

# Einfluß variierter Schleuderscheibendrehzahlen auf die Kornzerstörung bei der Mineraldüngerapplikation

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

## 1. Einleitung

Die Ausbringung fester Mineraldünger erfolgt international zu über 90% und in der DDR ausschließlich mit Schleuderscheibenstreuern. Dabei wird die Arbeitsqualität sowohl von den maschinenbautechnischen Parametern der Streuer als auch von den physikalischen Eigenschaften der Mineraldünger sowie von exogenen Faktoren beeinflusst [1, 2, 3, 4].

Bei der Verteilung der Mineraldünger mit Schleuderscheiben unterliegen die Granalien und Prills hohen statischen und dynamischen Belastungen. Werden dabei Kornzerstörungen verursacht, können negative Auswirkungen auf die Streugenaugigkeit und die Arbeitsbreite entstehen. Diese sind um so größer, je höher der Anteil von Teilchen < 1 mm ist [5, 6].

Während zahlreiche Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlicher Korngrößenklassen auf die Streugenaugigkeit durchgeführt wurden, sind Untersuchungen zum Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf die Kornzerstörung von Mineraldüngern bei der Applikation mit Schleuderscheibenstreuern nicht bekannt. Den nachfolgend beschriebenen Untersuchungen lag deshalb die Aufgabe zugrunde, das Ausmaß der Kornzerstörung der granulierten und geprillten Stickstoffdünger

des DDR-Sortiments bei variierten Schleuderscheibendrehzahlen zu bestimmen und Schlußfolgerungen für den Applikationsprozeß abzuleiten.

## 2. Versuchs- und Untersuchungsmethodik

Zur Durchführung der Versuche wurde ein stationärer Prüfstand entwickelt, gebaut und genutzt. In vergleichenden Untersuchungen mit einem speziell ausgerüsteten traktorengezogenen Schleuderscheibenstreuer konnten keine Unterschiede zwischen beiden Geräten ermittelt werden.

Die Untersuchungen erfolgten bei Schleuderscheibendrehzahlen von 550, 750, 950, 1150 und 1350 U/min. In die Prüfungen wurden Harnstoff, Kalkammonsalpeter, Kali 60 und Ammophos einbezogen. Die Ausbringungsmengen betragen 75, 150, 300 und 500 kg/ha. Jede Versuchseinstellung wurde vierfach wiederholt. Die Auswertung der Kornzerstörungsmessungen erfolgte durch:

- Bestimmung der Veränderung des Nennkornanteils, der durch den jeweiligen Standard festgelegt ist
- Ermittlung der Kornzerstörungssumme durch Differenzbildung zwischen den Korngrößenklassen vor und nach der Prüfung
- Feststellung des Feinkornanteils < 1 mm vor und nach der Prüfung.

Die Abhängigkeit der Kornzerstörung von der Schleuderscheibendrehzahl ist regressionsanalytisch geprüft worden.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Untersuchungen mit Kalkammonsalpeter

Der in den Untersuchungen verwendete Kalkammonsalpeter hatte folgende Parameter:

- Korngrößenklassenzusammensetzung
 

< 0,63 mm	1,0 %
< 1,0 bis $\geq$ 0,63 mm	5,0 %
< 4,0 bis $\geq$ 1,0 mm	88,0 %
< 6,3 bis $\geq$ 4,0 mm	6,0 %
- Wassergehalt 0,14 %
- statische Kornfestigkeit, bezogen auf einen Durchmesser von 2,5 mm 17,9 N.

Der Einfluß variierter Schleuderscheibendrehzahlen auf die Veränderung des Nennkornanteils ist im Bild 1 dargestellt. Entsprechend dem Standard ist für Kalkammonsalpeter ein Nennkornanteil von  $\geq 88\%$  im Korngrößenbereich  $\geq 1,0$  bis < 4,0 mm, der auch beim verwendeten Kalkammonsalpeter vorlag, festgelegt. Bis zu Schleuderscheibendrehzahlen von 1000 U/min konnte bei allen Ausbringungsmengen keine wesentliche Verringerung des Nennkornanteils festgestellt werden. Dies ist auf die hohe statische Kornfestigkeit des Kalkammonsalpeters von 17,9 N zurückzuführen. Eine wesentliche Verringerung des Nennkornanteils trat bei Schleuderscheibendrehzahlen von  $\geq 1150$  U/min ein, wobei eine deutliche Beziehung zur Höhe der Ausbringungsmenge bestand. Mit der Erhöhung der Ausbringungsmenge von 150 auf 300 kg/ha verminderte sich der Anteil zerstörter Granalien. Bei einer weiteren Steigerung der Ausbringungsmenge auf 500 kg/ha setzte sich diese Tendenz jedoch nicht fort. Aus den vorliegenden Versuchsdaten kann hierfür auch unter Berücksichtigung des Wassergehalts und der statischen Kornfestigkeit des Kalkammonsalpeters keine Ursache abgeleitet werden.

Die Kornzerstörungssumme erreichte bei der höchsten Drehzahl von 1350 U/min 37%. Bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1150 U/min, bei denen die Applikation mit dem Streuer D035B erfolgt, sank die Kornzerstörungssumme auf 25 bis 27%. Ein Einfluß der Höhe der Ausbringungsmenge konnte nicht festgestellt werden (Bild 2).

Bis zu Schleuderscheibendrehzahlen von 900 U/min trat keine wesentliche Zunahme des Feinkornanteils ein. Während bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1150 U/min der Feinkornanteil auf 12 bis 16% stieg, erhöhte sich der Feinkornanteil bei Drehzahlen von 1350 U/min auf etwa 20% (Bild 3).

Bild 4. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Nennkornanteil  $\geq 1,0$  bis < 4,0 mm von Ammophos; Ausbringungsmengen s. Bild 1: a B = 0,94, b B = 0,92, c B = 0,92

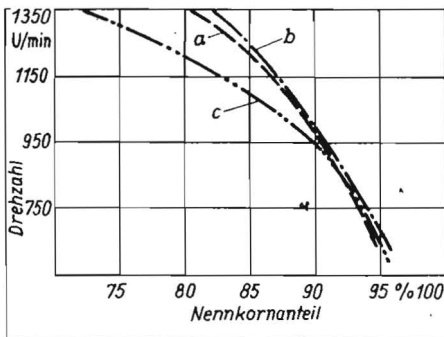


Bild 1. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Nennkornanteil  $\geq 1,0$  bis < 4,0 mm von Kalkammonsalpeter; a Ausbringungsmenge 150 kg/ha, B = 0,99; b Ausbringungsmenge 300 kg/ha, B = 0,98; c Ausbringungsmenge 500 kg/ha, B = 0,96

Bild 2. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf die Kornzerstörungssumme von Kalkammonsalpeter; Ausbringungsmengen s. Bild 1: a B = 0,80, b B = 0,52, c B = 0,95

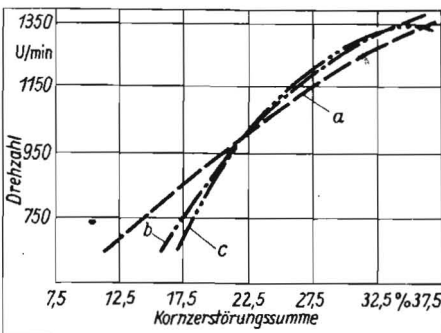
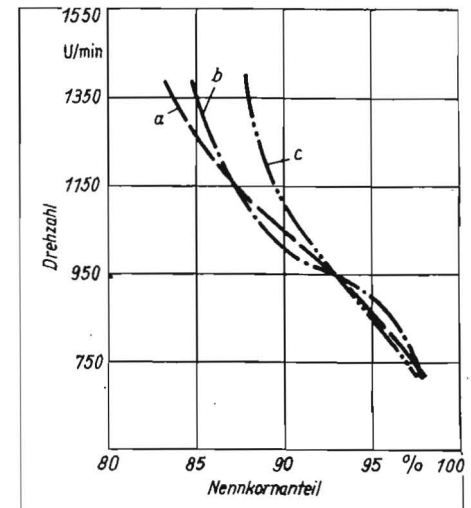
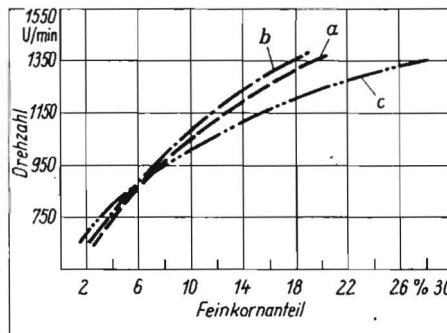


Bild 3. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Feinkornanteil < 1,0 mm von Kalkammonsalpeter; Ausbringungsmengen s. Bild 1: a B = 0,99, b B = 0,99, c B = 0,97



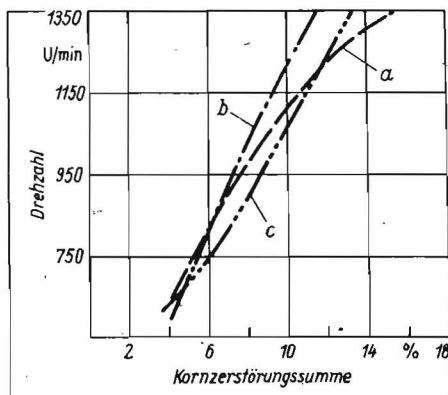


Bild 5. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf die Kornzerstörungssumme von Ammophos; Ausbringmengen s. Bild 1: a B = 0,99, b B = 0,80, c B = 0,98

Entgegen den Erwartungen trat der höchste Feinkornanteil bei der größten Ausbringmenge von 500 kg/ha auf.

### 3.2. Untersuchungen mit Ammophos

Für den zur Versuchsdurchführung genutzten Ammophos wurden folgende Parameter ermittelt:

- Korngrößenklassenzusammensetzung
- < 1,0 mm 0,9 %
- < 4,0 bis  $\geq$  1,0 mm 99,0 %
- $\geq$  4,0 mm 0,1 %
- Wassergehalt 0,4 %
- statische Kornfestigkeit, bezogen auf einen Durchmesser von 2,5 mm 40,7 N.

Für Ammophos ist entsprechend dem Standard ein Nennkornanteil von  $\geq$  95 % im Korngrößenbereich  $\geq$  1,0 bis < 4,0 mm festgelegt. Der verwendete Ammophos hatte einen Nennkornanteil von 99 %.

In den Untersuchungen konnte in Abhängigkeit von der Schleuderscheibendrehzahl eine erhebliche Veränderung des Nennkornanteils nachgewiesen werden (Bild 4). Bereits bei Schleuderscheibendrehzahlen von 850 U/min wurde der Sollwert des Nennkornanteils von  $\geq$  95 % unterschritten. Die Abnahme des Nennkornanteils durch Kornzerstörungen verlangsamte sich jedoch im Vergleich zu Kalkammonsalpeter wesentlich. Während bei Ammophos in Abhängigkeit von der Ausbringmenge bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1350 U/min 82 bis 88 % Nennkornanteil festgestellt wurden, lag der Nennkornanteil bei Kalkammonsalpeter zwischen 72 und 83 %. Dies ist auf die höhere statische Kornfestigkeit des Ammophos zurückzuführen. Bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1150 U/min lagen noch 87 bis 90 % der Granalien im Nennkornbereich vor. Mit steigenden Ausbringmengen verringerte sich bei gleichen Drehzahlen die Kornzerstörung.

Die Auswirkung unterschiedlicher Schleuderscheibendrehzahlen auf die Kornzerstörungssumme ist im Bild 5 dargestellt. Die Kornzerstörungssumme wurde von der Höhe der Ausbringmenge nur unwesentlich beeinflusst. Die maximale Kornzerstörungssumme betrug bei Ammophos 15,5 %. Sie lag

Bild 9. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Feinkornanteil < 1,0 mm von Kali K60-K3; Ausbringmengen s. Bild 1: a B = 0,92, b B = 0,98, c B = 0,98

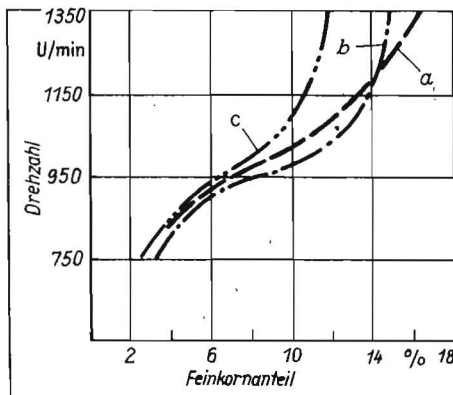


Bild 6. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Feinkornanteil < 1,0 mm von Ammophos; Ausbringmengen s. Bild 1: a B = 0,94, b B = 0,92, c B = 0,92

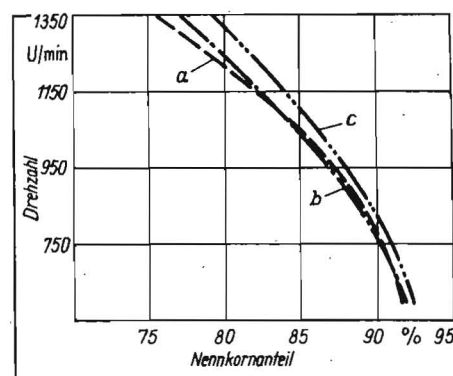


Bild 7. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf den Nennkornanteil von > 1,0 bis < 4,0 mm von Kali60-K3; Ausbringmengen s. Bild 1: a B = 0,89, b B = 0,98, c B = 0,98

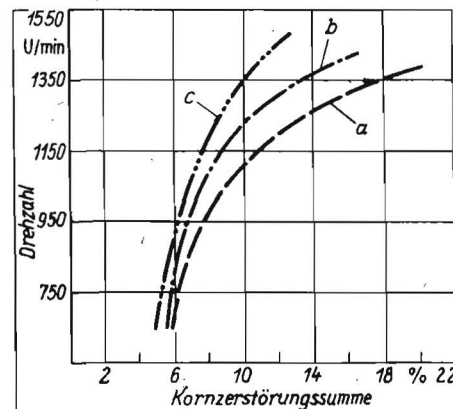
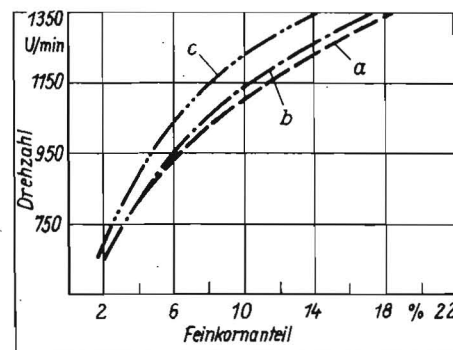


Bild 8. Einfluß der Schleuderscheibendrehzahl auf die Kornzerstörungssumme von Kali K60-K3; Ausbringmengen s. Bild 1: a B = 0,99, b B = 0,81, c B = 0,99



damit erheblich unter der des Kalkammonsalpeters mit 36,5 % (vgl. Bild 2): Die durch Kornzerstörungen verursachte Zunahme des Feinkornanteils erreichte in Abhängigkeit von der Ausbringmenge bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1350 U/min 11 bis 16 %, wobei bei Schleuderscheibendrehzahlen > 1100 U/min nur ein geringer Anstieg festgestellt werden konnte. Bei Kalkammonsalpeter (vgl. Bild 3) trat mit 19 bis 28 % im Vergleich zu Ammophos ein durch Kornzerstörungen bedingter deutlich höherer Feinkornanteil auf.

### 3.3. Untersuchungen

#### mit granuliertem Kali (K60-K3)

Die Untersuchungen erfolgten mit Kalipreßgranulat, das folgende Parameter aufwies:

- Korngrößenklassenzusammensetzung
- < 1,0 mm 4,8 %
- < 4,0 bis  $\geq$  1,0 mm 95,2 %
- $\geq$  4,0 mm 0,0 %
- Wassergehalt 0,24 %
- statische Kornfestigkeit, bezogen auf 2,5 mm Durchmesser 48,3 N.

Der Nennkornanteil verringert sich in Abhängigkeit von der Ausbringmenge bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1350 U/min auf 76 bis 79 % (Bild 7). Die trotz der hohen statischen Kornfestigkeit bewirkte wesentliche Verminderung des Nennkornanteils durch Kornzerstörung kann auf die Sprödigkeit des Produkts zurückgeführt werden. Von allen geprüften Mineraldüngern lag beim Kali K60-Preßgranulat der geringste Einfluß der Höhe der Ausbringmenge bei gleichen Schleuderscheibendrehzahlen vor.

Die maximale Kornzerstörungssumme erreichte bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1350 U/min und bei der niedrigsten Ausbringmenge von 150 kg/ha rd. 18 % (Bild 8). Bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1100 U/min, mit denen die Streuer D032B und D035B arbeiten, sank die maximale Kornzerstörungssumme auf unter 10 %.

Der Feinkornanteil < 1,0 mm erreichte bei der niedrigen Ausbringmenge und bei Schleuderscheibendrehzahlen von 1350 U/min rd. 18 %, bei der höchsten Ausbringmenge rd. 14 % (Bild 9). Damit lag nur ein geringer Einfluß der Höhe der Ausbringmenge auf den Feinkornanteil bei vergleichbaren Schleuderscheibendrehzahlen vor.

### 4. Zusammenfassung

Der Einfluß unterschiedlicher Schleuderscheibendrehzahlen auf die Kornzerstörung bei der Mineraldüngerapplikation wurde anhand der Parameter Nennkornanteil, Kornzerstörungssumme und Feinkornanteil, die vor und nach der Versuchsdurchführung bestimmt wurden, in Prüfstandversuchen analysiert. In den Untersuchungen wurden Kalkammonsalpeter, Ammophos und Kali K60-Preßgranulat einbezogen. Die Schleuderscheibendrehzahlen sind zwischen 750 U/min und 1350 U/min variiert worden. Die Ausbringmengen betragen 150, 300 und 500 kg/ha. In den Untersuchungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Steigende Schleuderscheibendrehzahlen führten zu einer Verminderung des Nennkornanteils sowie zu einer Erhöhung der Kornzerstörungssumme und des Feinkorn-

Fortsetzung auf Seite 228

# Zur Bedeutung des Luftaustausches für die Pflanzenschutzmittelapplikation im Kaltnebelverfahren in Gewächshäusern

Dr. agr. W. Benn, Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der AdL der DDR

Ing. Edeltraud Kuhn, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Die pflanzenschutzmäßige Absicherung der Produktion von Gemüse und Zierpflanzen in Gewächshäusern wird in der DDR zunehmend mit dem hochproduktiven halbstationären bzw. mobilen Kaltnebelverfahren realisiert. Beim Kaltnebelverfahren werden mit Hilfe von Verdichter und Spezialdüsen feintropfige kalte Aerosole erzeugt. Eine gleichmäßige Aerosolverteilung wird im halbstationären Kaltnebelverfahren durch eine systematische Anordnung der Aerosoldüsen im Raum und im mobilen Kaltnebelverfahren durch einen vom Ventilator der Kaltnebelmaschine erzeugten Zuluftstrahl erreicht.

Die Aerosolablagerung und -verteilung auf den Zielflächen hängt von verschiedenen technischen und technologischen Faktoren, aber auch in erheblichem Umfang von den während des Applikations- und Ablagerungsvorgangs herrschenden Klimabedingungen ab. Dabei spielen die Luftströmung (Windgeschwindigkeit) und der von dieser und von der Dichtheit der Gewächshausbauhülle im wesentlichen bestimmte Luftaustausch eine besondere Rolle, denn die Pflanzenschutzmittelaerosole schweben bis zu 3 Stunden im Raum. Dadurch unterliegen sie aufgrund ihrer geringen Sinkgeschwindigkeit erheblich dem Einfluß des Luftaustausches.

Zur Erreichung eines hohen Bekämpfungserfolgs vorhandener Schaderreger ist jedoch die Ablagerung einer bestimmten Menge des aerosolisierten Pflanzenschutzmittels erforderlich.

Ausgehend von den von Beer [1], Heissner [2] u.a. ermittelten Luftwechselzahlen für damals vorhandene Gewächshaustypen wurden Luftwechselzahlbestimmungen für die Gewächshaustypen der EG-5- und EG-2-Bauweise sowie für das Plast-Folien-Gewächshaus „Plauen“ durchgeführt. Des weiteren wurde die Abhängigkeit der Mittelverteilung und -ablagerung vom Luftwechsel untersucht. Aus den erzielten Ergebnissen werden Schlußfolgerungen für den Einsatz der Kaltnebeltechnik zur Bekämpfung von Schaderregern in Gewächshäusern gezogen.

haus „Plauen“ durchgeführt. Des weiteren wurde die Abhängigkeit der Mittelverteilung und -ablagerung vom Luftwechsel untersucht. Aus den erzielten Ergebnissen werden Schlußfolgerungen für den Einsatz der Kaltnebeltechnik zur Bekämpfung von Schaderregern in Gewächshäusern gezogen.

## 2. Meßverfahren

Als Meßverfahren wurde die Indikatorgasmethode angewendet. Das Prinzip der Messung besteht darin, daß ein Indikatorgas im Raum möglichst gleichmäßig verteilt und an mehreren Meßstellen der Konzentrationsabfall gemessen wird. Der Konzentrationsabfall eines Indikatorgases folgt einer Exponentialfunktion.

Deshalb gilt:

$$C_{t_1} = C_{t_0} e^{-\alpha t_{1/2}}$$

$$\frac{C_{t_1}}{C_{t_0}} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\alpha t_{1/2}}$$

$$\ln 1 - \ln 2 = -\alpha t_{1/2}$$

$$\alpha = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$\alpha$  Lüftungskoeffizient (Luftwechselzahl) in  $h^{-1}$

$t_{1/2}$  Halbwertszeit des Indikatorgases in h  
 $C_{t_0}$  Konzentration des Indikatorgases zum Zeitpunkt  $t = 0$

$C_{t_1}$  Konzentration des Indikatorgases zum Zeitpunkt der Messung.

Die Luftwechselzahl  $\alpha$  gibt die Anzahl der Volumina an, die in einer Zeiteinheit ausge-

tauscht werden. Die Bestimmung von  $\alpha$  kann aus der grafischen Darstellung der Impulsrate im halblogarithmischen Maßstab bzw. durch logarithmische Regressionsrechnung erfolgen [1].

Als Indikatorgas wird das radioaktive Edelgas Krypton-85 (Halbwertszeit 10,3 a) verwendet, das über eine hohe Nachweisempfindlichkeit bei einfacher Konzentrationsbestimmung verfügt. Die Zugabe von rd. 1,85 MBq/m<sup>3</sup> des Indikatorgases Krypton-85 zur Raumluft des Gewächshauses kann sowohl manuell als auch über die Saugöffnung des Radialventilators der mobilen Kaltnebelmaschine erfolgen.

Die Registrierung der Impulsraten erfolgte mit Halogenzählrohren VAZ-118 in Verbindung mit einem Sechsstellen-Meßstellen-Gerät und einem Ergebnisdruker. Die 6 Zählrohre sind mit Kabelanpassungsstufen VA-B-09 und Verlängerungskabeln in der Anlage verlegbar. Weitere Meßstellen wurden mit tragbaren, batteriebetriebenen Zählgeräten und mit den Meßgeräten 20 026 besetzt. Mit der Registrierung der Indikatorgaskonzentration wird begonnen, wenn sich an allen Meßstellen eine annähernd gleich hohe Impulsrate eingestellt hat.

Im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim ist ein 16kanaliges Impulszählgerät entwickelt worden, bei dem kontinuierlich und pausenlos 16 parallel einfallende Impulsfolgen registriert werden können. Für die Auswertung von Luftwechselzahlmessungen liegt in der Programmbibliothek ein spezielles Rechenprogramm vor [3].

## 3. Größe des Luftaustausches in verschiedenen Gewächshaustypen

Die Luftwechselzahl wurde in den Gewächshaustypen Plast-Folien-Gewächshaus „Plauen“ (Rauminhalt 2900 m<sup>3</sup>), Stahl-Plast-Gewächshaus EG5/1 (Rauminhalt 840 m<sup>3</sup>), Stahl-Plast-Gewächshaus EG5/4 (Rauminhalt 11200 m<sup>3</sup>) und Stahl-Glas-Gewächshaus EG2/2 (Rauminhalt 11200 m<sup>3</sup>) ermittelt. Die Meßergebnisse sind in Tafel 1 zusammengefaßt.

Im Plast-Folien-Gewächshaus „Plauen“ ist die durchschnittliche Luftwechselzahl  $\alpha$  mit 0,40 h<sup>-1</sup> am kleinsten, obwohl die Windgeschwindigkeit mit 1 m/s doppelt so hoch war wie im Stahl-Plast-Gewächshaus (mit plastverstärkten Polyesterplatten eingedeckt) EG5/1 (Länge 30 m). Die Luftwechselzahl beim Stahl-Plast-Gewächshaus EG5/4 ist ebenfalls geringer als beim Stahl-Glas-Gewächshaus EG2/2. Daraus läßt sich folgende Dichtheit der Umschließungskonstruktion der einzelnen Gewächshaustypen ableiten: „Plauen“ > EG5/1 > EG5/4 > EG2/2.

Daß die Windanfälligkeit beim Stahl-Glas-Gewächshaus EG2/2 größer ist als beim Stahl-Plast-Gewächshaus EG5/4, zeigt auch der Vergleich der jeweils in jedem Gewächshaus bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten durchgeführten zwei Versuche (Tafel 1).

Fortsetzung von Seite 227

- anteils. Es bestand eine deutliche Beziehung zur Höhe der Ausbringmenge.
- Das Ausmaß der Verminderung des Nennkornanteils bzw. der Zunahme der Kornzerstörungssumme und des Feinkornanteils wird wesentlich von der statischen Kornfestigkeit der Granalien bestimmt.
  - Es ergibt sich die Schlußfolgerung, daß die Ausbringung der geprüften Mineraldünger mit Schleuderscheibendrehzahlen von  $\leq 1100$  U/min erfolgen sollte.

## Literatur

- [1] Heymann, W.; Linke, E.; Zschuppe, H.: Arbeitsqualität und Streuleistung von Düngerstreumaschinen in Abhängigkeit von der Düngerqualität. Dt. Agrartechnik, Berlin 21 (1971) 4, S. 187-191.
- [2] Jäschke, H.-J.; Kämpfe, K.; Müller, A.: Einfluß des Windes auf die Streugenauigkeit von Harnstoff bei der Ausbringung mit Bodenmaschinen. Informationen für die industriemäßige Pflanzen-

produktion, Chemisierung, Berlin 7 (1982) 3, S. 5-8.

- [3] Porskamp, H. A. J.: Korrelgrootte en strooire-sultaat bij kunstmeststrooiers (Korngröße und Streuergebnis von Mineraldüngerstreuern). Stikstof, s'Gravenhage 8 (1979) 92, S. 264-270.
- [4] Vožik, Ju. G.; Adamčuk, V. V.: Vlijanie granulometričeskogo sostava ammičnoj selitry na ravnomernost' ee mehanizirovannogo vnesenija (Einfluß der granulometrischen Eigenschaften von Ammonsalpeter auf die Gleichmäßigkeit seiner mechanisierten Ausbringung). Chimija v sel'skom chozjajstve, Moskva 20 (1982) 1, S. 16-18.
- [5] Kämpfe, K.; Jäschke, H.-J.; Brinschwitz, W.: Zusammenhang zwischen wesentlichen physikalischen Eigenschaften und der Verteilgenauigkeit der Mineraldünger bei der Applikation. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 6, S. 253-256.
- [6] Kämpfe, K.; Jäschke, H.-J.; Hagemann, O.: Maschinen und Verfahren zur Ausbringung von Mineraldünger sowie Anforderungen an deren Vervollkommnung und Weiterentwicklung. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskau/Berlin (1983) 1, S. 30-33. A 4482