

### 3. Folgerungen aus dem Belastungskollektiv für Staub

Als Richtwert für die nicht zu überschreitende Dauerbelastung darf man nach dem derzeitigen Erkenntnisstand  $33 \text{ mg/m}^3$  ansetzen [1]. Dies bedeutet nach Umkehrung und Anwendung des oben durchgeführten Rechenganges eine höchste, mögliche Dauerbelastung von etwa  $80 \text{ mg/m}^3$ . Hieraus folgt mit Bild 2, daß ein Staubschutz für Mähdrescher mit Schnittbreiten über etwa 4 m geboten erscheint. Bei dieser Aussage ist zu berücksichtigen, daß die maximale Arbeitsplatzkonzentration bei kurzzeitiger Staubexposition auch überschritten werden kann. Solche Bedingungen liegen beim Mähdreschen vor.

Staub beim Mähdreschen bedeutet unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse im Grundsatz keine gesundheitliche Gefährdung,

sondern eine teilweise beachtliche Belästigung oder Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Beschäftigten. Unter diesen Aspekten sind auch Maßnahmen zum Staubschutz zu sehen.

#### Schrifttum

- [ 1 ] Batel, W.: Staubbelastung und Staubzusammensetzung an Arbeitsplätzen der landwirtschaftlichen Produktion und daraus abzuleitende Belastungsgrenzen und Staubschutzmaßnahmen. Grundl. Landtechnik Bd. 29 (1979) Nr. 2, S. 41/54.
- [ 2 ] Batel, W.: Staubemission, Staubimmission und Staubbekämpfung beim Mähdrescher. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 6, S. 205/15.

## Untersuchungen zur Einzelkornfassung des zentralen Zuteilorgans eines Druckluft-Einzelkornsägerätes

Von Hassan Fouad und Wolfgang Brinkmann,  
Kairo und Bonn\*)

DK 631.331:631.331.85.032.2

In den USA wurde ein Einzelkornsägerät entwickelt, das mit Druckluft arbeitet. Dabei dient die Druckluft zur Einzelkornfassung und zur pneumatischen Förderung der Körner im Schlauch von dem zentralen Zuteilorgan zu den Säscharen. Obwohl dieses Gerät gewisse Vorteile zeigt, ist es den europäischen Einzelkornsägeräten bezüglich der Ablagegenauigkeit bei der Maisaussaat unterlegen. Die Ursachen dafür liegen u.a. bei der pneumatischen Förderung der Körner im Schlauch, worüber früher berichtet wurde, und bei der Einzelkornfassung im zentralen Zuteilorgan.

Mit Hilfe von Induktionspulen und Körnern, die mit geringen Mengen von Eisenpulver beklebt sind, wurden diejenigen Faktoren untersucht, die die Gleichmäßigkeit der Einzelkornfassung des Zuteilorgans beeinflussen.

### 1. Einleitung

In pneumatischen Einzelkornsägeräten wird im allgemeinen Saugluft zur Einzelkornfassung benutzt. Wird aber mit Druckluft gearbeitet, so kann die Luft außer zur Kornfassung auch zum Transport der Körner zu den Säscharen dienen. Dieser Idee folgend, ist ein Druckluft-Einzelkornsäsystem bzw. -gerät mit einem zentralen Zuteilorgan, Bild 1, in den USA entwickelt worden [1, 2, 3].

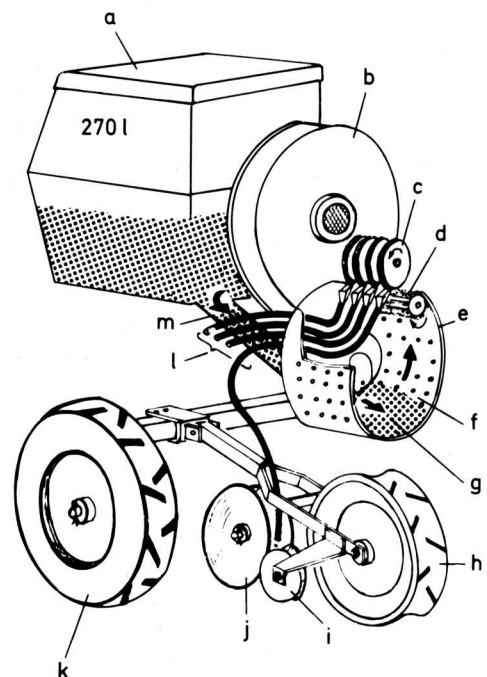


Bild 1. Prinzipschema des "Cyclo-planter" nach einer Werkzeichnung.

- |   |  |   |                                  |
|---|--|---|----------------------------------|
| a | Saatgutvorratsbehälter   | g | Saatgut in der Trommel           |
| b | Gebläse mit Zapfwellenantrieb  | h | Druckrolle                       |
| c | Abdrückwalze   | i | Zudeckscheiben                   |
| d | Abkämm-Bürstenwalze  | j | Scheibenschare                   |
| e | rotierende Trommel, auswechselbar<br>6 x 24 Bohrungen für Mais<br>6 x 72 Bohrungen für Hirse | k | Bodenrad, Antrieb der<br>Trommel |
| f | Innenraum und Saugleitungen unter<br>Überdruck, ca. 32 mbar                                  | l | Saugleitungen                    |
|   |  | m | Saugzulauf                       |

\*) Prof. Dr.-Ing. W. Brinkmann ist Direktor des Instituts für Landtechnik der Universität Bonn. Prof. Dr. agr. H. Fouad, Associate Prof. of Agr. Eng. an der Faculty of Agriculture der Al-Azhar University, Nasr City, Kairo, war als Gastwissenschaftler am Institut für Landtechnik, Bonn. Zur Zeit ist er als Professor an der Faculty of Agriculture, Riyad University, Saudi Arabia tätig.

Feldversuche in Deutschland zeigten aber, daß die Ablagegenauigkeit dieser Maschine im Vergleich zu den übrigen europäischen Einzelkornsäegeräten viel zu wünschen übrig läßt [4, 5], obwohl es gegenüber den bisherigen Systemen, bei denen je Saatreihe ein Saatgutbehälter mit Zuteilorgan vorhanden ist, gewisse Vorteile verspricht, u.a. in Hinsicht auf die Einfachheit der Konstruktion, geringeres Maschinengewicht, größeren Behälterinhalt und verbesserte Arbeitsproduktivität.

Es wurden deshalb Laborversuche unternommen, um die Ursachen der unbefriedigenden Arbeit dieses Systems aufzudecken. So wurden die maßgeblichen Einflußfaktoren, die die Körnerfolge in den Saatleitungsschläuchen stören, bereits aufgezeigt [6].

## 2. Aufgabenstellung

In Fortsetzung der genannten Arbeit und bei Verwendung der dafür entwickelten Meßmethode zur Erfassung der zeitlichen Abstände der Körnerfolge wurden nun Faktoren erfaßt, die die Arbeit des zentralen Zuteilorgans dieser Einzelkornsämaschine beeinflussen. Hierüber soll im folgenden berichtet werden.

## 3. Versuchsdurchführung

### 3.1 Arbeitsweise des Gerätes

Das Maissaatgut gelangt von einem zentralen Saatgutbehälter a durch einen Verbindungskanal m zu einem tiefer gelegenen, aber doch relativ hoch liegenden zentralen Zuteilorgan e: einer vom Bodenrad k angetriebenen rotierenden mit Lochzellen versehenen Trommel. Durch ein zapfwellengetriebenes Gebläse der Maschine stehen der Saatgutbehälter und die Trommel ständig unter dem gleichen Überdruck, da beide Teile zum Druckausgleich mit einem Schlauch verbunden sind. Die Lochzellen am Umfang der Trommel sind entsprechend der Zahl der Saatreihen in 6 Reihen angeordnet. Durch den Überdruck im Innern werden die Lochzellen während des Umlaufs der Trommel mit Körnern besetzt. Eine Abkämmbürste, die innen im oberen Bereich der Trommel angeordnet ist, soll Mehrfachbelegungen der Lochzellen vermeiden, Bild 2. An der höchsten Stelle der Trommel werden die Körner dann von einer außen auf der Trommel laufenden elastischen Abdrückwalze, Bild 2, in die innen angeordneten Trichter der Polyäthylen-Saatleitungsschläuche abgedrückt und im Druckluftstrom dem Säschar zugeführt.

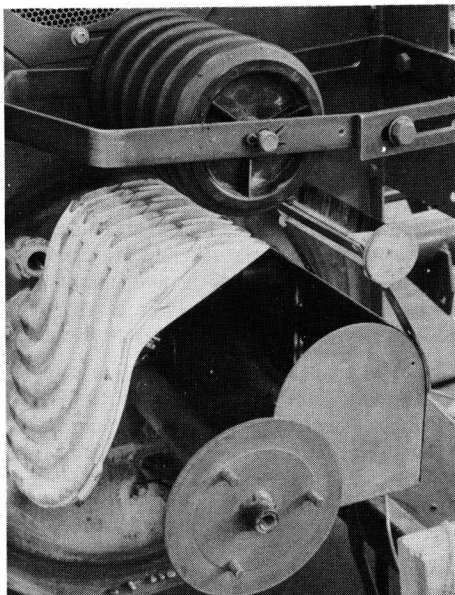


Bild 2. Detailaufnahme der Abdrückwalze, der Abkämmbürste und der Auffangtrichter nach Entfernen der Trommel.

Für die Versuche standen zwei auswechselbare Trommeln mit gleichem Durchmesser von 50 cm, aber unterschiedlicher Zahl der Lochzellen je Reihe zur Verfügung, nämlich die vom Hersteller [3] für Mais empfohlene 24er Trommel mit 24 Zellen je Reihe und die für Sorghum-Hirse empfohlene 72er Trommel mit 72 Zellen je Reihe. In beiden Trommeln hat die Lochzelle eine Tiefe von 5,5 mm. Der Lochdurchmesser von 5,4 mm bei der 24er Trommel unterscheidet sich nicht wesentlich vom Lochdurchmesser von 5,0 mm der 72er Trommel. In den Versuchen wurden die Trommel und das Gebläse jeweils durch einen Getriebemotor angetrieben.

### 3.2 Aufbau der Versuchseinrichtung

Die Versuchsmethode beruht auf der Erfassung der vom Luftstrom getragenen Maiskörner beim Verlassen des Zuteilorgans. Dafür eignet sich die übliche Leimstreifenmethode [7] nicht. In dieser Untersuchung wurde daher eine andere zuvor entwickelte Meßmethode verwendet [6]. Mit Hilfe von Induktionsspulen und Körnern, die mit geringen Mengen von Eisenpulver beklebt sind, läßt sich die zeitliche Aufeinanderfolge von Einzelkörnern verfolgen. Bei der Versuchsanordnung verlief jeder Saatleitungsschlauch der Maschine durch eine Spule, die, 50 cm vom Anfang des Schlauches entfernt, so nahe am Zuteilorgan angebracht ist, wie die Ausführung des Gerätes es erlaubt, Bild 3. Nach den Erfahrungen bei der Untersuchung der pneumatischen Förderung in den Schlauchleitungen [6] kann der Einfluß dieser kurzen Schlauchstrecke vernachlässigt werden, zumal er als Konstante bei allen vergleichenden Versuchen auftritt.

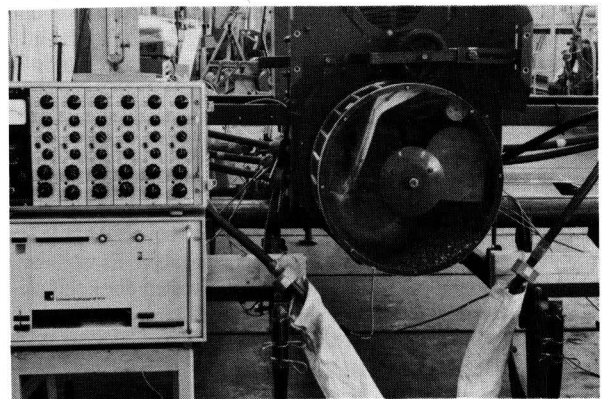
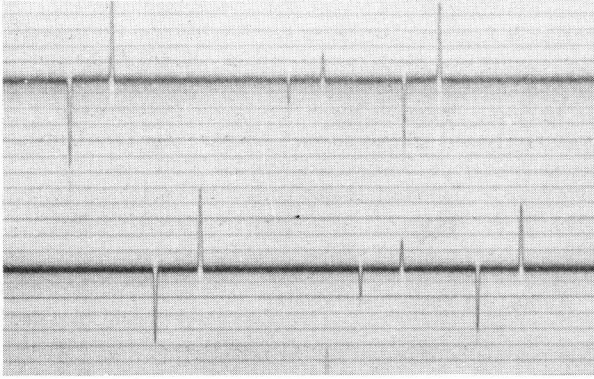


Bild 3. Versuchsanlage mit Erfassungsorgan, Induktionsspulen nahe dem Erfassungsorgan a und am Ende der Saatleitungen b, Meßverstärker und Oszillograph.

Die Spulen werden mit einer Wechsellspannung gespeist und haben die Aufgabe, die gerade vom Zuteilorgan gelieferten Körner beim Durchfliegen der Spule zu erfassen und damit ihre zeitliche Folge anzuzeigen. Fliegt im Schlauch ein mit geringer Menge Eisenpulver beklebtes Korn durch eine Spule, so wird durch die Änderung der Induktivität ein Signal erzeugt, das über einen Trägerfrequenzverstärker auf dem Fotopapier (Oszilloskop) eines Lichtstrahloszillographen festgehalten werden kann, Bild 4. Die auf dem Oszilloskop nach unten aufgezeichneten Signale entsprechen den vom Zuteilorgan gelieferten Körnern. Aus dem Abstand dieser Signale und der gewählten Papiervorschubgeschwindigkeit ist der zeitliche Abstand der Körner nahe dem Zuteilorgan zu ermitteln. Und damit kann die Qualität der Einzelkornfassung des Zuteilorgans beurteilt werden.

Die nach oben gerichteten Signale eines aufgezeichneten Signalaars sind von einer zweiten Spule verursacht, die am Ende desselben Schlauches angebracht wurde, um eine Aussage über die Korngeschwindigkeit und über die endgültigen Abstände der Körner beim Verlassen des Schlauches am Säschar zu erhalten. Darüber wird hier jedoch nicht berichtet.



**Bild 4.** Teil eines Oszillogramms mit den Aufzeichnungen der Doppelpulsen von zwei Saatleitungen.

### 3.3 Bewertungsmaßstab

Der Vorschub des Oszilloscripts wurde bei den Versuchen entsprechend der Körnerzahl pro Sekunde, die von jeder Lochzellenreihe geliefert werden soll, der Soll-Kornfrequenz ( $s^{-1}$ ), gewählt. Die Länge der Meßstreifen wurde auf 80 theoretische Sollabstände zwischen den Signalen festgelegt. Der in den Prüfberichten der DLG-Prüfstelle beschriebene Maßstab zur Beurteilung der Einzelkornablage eignete sich auch für die Beurteilung der Einzelkornfassung des Zuteilorgans. Demnach gelten Kornsignalabstände unter dem halben Sollabstand als Doppelbelegung der Lochzelle in der Trommel und Signalabstände über dem eineinhalbfachen Sollabstand als Fehlbelegung. Der Sollbereich umfaßt die Kornabstände vom halben bis zum eineinhalbfachen Sollabstand.

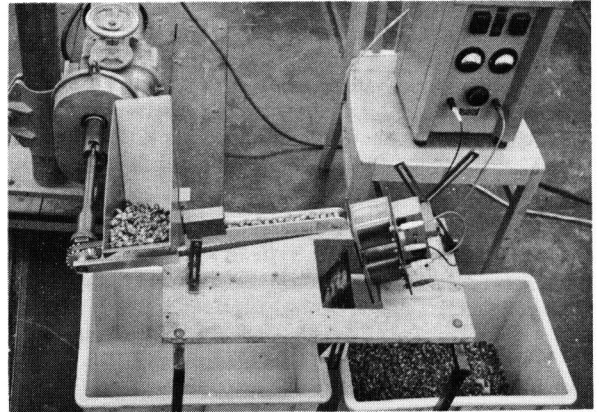
Die Qualität der Arbeit des Zuteilorgans wird im folgenden durch die drei Werte für die erreichte Sollbelegung, die Mehrfach- und die Fehlbelegung charakterisiert. Diese Werte wurden als Mittelwerte aus 6 Wiederholungen gewonnen und werden als Anteile, bezogen auf die Sollzahl von 80 Körnern, angegeben. Es ist dabei zu beachten, daß die relative Körnerzahl im Bereich der Fehlbelegung nicht mit dem Anteil der Fehlstellen gleichzusetzen ist, da der Abstand im Bereich der Fehlbelegung das Mehrfache des Sollabstands erreichen kann.

### 3.4 Prüfung der benutzten Maiskörner

Das Bekleben der Körner mit Eisenpulver erfolgte, wie früher beschrieben [6]. Um sicherzustellen, daß an allen Körnern eine genügende Eisenmenge haftet (etwa 0,01 g pro Korn), um ein gut auswertbares Signal zu erzeugen, wurde ein Sortiergerät entwickelt, **Bild 5**. Es besteht im wesentlichen aus einem umlaufenden Gummiband, das an einem Ende die mit Eisen beklebten Körner vom Boden eines Behälters entnimmt. Am anderen Ende des Bandes fallen die gefördert, ferromagnetischen Körner durch das Feld eines Elektromagneten, wobei die Fallbahnen durch das Magnetfeld beeinflusst werden. Je nach der anhaftenden Eisenmenge fallen die Körner in zwei verschiedene Fächer, womit die für die Versuche unbrauchbaren Körner aussortiert werden.

Durch Beobachten der Körner auf dem Band wurde eine weitere optische Prüfung der untersuchten Körner vorgenommen. Da die untersuchten Körner am Ende jedes Schlauches in einem porösen Sack aufgefangen und wiederholt in den Versuchen benutzt wurden, wurde die magnetische und optische Überprüfung der Körner im Laufe der Versuche ständig wiederholt, um Körner, deren Eisenpulver abgerieben war, zu entfernen.

Interessanterweise wurde anhand einer amtlichen Untersuchung festgestellt, daß die mit Klebstoff und Eisen behandelten Maiskörner im Vergleich zu nicht behandelten Körnern nicht an Keimfähigkeit und Triebkraft verloren haben [8]. Die Versuchsmethode ist also auch für eventuelle Feldversuche anwendbar.



**Bild 5.** Sortiergerät mit Elektromagnet zum Ausscheiden von Maiskörnern mit nicht ausreichendem Eisenbelag.

## 4. Versuchsergebnisse

### 4.1 Einflußfaktoren bei der Einzelkornfassung

Das Ziel der Versuche war die Feststellung der quantitativen Veränderungen der Art der Besetzung der Lochzellen der Trommel in Abhängigkeit von:

1. Soll-Kornfrequenz (Körner pro Sekunde und Saatreihe;  $s^{-1}$ )
2. Abstand der Abkämmbürste vom Trommelmantel
3. Höhe der Anbringung der Abkämmbürste
4. Körnermenge in der Trommel
5. Statischer Überdruck in der Trommel
6. Korneigenschaften (Kornform, -gewicht und -größe).

Dabei wurden zunächst Versuche mit einer Fraktion großer, flacher Körner "gfl" durchgeführt und später die Versuche auf drei weitere Fraktionen ausgedehnt, deren Körner als groß-rund "gr", als mittel-flach "mfl" und als klein-rund "kr" zu charakterisieren sind. Die Abmessungen sind in **Tafel 1** angegeben.

### 4.2 Soll-Kornfrequenz

Die Zahl der Körner, die pro Sekunde erfaßt werden sollen, wird durch:

- die Umlaufgeschwindigkeit der Trommel, die beim Einsatz von der Fahrgeschwindigkeit abhängig ist, und
- die Zahl der Lochzellen je Reihe in der Trommel bestimmt.

Bei derselben Soll-Kornfrequenz hat die 24er Trommel die dreifache Umlaufgeschwindigkeit der 72er Trommel.

**Bild 6** zeigt die Abhängigkeit der gelieferten relativen Körnerzahl von der Soll-Kornfrequenz bei zwei Einstellungen der Abkämmbürste (eng und weit) für einen statischen Überdruck von 32 mbar in der Trommel. Dabei ist eine deutliche und zumindest statistisch signifikante Abnahme der rel. Körnerzahl im Bereich der Sollbelegung mit größer werdender Soll-Kornfrequenz zu verzeichnen.

Im Bereich der Mehrfachbelegung ist eine klare Abhängigkeit der rel. Körnerzahl von der Soll-Kornfrequenz nicht zu erkennen, im Bereich der Fehlbelegung ist aber besonders bei der weiten Einstellung der Bürste eine leichte Tendenz zur Zunahme der rel. Körnerzahl abzulesen. Die Zunahme des Anteils im Bereich der Fehlbelegung vermag aber nicht die Abnahme im Sollbereich bei größer werdender Soll-Kornfrequenz auszugleichen.

Die Ergebnisse der Feldversuche mit dieser Maschine [4, 5] bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten werden hiermit bestätigt. Auch hier tritt, ähnlich wie bei anderen Zuteilsystemen, eine Verschlechterung der Zellenbelegung bei höheren Drehzahlen des Erfassungsorgans auf [5].

Bei derselben Trommelumfangsgeschwindigkeit (entsprechend Soll-Kornfrequenzen von 5 bzw. 15 s<sup>-1</sup> ist die relative Körnerzahl im Bereich der Sollbelegung bei der 24er Trommel höher als bei der 72er Trommel. Es darf deshalb angenommen werden, daß eine Vergrößerung des Abstands zwischen den Zellen in der Reihe die Belegung der Zellen verbessert.

### 4.3 Abstand der Abkämmbürste vom Trommelmantel

Die niedrigen rel. Körnerzahlen im Bereich der Sollbelegung sind nicht allein darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Zellen unbesetzt hochläuft. Richtig mit einzelnen Körnern belegte Zellen können auch durch die Abkämmbürste ausgefegt werden. Dies zeigt die statistisch hochsignifikante Verbesserung der Sollbelegung durch Vergrößerung des Abstands der Abkämmbürste vom Trommelmantel. Die vom Werk aus nahe dem Trommelmantel (Normalstellung) angebrachte Bürste wurde um 5 mm weiter von der Trommel eingestellt, wie im Bild 7 gezeigt ist.

Im Falle der 24er Trommel nimmt die Verbesserung in der rel. Körnerzahl im Bereich der Sollbelegung durch eine solche weite Einstellung der Bürste mit zunehmender Soll-Kornfrequenz ab, Bild 6. Bei der verhältnismäßig hohen Umlaufgeschwindigkeit für die Soll-Kornfrequenz von 18,5 s<sup>-1</sup> bringt die weite Einstellung der Bürste keine Verbesserung bei der 24er Trommel. Dagegen behält die weite Einstellung der Bürste bei der 72er Trommel ihre Überlegenheit im Bereich der Sollbelegung gegenüber der engen Einstellung der Bürste für alle Soll-Kornfrequenzen. Der Körneranteil im Bereich der Mehrfachbelegung erfährt keine signifikante Zunahme

durch die weite Einstellung der Bürste. Infolge der Zunahme der rel. Körnerzahl in der Sollbelegung durch die weite Einstellung der Bürste ist eine leichte Abnahme der rel. Körnerzahl im Bereich der Fehlbelegung zu erkennen.

Sorte	Kornform (Kurzzeichen der Fraktion)	mittlere Kornmasse g	Massenanteile der Größenklassen in %											
			mm	<4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	>12	
Anjou-21	klein-rund (kr)	0,248	D B L	1,0	87,0	12,0		2,0	37,0	61,0 44,0	1,0 54,0	2,0		
Prior	groß-rund (gr)	0,441	D B L						100,0 13,0	100,0 59,0	28,0			
Inra-früh	mittel-flach (mfl)	0,245	D B L	34,0	66,0			90,0	10,0		17,0	67,0	16,0	
Perdux	groß-flach (gfl)	0,336	D B L		67,0	28,0	5,0	1,0	1,0	75,0 2,0	22,0 25,0	1,0 58,0	15,0	

Tafel 1. Kornform, mittlere Kornmasse und Massenanteile in den verschiedenen Dicken- (D), Breiten- (B) und Längensklassen (L) der benutzten Maissorten.

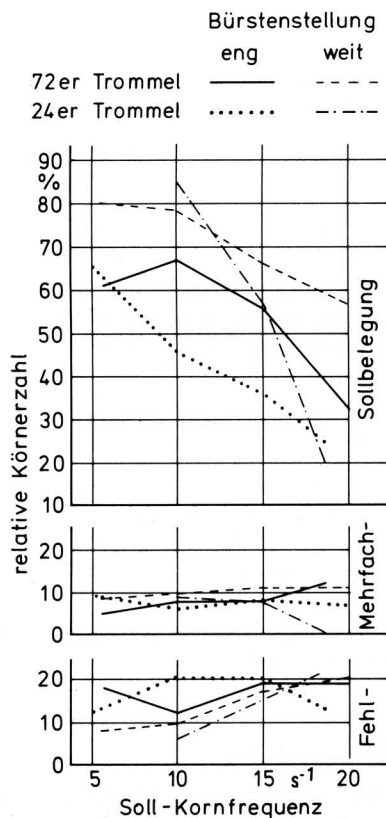


Bild 6. Einzelkornerfassung, dargestellt durch die rel. Körnerzahl für die Sollbelegung, die Mehrfach- und Fehlbelegung in Abhängigkeit von der Soll-Kornfrequenz für verschiedene Einstellungen der Abkämmbürste.

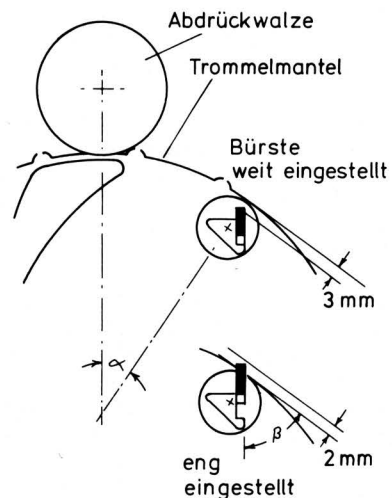


Bild 7. Geometrische Gegebenheiten für die Einstellung der Abkämmbürste.

### 4.4 Höhe der Anbringung der Abkämmbürste

Die federaufgehängte Abkämmbürste war bei der für die Versuche benutzten Maschine vom Werk aus so angebracht, daß die Linie vom Befestigungspunkt zur Trommelmitte mit der Senkrechten einen Winkel von  $\alpha = 33^\circ$  bildet, Bild 7. Es tauchte die Frage auf, ob die Höhe, in der die Bürste am Trommelumfang angebracht ist, einen Einfluß auf die Einzelkornerfassung hat. Denn durch Änderung der Bürstenhöhe wird auch der Kontaktwinkel  $\beta$  zwischen der Bürste und der Trommel zwangsläufig verändert. Deshalb wur-

den in Versuchen zwei weitere Einstellungen der Abkämmbürste untersucht, nämlich bei den Winkeln  $\alpha = 23^\circ$  und  $\alpha = 40^\circ$ , ebenfalls mit den groß-flachen Körnern. Bei allen drei Varianten war der statische Überdruck in der Trommel 32 mbar.

Bild 8 zeigt keinen signifikanten Unterschied in der rel. Körnerzahl in allen drei Bereichen zwischen den beiden Winkeln  $\alpha = 33^\circ$  und  $\alpha = 40^\circ$  bei der 72er Trommel. Der Winkel  $\alpha = 23^\circ$  ergibt dagegen eine statistisch signifikante Erhöhung des Körneranteils im Sollbereich gegenüber dem normalen Winkel  $\alpha = 33^\circ$ . Dafür liegt die rel. Körnerzahl im Bereich der Mehrfachbelegung etwas höher, im Bereich der Fehlbelegung etwas niedriger. Dies Ergebnis ist wahrscheinlich u.a. auf den verkleinerten Kontaktwinkel  $\beta$  zwischen der Abkämmbürste und dem Trommelmantel, Bild 7, zurückzuführen, wodurch eine weichere Abkämmung und damit ein vermindertes Ausfegen der erfaßten Körner erreicht wird.

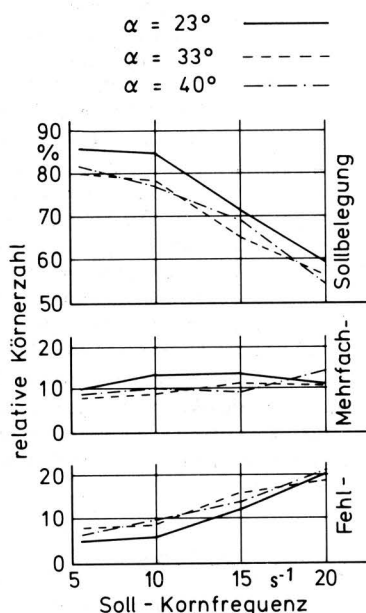


Bild 8. Einzelkornfassung in Abhängigkeit von der Soll-Kornfrequenz für verschiedene Winkel  $\alpha$  der Bürsteneinstellung.

#### 4.5 Körnermasse in der Trommel

Fehlbelegungen können nicht nur durch das Ausfegen von Einzelkörnern durch die Abkämmbürste entstehen, was durch eine optimale Einstellung der Bürste vermindert werden soll, sie treten auch auf, weil Lochzellen unbesetzt bis zu der Abkämmbürste hochlaufen, auch dieser Anteil muß vermindert werden. Deshalb wurde der Einfluß der Körnermasse in der Trommel auf die Einzelkornfassung untersucht. Beim untersuchten Gerät rutschen die Körner aus dem Behälter über einen geneigten Verbindungskanal etwa an die unterste Stelle der Trommel. Je nach den Fließigenschaften der Körner stellt sich dadurch selbsttätig eine bestimmte Körnermasse in der Trommel ein — bei der Kornfraktion groß-flach etwa 1,4 kg.

Für diese Untersuchung wurde der Saatbehälter jeweils entleert und mit der gewünschten Körnermasse gefüllt. Im Versuch wird eine verhältnismäßig geringe Körnermasse verbraucht, die bei den vergleichenden Versuchen konstant bleibt.

Bild 9 zeigt die rel. Körnerzahlen bei den Saatmassen 1; 2 und 3 kg bei den für die Praxis interessanten Soll-Kornfrequenzen 10 und 15  $s^{-1}$ . Dabei war die Bürste weit und auf  $\alpha = 23^\circ$  eingestellt, der Überdruck in der Trommel betrug 32 mbar. Durch Verringern der Saatmasse in der Trommel ist eine zum Teil signifikant und hoch signifikant bessere Einzelkornfassung besonders bei der höheren Soll-Kornfrequenz 15  $s^{-1}$  zu erreichen.

Auch die rel. Körnerzahl im Bereich der Fehlbelegung geht dabei zurück, während keine signifikante Veränderung der Körnerzahl im Bereich der Mehrfachbelegung festzustellen ist. Dies ist vermutlich auf die bessere bzw. weniger behinderte Ausrichtung des Kornes zurückzuführen, wodurch es leichter in die Lochzelle gelangt. Auch der Luftdruck dürfte bei der dünneren Körnerschicht in der Trommel besser einwirken.

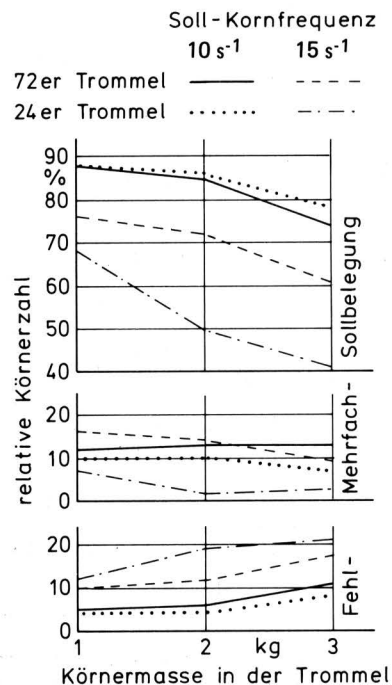


Bild 9. Einzelkornfassung in Abhängigkeit von der Körnermasse in der Trommel.

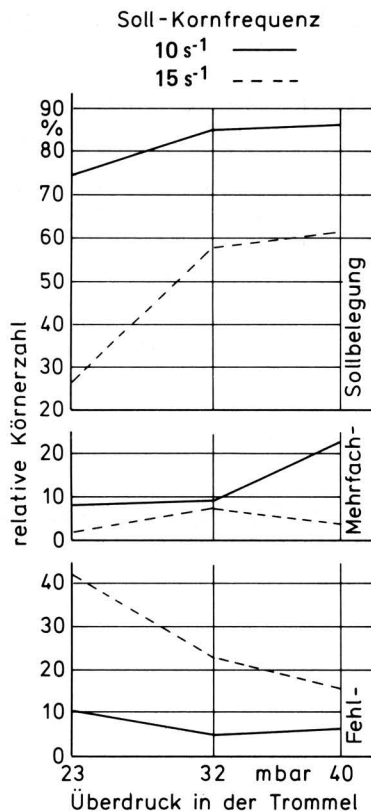
#### 4.6 Höhe des Überdrucks in der Trommel

Vom Hersteller des Sägerätes wird für den Betrieb ein Überdruck von 30 bis 42 mbar empfohlen [3], gemessen durch einen eingebauten Druckmesser am Saatbehälter. Es wurde aber festgestellt, daß ein Druckunterschied zwischen der Trommel und dem Saatbehälter auftritt. Deshalb wurde in den Untersuchungen der Überdruck in der Trommel gemessen.

Bild 10 zeigt die Versuchsergebnisse für die 24er Trommel bei einem statischen Überdruck von 24, 32 und 40 mbar. Dabei war die Körnermenge in der Trommel 1 kg, die Bürste weit und auf  $\alpha = 23^\circ$  eingestellt.

Der optimale statische Überdruck in der Trommel bei der Soll-Kornfrequenz 15  $s^{-1}$  liegt bei 40 mbar. Für diesen Wert ist die Sollbelegung am höchsten, die Fehl- bzw. die Mehrfachbelegung am niedrigsten. Die Herabsetzung des Überdrucks von 40 mbar auf 32 mbar bringt eine leichte Abnahme der Sollbelegung und Zunahme der Mehrfach- und Fehlbelegung. Eine weitere Herabsetzung des Überdrucks ergibt eine sehr niedrige rel. Körnerzahl von 26 % im Bereich der Sollbelegung.

Bei der Soll-Kornfrequenz 10  $s^{-1}$  liegt der optimale Überdruck bei 32 mbar. Bei höherem Überdruck bleibt die rel. Körnerzahl der Soll- und Fehlbelegung nahezu konstant, die der Mehrfachbelegung erhöht sich aber stark. Die Herabsetzung des Überdrucks von 32 mbar auf 23 mbar bringt hier auch eine starke Abnahme der Sollbelegung. Die Mehrfachbelegung bleibt konstant, die rel. Körnerzahl für die Fehlbelegung steigt verständlicherweise. Die Abnahme- bzw. die Zunahmerate der rel. Körnerzahl im jeweiligen Bereich ist geringer als bei der Soll-Kornfrequenz 15  $s^{-1}$ . Allgemein sollte der Überdruck nicht niedriger als 32 mbar liegen. Ein höherer Überdruck führt zu geringfügig günstigeren Werten bei der hohen Soll-Kornfrequenz 15  $s^{-1}$ , erhöht aber die Mehrfachbelegung bei der niedrigen Soll-Kornfrequenz 10  $s^{-1}$ .



**Bild 10.** Einzelkornfassung in Abhängigkeit vom Überdruck in der Trommel.

#### 4.7 Kornform, -größe und -gewicht

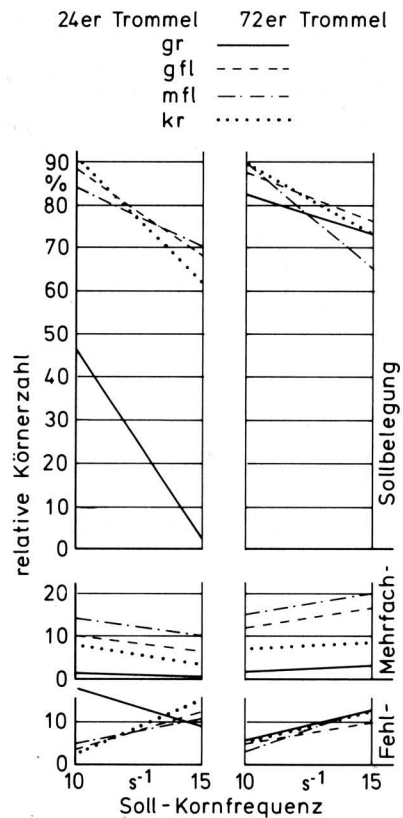
Die bisher beschriebenen Versuche wurden mit Körnern einer Fraktion groß-flach "gfl" durchgeführt. Nun wurden die Versuche, bei Einhaltung der bisher ermittelten optimalen Bedingungen für die Einzelkornfassung, auf drei weitere Kornfraktionen ausgedehnt, die sich deutlich nach Korngröße, -form und -gewicht unterscheiden, nämlich die Fraktionen mittel-flach "mfl", klein-rund "kr" und groß-rund "gr", Tafel 1. Dabei wurde die Bürste weit und auf  $\alpha = 23^\circ$  eingestellt, der Luftüberdruck betrug 32 mbar und die Körnermenge in der Trommel 1 kg.

Bei der 24er Trommel ist die rel. Körnerzahl im Bereich der Sollbelegung für die groß-runden Körner sehr niedrig und verschlechtert sich rasch bei Erhöhung der Soll-Kornfrequenz von 10 auf  $15 \text{ s}^{-1}$ , Bild 11. Diese schlechte Erfassung der groß-runden Körner ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß ein Teil der nach oben mitgenommenen Körner infolge der Schwerkraft mit hoher Geschwindigkeit entgegen der Umlaufrichtung der Trommel nach unten rollt, was die Besetzung der Lochzellen erschwert.

Beurteilt nach der rel. Körnerzahl im Bereich der Sollbelegung ergibt sich bei der 24er Trommel und der Soll-Kornfrequenz  $15 \text{ s}^{-1}$  die folgende Rangfolge der Kornfraktionen: mittel-flach, groß-flach, klein-rund und die Fraktion groß-rund an der niedrigsten Stelle. Diese Rangfolge bleibt im Bereich der Mehrfachbelegung sowohl bei der Soll-Kornfrequenz 10 als auch bei  $15 \text{ s}^{-1}$  für beide Trommeln erhalten.

So ist die Mehrfachbelegung bei den runden Fraktionen geringer als bei flachen Fraktionen, da das runde Korn einen besseren Sitz im Loch hat und damit das Erfassen weiterer Körner erschwert ist. Außerdem ist das Vereinzeln der runden Körner leichter als das der flachen [9].

Auch Größe und Gewicht des Kornes haben einen Einfluß auf die genannte Rangfolge im Bereich der Mehrfachbelegung. Wegen des Gewichtsunterschieds ist die rel. Körnerzahl bei den Kornfraktionen mittel-flach bzw. klein-rund höher als bei den Fraktionen



**Bild 11.** Einzelkornfassung in Abhängigkeit von der Soll-Kornfrequenz für verschiedene Kornfraktionen (gr groß-rund, gfl groß-flach, mfl mittel-flach, kr klein-rund).

groß-flach bzw. groß-rund. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Loch mehrere schwerere Körner aufnimmt, ist geringer. Das gilt auch für die Erfassung mehrerer großer Körner; aus der Zelle herausragende große Körner werden durch die Abkämmbürste besser erfaßt als die kleinen.

Erstaunlicherweise kehrt sich die obengenannte Rangfolge der Kornfraktionen im Bereich der Sollbelegung beim Übergang von der Soll-Kornfrequenz  $15 \text{ s}^{-1}$  auf  $10 \text{ s}^{-1}$  nahezu um.

Aus Bild 11 ist ganz allgemein folgendes zu erkennen: während die Sollbelegung bei höherer Soll-Kornfrequenz abnimmt, nimmt die rel. Körnerzahl im Bereich der Fehlbelegung zu. Auch die Rangfolge der Kornfraktionen im Bereich der Fehlbelegung ist eine Umkehrung der Rangfolge im Sollbereich.

Vergleicht man zwischen den beiden Trommeln, so ist die 72er Trommel im Bereich der Sollbelegung bei der Soll-Kornfrequenz  $15 \text{ s}^{-1}$  deutlich überlegen. Für die Kornfraktion groß-rund ist praktisch nur die 72er Trommel zu verwenden. Allerdings liegt die rel. Körnerzahl der Mehrfachbelegung bei der 72er Trommel im allgemeinen etwas höher und nimmt mit größer werdender Soll-Kornfrequenz zu, während sie bei der 24er Trommel abnimmt. Abgesehen von der Fraktion groß-rund verhält sich die rel. Körnerzahl im Bereich der Fehlbelegung bei den beiden Trommeln etwa gleich.

#### 5. Zusammenfassung

In Fortsetzung der Untersuchungen über ein neues mit Druckluft arbeitendes Einzelkornsägerät wurde mit Hilfe von Induktionsspulen die zeitliche Abstandfolge der Maiskörner erfaßt, wie sie vom zentralen Zuteilorgan geliefert werden. Es gelang damit, Aussagen über die Belegung der Lochzellen in der Trommel des Zuteilorgans und damit über die Gleichmäßigkeit der Einzelkornfassung, abhängig von den verschiedenen Einflußfaktoren, zu erarbeiten.

## Schrifttum

- [ 1 ] *N.N.*: IHC develops air force planter. *Agricultural Engineering* Bd. 52 (1971) Nr. 4, S. 182.
- [ 2 ] *Bauman, J.L. u. V.A. Erickson*: The "International" 400 cyclo planter a pneumatic system. *ASAE Technical paper* ML 71-A 612.
- [ 3 ] International Harvester Export Company: 400 Planter Revolution. Werbeschrift, Chicago, Illinois, USA.
- [ 4 ] *Estler, M.*: Unveröffentlichter Zwischenbericht über den Einsatz der pneumatischen Einzelkornsämaschine "IHC-Cyclo Planter", Sept. 1974.
- [ 5 ] *Frizen, H.W., W. Stieger u. W. Brinkmann*: Pneumatische Maissägeräte in der Erprobung. *Landtechnik* Bd. 29 (1974) Nr. 3, S. 110/15.
- [ 6 ] *Fouad, H.A. u. W. Brinkmann*: Untersuchungen zur pneumatischen Einzelkornförderung in einer Schlauchleitung. *Grundl. Landtechnik* Bd. 25 (1975) Nr. 6, S. 177/86.
- [ 7 ] *Brinkmann, W.*: Einzelkornablage von aufbereitetem Rübensaatzgut. *Landtechn. Forschung* Bd. 6 (1956) Nr. 5, S. 125/32.
- [ 8 ] Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Bonn: Testergebnisse vom 12.9.1974.
- [ 9 ] *Stieger, W.*: Einzelkornfassung pneumatischer Maiseinzelkornsägeräte. Diss. Univ. Bonn 1974.

# Konstantes Aufwandvolumen durch Blendensteuereinrichtungen

Von Boulos Alnajjar und Manfred Schmidt, Berlin\*)

DK 632.9:632.982.1

Um ein konstantes Aufwandvolumen bei sich ändernden Fahrgeschwindigkeiten zu erreichen, können in Pflanzenschutzgeräten sinnvoll Steuer- und Regeleinrichtungen eingesetzt werden.

Das sehr einfache Steuerverfahren der Stromteilung mit Blende im Rücklauf zum Tank bedarf für eine einwandfreie Funktion einer sorgfältigen Auslegung.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Einfluß der verschiedenen Geräte- und Verfahrensparameter auf die Arbeitsgüte der Steuereinrichtung und gibt Hinweise für die Ermittlung der Konstruktionsdaten.

## 1. Einleitung

Der Trend zu verringerten Aufwandmengen im chemischen Pflanzenschutz stellt erhöhte Anforderungen an die Ausbringgenauigkeit der Pflanzenschutzgeräte. Ein von Fahrgeschwindigkeitsschwankungen unbeeinflusst konstant bleibendes Aufwandvolumen zählt dabei zu den wichtigsten Erfordernissen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind Steuer- und Regeleinrichtungen zur Beeinflussung der Flüssigkeitsströme ein wichtiges Geräte-Ausstattungsdetail. Das einfache Verfahren der Stromteilung mit Blenden im Rücklauf — eines der möglichen Steuerverfahren [1] — wird hier theoretisch und meßtechnisch auf seine Arbeitsgüte hin untersucht.

Das Aufwandvolumen errechnet sich bei Benutzung der im Verzeichnis der Formelzeichen angegebenen Einheiten aus folgender Zahlenwertgleichung:

$$A = 600 \dot{Q}_D / (v \cdot b) \quad [l/ha] \quad (1)$$

worin

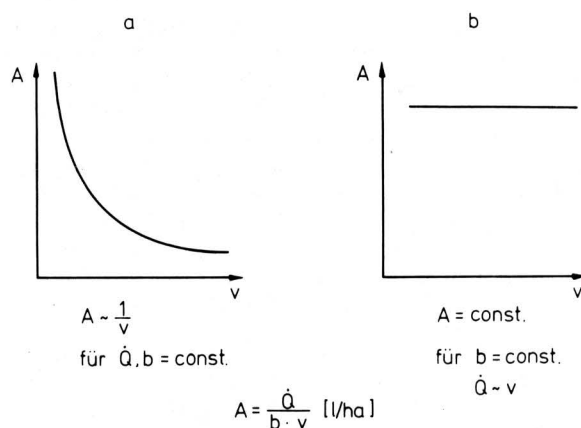
$$\dot{Q}_D = \sum_i \dot{Q}_d \cdot z_d \quad [l/min]$$

der Gesamtvolumenstrom als Summe der Ströme aller Düsen ist. Aus Gl. (1) lassen sich leicht 2 Grenzfälle herleiten:

- Hält man während der Behandlung den Volumenstrom  $\dot{Q}_D$  konstant, so ergibt sich folgende Proportionalität:

$$A \sim 1/v \quad \text{für } \dot{Q}_D = \text{const.} \quad b = \text{const.} \quad (2)$$

d.h. das Aufwandvolumen ist umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit. Das Aufwandvolumen  $A$  ändert sich bei Fahrgeschwindigkeitsschwankungen nach einer Hyperbelfunktion, **Bild 1**, links, bleibt also nicht, wie zuvor gefordert, konstant.



**Bild 1.** Einfluß der Fahrzeugfahrgeschwindigkeit auf das Aufwandvolumen: links bei unverändertem Volumenstrom, rechts bei geschwindigkeitsproportionalem Volumenstrom.

\*) *Dipl.-Ing. B. Alnajjar* war Diplomand, *Dipl.-Ing. M. Schmidt* ist wiss. Assistent am Institut für Maschinenkonstruktion, Landtechnik und Baumaschinen (Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich) der TU Berlin.