckenförderern sind Untersuchungen nicht bekannt. Im Rahmen einer Untersuchung zur Förderbarkeit von Düngemitteln mit diesen Förderern [10] [11] wurden auch Proben zur Bestimmung der Entmischung entnommen. Diese Untersuchungen zeigten, daß eine Entmischung bei beiden Förderarten nicht auftritt bzw. vernachlässigbar klein ist.

Entmischung beim Transport

Daß die Entmischung während des Transports im wesentlichen von der Korngröße der Mischkomponente abhängig ist, zeigen die durchgeführten Untersuchungen (Tafel 3). Besonders deutlich wird dies am Beispiel der PK-Düngermischung aus granuliertem Kaliumchlorid und staubförmigem Superphosphat. Der Einsatz eines granulierten Superphosphats als Mischkomponente führte zu einer wesentlichen Verringerung der Entmischung. Aber auch in diesem Fall tritt Entmischung durch Kaliumabnahme in der Kegelspitze, als Folge des hohen Anteils feiner Fraktionen im Kaliumchlorid ein (Bild 3). Der Unterschied in der Korngrößenverteilung der NPK-Düngermischung (Bild 4) führte ebenfalls zu Entmischungserscheinungen während des Transports, indem eine Abnahme des Kaliums in der Kegelspitze erfolgte.

Entmischung beim Streuen

Die größte Entmischung tritt beim Streuen mit Schleuderstreuern infolge unterschiedlicher Korngröße auf. Auf der

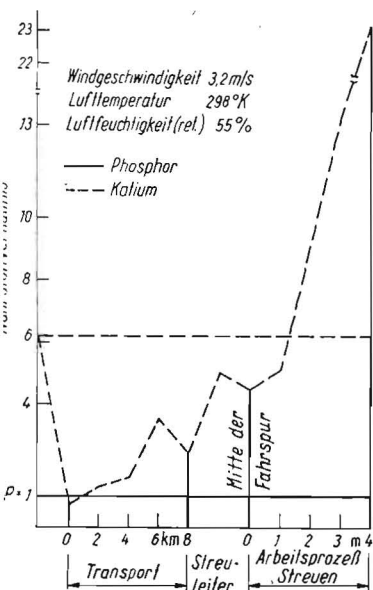


Bild 7. Segregation einer PK-Düngermischung aus staubförmigem Superphosphat und granuliertem Kaliumchlorid. Transportfahrzeug LKW W 50, Streugerät Schleuderstreueraufsatz D 032

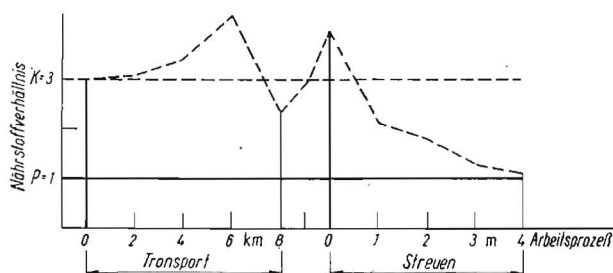


Bild 8. Segregation einer PK-Düngermischung aus staubförmigem Superphosphat und Kaliumchlorid. Transportfahrzeug LKW W 50, Streugerät Schleuderstreueraufsatz D 032; Windgeschwindigkeit 1 m/s, Lufttemperatur 287°K, Luftfeuchtigkeit (relativ) 80 Prozent. — Phosphor, - - - Kalium

Grundlage der Untersuchungen [3] kann man schlussfolgern, daß bei einer Düngermischung aus Komponenten mit unterschiedlicher Korngrößenverteilung eine Entmischung unvermeidlich ist. [3] gibt als Faustzahl eine Korngrößen-Streubreiten-Relation an, die für alle Schleuderstreuer annähernd Gültigkeit hat (die Indizes kennzeichnen die durchschnittliche Korngröße):

$$b_{0,3 \text{ mm}} : b_{0,7 \text{ mm}} : b_{1,5 \text{ mm}} : b_{3,0 \text{ mm}} = 50 : 75 : 90 : 100$$

Ähnliche Schlussfolgerungen lassen die durchgeführten Untersuchungen zu (Tafel 4). Als Extremfall sei wieder die PK-Düngermischung aus granuliertem Kaliumchlorid und staubförmigem Superphosphat vorangestellt (Bild 5). Aber auch die relativ geringe Abweichung in der Korngrößenverteilung des staubförmigen Superphosphats und staubförmigen Kaliumchlorids (Bild 6) führt zu einer Kaliumabnahme am Rande der Arbeitsbreite.

Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Wie die Untersuchungen zeigten, ist die Entmischung bei einem abgestimmten Kornspektrum der Mischkomponenten während des Transports im Vergleich zum nachfolgenden Arbeitsgang „Streuen“ vernachlässigbar. Der beim Transport durch Erschütterung bewirkte Prozeß der Entmischung wirkt genau entgegen den bei der Beladung der Transportfahrzeuge auftretenden Entmischungserscheinungen. Während der Beladung bewirkt, wie oben dargelegt, die Kegelform eine Anhäufung der kleinen Fraktionen in der Kegelspitze

Tafel 3 Entmischung während des Transports

Düngermischung	Nährstoffverhältnis				
	0 km	2 km	4 km	6 km	8 km
Staubförmiges Superphosphat					
Granuliertes Kaliumchlorid	0:1:0,72	0:1:1,3	0:1:1,6	0:1:3,5	0:1:2,4
Granuliertes Superphosphat					
Granuliertes Kaliumchlorid	0:1:2,7	0:1:2,7	0:1:2,7	0:1:2,1	0:1:2,0
Granulierter Kalkammonsalpeter					
Granuliertes Superphosphat					
Granuliertes Kaliumchlorid	1:0,47:1,04	1:0,55:1,25	1:0,51:1,28	1:0,49:1,02	1:0,46:1,04

Tafel 4. Entmischung während des Streuens

Düngermischung	Nährstoffverhältnis N:P:K über die halbe Arbeitsbreite (Mittelwerte aus 6 Versuchen)						
	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
Staubförm. Superphosphat							
Staubförm. Kali	0:1:4,0	0:1:2,1	0:1:1,8	0:1:1,3	0:1:1,1	—	—
Staubförm. Superphosphat							
Granul. Kaliumchlorid	0:1:4,5	0:1:5,1	0:1:8,8	0:1:13,4	0:1:23,2	—	—
Granul. Superphosphat							
Granul. Superphosphat	0:1:3,1	0:1:2,9	0:1:2,8	0:1:2,8	0:1:2,4	0:1:2,5	0:1:2,5
Granul. Kaliumchlorid							
Granul. Kalkammonsalpeter							
Granul. Superphosphat							
Granul. Kaliumchlorid	1:0,47:1,33	1:0,58:1,80	1:0,53:1,62	0:0,47:1,24	—	—	—

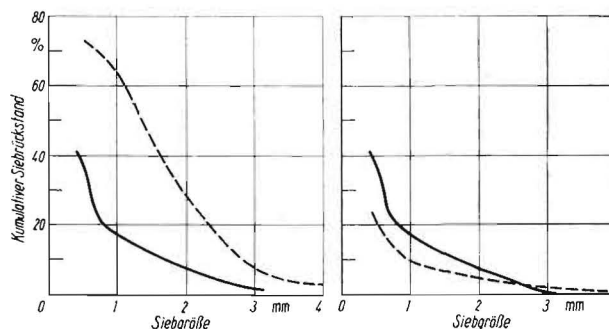


Bild 5. Korngrößenverteilung (PK-Düngermischung). — Superphosphat, staubförmig (DDR), - - - Kaliumchlorid, granuliert (DDR)

Bild 6. Korngrößenverteilung (PK-Düngermischung). — Superphosphat, staubförmig, (DDR), - - - Kaliumchlorid, staubförmig (DDR)

und der großen Fraktionen im Kegelfuß. Während des Transports wandern die kleinen Fraktionen zum Kegelfuß, so daß ein Ausgleichseffekt eintritt.

Besonders deutlich sieht man dies an den als Extrembeispiel durchgeführten Versuchen mit einer PK-Düngermischung aus staubförmigem Superphosphat und granuliertem Kaliumchlorid. Nach der Beladung des Transportfahrzeuges war das Nährstoffverhältnis in der Kegelspitze 0:1:0,7, also ein deutliches Überwiegen des staubförmigen Superphosphats und im Kegelfuß 0:1:9,1. Nach 8 km Transportstrecke war das Verhältnis in der Kegelspitze 0:1:2,4 und im Kegelfuß 0:1:5,0. Entmischung beim Transport hat entgegengesetzte Wirkung wie die Entmischung durch den Beladeprozess. Deshalb sind die von [12] theoretisch angenommenen und berechneten Entmischungen über die Transportstrecke und daraus gezogenen Schlußfolgerungen, daß am Anfang und Ende des Streuvorgangs durch unterschiedliche Granulatgröße am Boden und der Oberfläche des Streubehälters andere Nährstoffverhältnisse ausgebracht werden, für die Praxis bedeutungslos. Außer dem nachgewiesenen Ausgleichseffekt wird beim Düngerstreuer mit zwangsweiser Düngerzufuhr über Rollboden, Kratzerkette oder Schnecke der Behälterinhalt von hinten nach vorn (zu den Streuteilern) entleert, so daß ein weiterer Mischeffekt entsteht.

Eine Summierung der Entmischungserscheinungen vom Beladen des Transportfahrzeuges bis zum Beginn des Streuvorgangs tritt nicht ein.

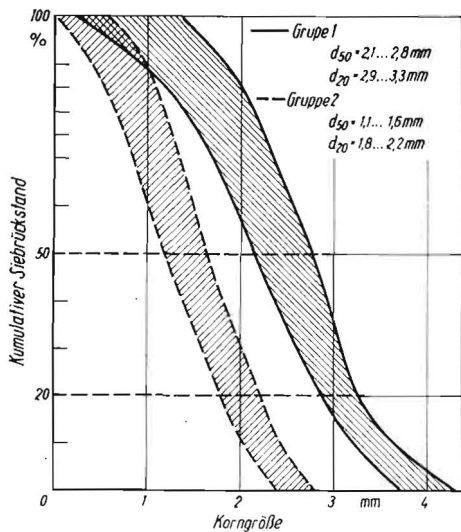


Bild 9. Grenzkurven der Korngrößenverteilung zur Herstellung granulierter Düngermischungen

Die größte Entmischung entsteht beim Streuen mit Schleuderstreuern. Den Einfluß der Korngrößen auf die Entmischung beim Streuen zeigten besonders deutlich die Versuche mit der PK-Düngermischung aus granuliertem Kaliumchlorid und staubförmigem Superphosphat (Bild 7). Aber auch die PK-Düngermischung aus staubförmigem Kaliumchlorid und staubförmigem Superphosphat zeigte beim Streuen Entmischungsercheinungen (Bild 8).

Es entsteht nun die Frage, welcher Zusammenhang besteht zwischen der Entmischung bei Düngermischungen während des Streuens mit Schleuderstreuern und dem Variationskoeffizienten „s“ als Maß der Streugenaugigkeit. Der Variationskoeffizient wird nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \sum x}{n - 1}} \text{ [g]}$$

berechnet, wobei der Einzelwert x die Masse des Düngers darstellt, der auf quer zur Fahrtrichtung des Streuers über die Streubreite ausgelegten Auffangflächen (in der DDR 50×50 cm) beim Streuen fällt. Bei den Düngermischungen setzt sich der Einzelwert x aus mindestens zwei Werten entsprechend den Mischkomponenten zusammen. Bei einer NPK-Düngermischung ist somit

$$x = x_N + x_P + x_K$$

Tritt eine Entmischung ein, so wird sich das Masseverhältnis von $x_N : x_P : x_K$ über die Streubreite verändern. Eine solche Veränderung kann ohne Einfluß auf den absoluten Wert von x sein. Somit hat der in den Prüfberichten für Düngerstreuer angegebene Variationskoeffizient als Maß der Arbeitsgüte bei Ausbringung von Düngermischungen nur unter der Bedingung Gültigkeit, daß keine Entmischung auftritt und somit das Verhältnis $x_N : x_P : x_K$ über die Arbeitsbreite gleichbleibt.

Wie die Untersuchungen [3] beweisen, hängt der Variationskoeffizient u. a. auch von der Korngröße ab. Das Streubild wird somit wesentlich auch von der Korngrößenverteilung des Düngers bestimmt. Bei einer zur Entmischung neigenden Düngermischung wird daher auch eine Überlappung der Streubreiten zur Erzielung eines optimalen Variationskoeffizienten nicht zum Ausgleich der Nährstoffmischung führen.

Bei der Prüfung von Schleuderstreuern zur Ausbringung von Düngermischungen ist somit zusätzlich die Bestimmung des Nährstoffverhältnisses je Einzelwert x erforderlich. Da die Entmischung einer Düngermischung von einer Reihe von Faktoren, wie Korngrößenverteilung der Mischkomponenten, Masseverhältnis der Mischkomponenten, Wasser-

gehalt der Mischkomponenten, Form der Granulate der Mischkomponenten u. a. m. abhängig ist, die nur unter hohem Aufwand signifikant sind, würde eine besondere Prüfung von Schleuderstreuern zum Streuen von Düngermischungen für die Praxis nicht verwertbar sein.

Als Maßnahmen gegen die Entmischung bei Düngermanwendung sieht der Verfasser drei Möglichkeiten:

- Beimengungen von Zusätzen
- Einsatz von Dünger mit abgestimmtem Kornspektrum
- Einsatz von Mehrnährstoffdüngern

Die Verwendung von Zusätzen als feste Beimengungen oder Flüssigkeiten stellt nach Untersuchungen der TVA [13] keine befriedigende Lösung dar. Die Anwendung von Asbestfasern und Glaswolle führte zu keiner wesentlichen Herabsetzung der Entmischung. Die Behandlung mit Öl, Öl- und Asbestfasern, Petroleum- und Paraffinmischungen erzielte zwar bessere Antientmischungswirkung, führte jedoch zu anderen Nachteilen der Fertigprodukte, wie Klebrigkeit und Verminderung der Gleitfähigkeit (Freifließbarkeit). Außerdem betrug die Wirkungsdauer einer solchen Behandlung maximal einen Monat. Somit müssen sich alle Maßnahmen zur Verringerung der Entmischung, abgesehen vom Einsatz von Mehrnährstoffdüngern, auf die Abstimmung des Kornspektrums der Einzelbestandteile einer Mischung konzentrieren.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Entmischung einer Düngermischung von der Größe, Form und Dichte der Bestandteile abhängig ist, wurde das gegenwärtige Düngersortiment der DDR auf diese Variablen hin untersucht. Die Untersuchung zeigt eindeutig, daß sowohl in Größe als auch in Form und Dichte bedeutende Unterschiede vorhanden sind und somit eine Entmischung bei Düngermischungen aus diesen Düngern unvermeidlich ist.

In Anlehnung an die Methode von [8] wurden vom Verfasser auf Grund der Untersuchungen die Grenzkurven der Korngrößenverteilung granulierter Dünger bestimmt, die als Komponenten zur Herstellung von Düngermischungen Anwendung finden sollen (Bild 9). Alle Dünger, deren Korngrößenverteilung innerhalb der Flächen verlaufen, die von den Grenzkurven umrissen sind, lassen sich mischen.

Daraus ergibt sich, daß für die Verhältnisse der DDR folgende zwei Düngermischgruppen möglich sind:

- Düngermischgruppe mit einem Kornspektrum von 90 bis 95 Prozent zwischen 1,5 bis 4 mm Korngröße
- Düngermischgruppe mit einem Kornspektrum von 90 bis 95 Prozent zwischen 0,5 bis 2,5 mm Korngröße

Die erste Düngermischgruppe besteht aus Kalkammonsalpeter, Superphosphat und Kaliumchlorid. Damit die Korngrößenkennlinien dieser Dünger innerhalb der Grenzkurven verlaufen, sind folgende Veränderungen im Kornspektrum erforderlich:

- Verminderung des Anteils $< 1,0$ mm bei Kalkammonsalpeter
- Verminderung des Anteils $> 4,0$ mm bei Superphosphat
- wesentliche Verminderung des Anteils $< 1,0$ mm bei Kaliumchlorid

Die zweite Düngermischgruppe besteht aus Ammonsulfat, Harnstoff, Alkalisinterphosphat, Kamex und Emge-Kali. Die Korngrößenkennlinien dieser Dünger entsprechen den gestellten Anforderungen in keiner Weise, so daß wesentliche Veränderungen im Kornspektrum erforderlich wären, damit ihre Korngrößenkennlinien innerhalb der Grenzkurve verlaufen.

Ohne Veränderungen der Korngrößenkennlinien sind deshalb gegenwärtig NPK-Düngermischungen nicht anwendbar. Bei PK-Düngermischungen ist nur unter Vernachlässigung der Streugenaugigkeit eine Mischung zwischen staubförmigem Superphosphat und Kaliumchlorid einerseits und Alkalisinterphosphat und Kamex andererseits möglich. Da die Anwendung von PK-Düngermischungen gegenüber der getrennten Ausbringung von Phosphor und Kalium arbeitswirtschaftliche Vorteile, wie geringere Verfahrenskosten

(\approx 2,00 M/ha), geringeren Arbeitsaufwand und geringere Investitionen für Düngerstreuer aufweist, kann dieses Verfahren, solange keine PK-Mehrnährstoffdünger vorhanden sind, auf gut mit P und K versorgten Böden Anwendung finden.

Jede Gefahr der Entmischung wird durch die Anwendung von Mehrnährstoffdünger beseitigt.

In der Düngerindustrie ist somit eine Optimierung der Maßnahmen zur schnellen Steigerung der Mehrnährstoffdüngerproduktion einerseits und der Qualitätsverbesserung bei den wichtigsten Einnährstoffdüngern andererseits notwendig, da davon die weitere Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion abhängig ist.

Zusammenfassung

Die Korngrößenbereiche der in der DDR hergestellten Einnährstoffdünger gestatten nicht, in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft NPK-Düngermischungen anzuwenden. Eine Mischung von staubförmigen oder granulierten Phosphor- und Kaliumdünger ist nur zwischen Superphosphat und Kaliumchlorid oder Alkalisinterphosphat und Kamex möglich, wobei die Streugenaugigkeit „s“ auf Grund der Entmischung über 30 Prozent liegen kann. Die Anwendung von Düngermischungen erfordert gegenüber Mehrnährstoffdünger:

- höheren Aufwand an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit
- höhere Anforderungen an die Arbeitsorganisation und Sorgfalt bei der Handhabung der Dünger zur Vermeidung von Entmischungen.

Literatur

- [1] HOFFMEISTER, G.: Verträglichkeit von Ausgangsprodukten in Mischdüngermitteln. Commercial Fertilizer 107 (1963) H. 2, S. 23 bis 27
- [2] de GEUS, I. G.: Entwicklungen auf dem Düngergebiet in den USA. Stikstof, 5 (1966) H. 49, S. 4 bis 19
- [3] HOLLMANN, W.: Untersuchungen über die Düngerverteilung von Schleuderstreuern. Dissertation 1962, Technische Universität Berlin
- [4] MOOR, R. V.: Streuprobleme und nicht einheitliche Granulatgröße. Agricultural Chemicals (1963) April, S. 52, 55, 105, 107
- [5] HARDESTY, J. O.: Prinzipien der Düngeragglomeration. Commercial Fertilizer (1964) Sept., S. 30, 32, 34, 35, 38, 56
- [6] RUSSEL, C. H.: Wie Monsanto die Entmischung beim Mischen von Schüttgut herabsetzt. Commercial Fertilizer (1965) H. 2, S. 54 und 55
- [7] HARDESTY, J. O.: Grundmischungen für trockene Granulatdüngermischungen für Mischungen nach Kundenwünschen und in Standardqualitäten. Commercial Fertilizer (1964) April, S. 23 bis 25, 58, 59
- [8] RUSSEL, C. H.: Man kann die Qualität einer Mischung einschätzen. Farm Chemicals (1965) März, S. 86 bis 88, 90, 92
- [9] HIGNETT, T. P.: Segregation. Farm Chemicals (1964) Febr., S. 55 und 56
- [10] TURNHEIM, G. W. / W. POTZSCH: Möglichkeiten der Förderungen von Düngemitteln mit Schneckenförderern. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) II, 2, S. 75 bis 77
- [11] TURNHEIM, G.: Einsatz pneumatischer Förderanlagen bei der Mechanisierung von Arbeitsprozessen der Mineraldüngung im Rahmen agrochemischer Zentren. Unveröffentlichte Studie des IMD, Januar 1968
- [12] JENSEN, D. / I. PESEK: Unwirksame Düngenanwendung als Ergebnis einer ungleichmäßigen räumlichen Streuung (3 Teile). Soil Society Proceedings 26 (1962) S. 170 bis 182
- [13] HIGNETT, T. P.: Was sind die vergleichbaren ökonomischen Faktoren der Komplex-, Misch- und Flüssigkeitsmittel? Agricultural Chemicals (1964) April, S. 58, 60, 127, 128
- [14] TURNHEIM, G.: Internationale Entwicklungstendenzen der Mineraldüngung. Die Deutsche Landwirtschaft 18 (1967) Nr. 5, S. 208 bis 211 A 7673

Rationeller Einsatz der LKW-Streuer für die Mineraldüngung

Dr. habil. K. BOHL* /
Dipl.-Landw. G. DURKOP*

Der zunehmend höhere Düngeraufwand in unserer Republik erfordert neue Organisationsformen der Mineraldüngung. Durch den Aufbau Agrochemischer Zentren (ACZ) erfolgt künftig eine zentrale Lagerung der Düngemittel in entsprechenden Großschüttlagern. Von hier wird der Dünger zu den Feldern gefahren und ausgestreut. Nur rationelle Arbeitsverfahren und eine entsprechende Schlagkraft ermöglichen bei dieser Konzentration, die Düngungstermine einzuhalten.

Zur Einführung industriemäßiger Arbeitsverfahren wurden den agrochemischen Brigaden im letzten Jahr eine größere Anzahl von Streuaufsätzen D 032 (Hersteller: VEB Landmaschinenbau Barth) und D 4 (Hersteller: PGH Neusalz [Vogtland]) geliefert. Beide Streuaufsätze sind Schleuderstreuer mit Förderketten, die sich in ihrer äußeren Form wenig, jedoch hinsichtlich ihrer technischen Parameter stärker unterscheiden.

So beträgt die Nutzmasse des D 032 4,3 t, die des D 4 bei Einsatz des LKW S 4000 2,2 t, beim LKW W 50 3,5 t und beim Hänger THK 5 3,8 t [1]. Der Antrieb der Förderkette erfolgt beim D 032 über Reibrad vom linken Hinterrad-

reifen und beim D 4 durch einen 13-PS-Dieselmotor. Der Reibradantrieb bringt durch wegeabhängige Dosierung eine bessere Verteilung der zu streuenden Düngermengen. Er führt aber bei nasser Witterung auf lehmigen Böden zu stärkerem Schlupf, was jedoch durch eine Kettenauflage vermindert werden kann.

Der D 032 wird nach Abnahme der Pritsche auf den Rahmen des LKW W 50 gesetzt. Dadurch ergeben sich eine höhere Nutzmasse und eine höhere Tagesleistung (Tafel 1 und 2), aber auch eine höhere Umrüstzeit von 290 AKmin für 2 AK (120 aufsetzen, 170 abbauen) mit erforderlichem Hebezeug von 1,5 Mp Tragkraft [2]. Der dadurch tiefer liegende Schwerpunkt des Fahrzeuges erlaubt den Einsatz bis 25 Prozent Hangneigung in Schichtlinie.

Der D 4 wird auf die Pritsche des jeweiligen Fahrzeuges gesetzt, was in 15 bis 20 min und bei Kipper ohne Hebezeug möglich ist. Die Hangtauglichkeit liegt nur bei etwa 10 bis 12 Prozent. Das schnelle Umrüsten des LKW-Streuers mit dem Streuaufsatz D 4 ermöglicht den täglich wechselweisen Einsatz des LKW als Streufahrzeug und als Transport-Fahrzeug für andere Güter. Preislich ist der D 4 mit 12 800 M infolge des Zusatzmotors um 1800 M teurer als der D 032.

* Ingenieurbüro für Agrochemische Zentren (Direktor: Dr. B. MEIER)

Tafel 1. Schichtleistung eines LKW-Streuers D 032 (9-h-Schicht)

Feldentfernung km	0,6 t/ha	1,3 t/ha	3,0 t/ha
0	27,5	43,7	70,0
5	22,5	30,0	39,0
10	18,0	22,5	27,2
15	15,3	18,0	20,7
20	13,4	16,2	17,0
25	11,3	13,0	14,1

Tafel 2. Schichtleistung eines LKW-Streuers D 4 (9-h-Schicht)

Feldentfernung km	0,6 t/ha	1,3 t/ha	3,0 t/ha
0	27,0	42,5	67,0
5	21,3	28,7	34,6
10	16,4	20,7	24,3
15	13,7	16,4	18,1
20	11,6	13,3	14,7
25	10,0	11,2	12,3