

# Zur Arbeitsqualität pneumatischer Drillmaschinen

Dipl.-Ing. E. Peschel, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## Verwendete Formelzeichen

n	—	Anzahl der Teilströme ( $\triangleq$ Scharanzahl)
Q	kg/ha	Ausbringmenge
$\dot{Q}$	g/s	Massedurchsatz
$S_s$	%	Variationskoeffizient
$v_f$	km/h	Arbeitsgeschwindigkeit
$V_{\sigma}$	%	Vertrauensgrenze
$\bar{x}$	g; —	Mittelwert
$\alpha$	rad	Hangneigung
$\alpha_{Sch}$	rad	Hangneigung in Schichtlinie
$\sigma$	%	Dosiergenauigkeit
$\pm\sigma_s$	%	maximale bzw. minimale Abweichung einer dosierten Menge vom Mittelwert aller Mengen quer zur Fahrtrichtung
$\pm\sigma_L$	%	maximale bzw. minimale Abweichung der Kornanzahl vom Mittelwert je Meßlängenabschnitt in Fahrtrichtung

## 1. Problemstellung

Zur weiteren Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion sind auf dem Gebiet der Mechanisierung der Aussaat Drillmaschinen erforderlich, die

- durch entsprechende zeitliche (agrotechnisch günstige Termine) und örtliche Ablage des Saatgutes im Boden (Standraumzumessung) optimale Auflauf- und Wachstumsbedingungen und dadurch Voraussetzungen für hohe und stabile Erträge schaffen
- eine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität sichern und dazu beitragen, das Aussaatverfahren industriemäßigen Produktionsmethoden anzunähern
- die Qualität der Aussaat gutartsspezifisch verbessern und die Aufwendungen dafür senken
- Möglichkeiten der Kombination von Arbeitsgängen (z. B. mit der Saatbettbereitung oder Düngerausbringung) erschließen.

Ein wesentlicher Beitrag zur Erfüllung dieser allgemeinen Forderungen wird in der Schaffung eines Systems von Reihendillmaschinen gesehen, dessen Hauptmechanisierungsmittel unter den Bedingungen der DDR vor allem durch folgende Faktoren gekennzeichnet sein sollte:

- in Abstimmung mit Düng-, Pflege- und Pflanzenschutztechnik Vergrößerung der Arbeitsbreite auf 12 m bis 18 m
- Anwendung einer mechanisierten Saatgut-Schüttgut-Technologie vom Erzeuger bis zum Verbraucher
- mechanisierte Momentaufgabe und Punktaufnahme des Saatgutes (zentraler Saatgutbehälter) mit der Möglichkeit einer räumlichen Trennung von Saatgutbehälter und Aussaatwerkzeug
- Einhaltung der agrotechnischen Forderungen zur Arbeitsqualität von Reihendillmaschinen, besonders bezüglich Dosiergenauigkeit in der Reihe, Dosiergenauigkeit von Reihe zu Reihe und Ablagetiefe
- Variation der Scharanzahl zur Realisierung des Fahr- bzw. Orientierungsspurverfahrens in Abstimmung mit Düng-, Pflege- und Pflanzenschutztechnik bei Anwendung vereinheitlichter Reihenweiten
- einfache technische Gestaltung und Handhabung der Drillmaschine in Einmannbedienung, gutes Fahrverhalten und hohe Ma-

növrierfähigkeit in Arbeits- und Transportstellung und vertretbarer Umrüstaufwand unter Einhaltung der in der StVZO erlassenen Bestimmungen bezüglich der äußeren Abmessungen in Transportstellung.

Zur Realisierung dieser Faktoren und der Schaffung einer derartigen Drillmaschine wurden entsprechende Arbeiten durchgeführt. Teilergebnisse werden nachfolgend dargestellt.

## 2. Voruntersuchungen

Der Stand der Technik von Reihendillmaschinen ist vor allem gekennzeichnet durch

- mechanische Drillmaschinen
- Zentrifugaldillmaschinen
- pneumatische Drillmaschinen
- mechanische Drillmaschinen mit zentraler Saatgutbevorratung und Schwerkraft- bzw. pneumatischer Förderung des dosierten Saatgutes zum Schar.

Eine zur Auswahl eines Dosierverfahrens durchgeführte Analyse [1] zeigte, daß die räumlich unabhängig vom Aussaatwerkzeug angeordnete Lagerung des Saatgutes in einem Zentralbehälter und der pneumatische Transport des dosierten Gesamtmassestroms  $\dot{Q}$  zu den Aussaatwerkzeugen bei zwischengeschalteter Pralldosierung der Saatgut-Luft-Strömung in die jeweils erforderliche Anzahl von Teilströmen  $Q/n$  technologische und maschinenbautechnische Vorteile bringen. Dieses Prinzip wird bereits im System Weiste (BRD) realisiert. Die hauptsächlichsten Vorteile sind:

- beliebige räumliche Trennung von Saatgutvorrat und Ausbringwerkzeug und damit Schaffung der Voraussetzungen eines leistungsfähigen mechanisierten Gutumschlags auf der Grundlage der Saatgut-Schüttgut-Technologie
- zentrale, größere und breitenunabhängige Saatgutbevorratung und damit Anwendung eines Dosierverfahrens, das sowohl in Solo-Drillmaschinen unterschiedlicher Arbeitsbreite als auch in kombinierten Aggregaten angewendet werden kann
- maschinenbautechnische Erweiterung der Möglichkeiten zur Realisierung großer Arbeitsbreiten, da z. B. die große Einzelmasse „Saatgutbehälter“ freizügig angeordnet werden kann.

Im Zeitraum von 1969 bis 1974 von verschiedenen Einrichtungen publiziert Untersuchungen [2, 3] und Experimente [1, 4, 5] weisen auf eine den agrotechnischen Forderungen (ATF) nicht entsprechende Dosiergenauigkeit von Schar zu Schar hin. Innerhalb der ATF liegende Ergebnisse wurden für einen konstanten Massestrom einer Saatgutart bei einem speziell für diese Bedingungen zumeist außermittig einjustierten Prallkegel und lotrecht Steigrohr ( $\triangleq$  Ebene) erreicht.

Bei der Arbeit am Hang und damit Schrägstellung des Dosierorgans verschlechterte sich die Dosiergenauigkeit erheblich. Die Arbeitsqualität wurde auch durch folgende Faktoren zumeist negativ beeinflusst:

- Änderung des Massestroms  $\dot{Q}$  im Verhältnis bis zu 400:1 durch Änderung der Ausbring-

menge und der Arbeitsgeschwindigkeit — Übergang von einer Saatgutart auf eine andere, besonders bei solchen mit sehr unterschiedlichen fördertechnischen Guteneigenschaften

— Änderung der Luftgeschwindigkeit.

An der pneumatischen Anlage sind zur Verringerung dieser Ungenauigkeiten Einstellarbeiten am Luftregulierungssystem, am pneumatischen Hauptverteiler und an den Unterverteilern notwendig, die in der Praxis kaum vertretbar sind. Deshalb wurde international am Problem der Verbesserung der Dosiergenauigkeit pneumatischer Drillmaschinen gearbeitet [2, 6]. In der DDR durchgeführte Untersuchungen hatten zum Ziel, die Dosiergenauigkeit zu verbessern, die Erfüllung agrotechnischer Forderungen praktisch nachzuweisen und Anwendungsmöglichkeiten des pneumatischen Säsystems in der sozialistischen Landwirtschaft zu prüfen.

## 3. Verbesserung der Dosiergenauigkeit bei der Prallteilung von Saatgut-Luft-Gemischen

Ausgehend von den eingangs aufgestellten allgemeinen Forderungen, von dem bei Aufnahme der Untersuchungen vorliegenden Stand der Technik und den Forderungen der sozialistischen Landwirtschaft wurden für die Verbesserung der Dosiergenauigkeit folgende Zielstellungen abgeleitet:

- maximale Abweichung  $\sigma_s$  einer Menge vom Mittelwert aller Mengen bzw. Variationskoeffizient  $S_s$  bei Teilung in n Ströme  $\sigma_s \leq 10\%$  bzw.  $S_s \leq 5,5\%$ 
  - bei  $\alpha < 0,1$  rad
  - $\sigma_s \leq 15\%$  bzw.  $S_s \leq 8,5\%$
  - bei  $0,1 \leq \alpha \leq 0,175$  rad
- relativ einfache technische Ausführung
- möglichst konstante Einhaltung der Dosiergenauigkeit bei Änderung der Gutart, des Massestroms, der Luftgeschwindigkeit und der Förderrohrneigung ohne zusätzliche Einstellarbeiten
- Einhalten der Dosiergenauigkeit über den Nutzungszeitraum der Drillmaschine.

Über Probleme und Ergebnisse der zur Verbesserung der Dosiergenauigkeit bei der Prallteilung von Saatgut-Luft-Gemischen durchgeführten theoretischen und experimentellen Arbeiten wurde bereits berichtet [7, 8].

Die Untersuchungen führten zu einem Dosierorgan, das unterhalb eines Steigrohrs (vertikales Förderrohr) mehrere Krümmern kleineren Durchmessers aufweist. Die Krümmern sind in gleichen Teilungswinkeln rotationssymmetrisch zur Steigrohr-Längsachse angeordnet und ragen in den unteren Bereich des Steigrohrs hinein. Das vertikale Förderrohr endet im Verteilerkopf, der aus dem Prallkörper und den rotationssymmetrisch angeordneten Öffnungen gleichen Querschnitts für die Zuleitungen zu den Scharen besteht. Zur weiteren Erhöhung der Dosierqualität wurde unmittelbar über dem Aufgabort der Teilströme in den Vertikalförderabschnitt ein Pyramidenstumpf angeordnet.

Das beschriebene Dosierorgan erfordert eine Teilung des Gesamtgutstroms in eine der

Krümmernanzahl entsprechende Anzahl von Teilströmen. Diese Aufgabe kann technisch einfach mit bekannten Mitteln realisiert werden, da

— die Dosiergenauigkeit der den Krümmern zugeleiteten Teilströme kleiner sein kann, als die geforderte Dosiergenauigkeit  $\sigma_S$  an den Scharen

— die Anzahl der Krümmen kleiner ist als die vom Verteilerkopf zu beschickende Anzahl von Scharen.

Die maschinenbautechnische Anwendung der theoretischen und experimentellen Ergebnisse

führt zu einem neuen System der pneumatischen Dosierung von Luft-Feststoff-Strömungen.

Die Dosieranlage besteht aus einer „Primärdosierung“ und mehreren „Sekundärdosierungen“. Aufgabe der „Primärdosierung“ ist die Teilung des Gesamtgutstroms in Teilströme mittlerer Dosiergenauigkeit ( $\sigma_{max} \approx 20\%$ ). In der untersuchten Anlage wird dazu ein herkömmliches Dosierorgan (Krümmer-Steigrohr-Verteilerkopf) genutzt, dessen vierundzwanzig Abgangsleitungen zu acht Teilströmen zusammengeführt werden. Diese Teilströme gelangen in die jeweils vier Krümmen von zwei bereits beschriebenen neuartigen Dosierorganen („Sekundärdosierung“). Die Luft-Feststoff-Strömung wird hier in je dreißig Teilströme hoher Genauigkeit dosiert und anschließend den Ausbringelementen zugeführt.

Für unterschiedliche Anwendungsfälle können Art und Anzahl der Baugruppen modifiziert werden, um die Anzahl der Schare zu variieren.

Tafel 1. Dosiergenauigkeit  $\sigma$  der zentralen Dosiereinrichtungen bei der Weizenaussaat

$\dot{Q}$ g/s	$\bar{x}$ g	$-\sigma$ %	$+\sigma$ %	$\pm S_S$ %	$V_G$ %
507	1075,3	0,22	0,34	0,86	0,198

Tafel 2. Dosiergenauigkeit quer zur Reihe (Frühjahrserprobung;  $\alpha = 0$ )

Gutart	Reihen- abstand	$v_f$ km/h	Q kg/ha	$\dot{Q}$ g/s	linke Maschinenseite			rechte Maschinenseite		
					$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %	$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %
Sommerweizen	133	11,3	160	402	8,7	6,9	4,4	5,3	4,9	2,3
„Hatri“	133		260	652	3,8	5,4	2,2	6,0	6,0	3,0
Hafer „Romulus“	133	11,3	100	251	6,6	6,6	3,8	7,1	7,5	3,3
	133		175	439	7,2	8,2	3,2	6,2	7,5	3,3
Hülsenfruchtgemenge	133	11,3	120	301	—	—	—	7,9	8,6	3,3
	133		185	464	—	—	—	8,1	7,0	3,4

Tafel 3. Dosiergenauigkeit quer zur Reihe (Herbsterprobung;  $\alpha = 0$ )

Gutart	Reihen- abstand	$v_f$ km/h	Q kg/ha	$\dot{Q}$ g/s	linke Maschinenseite			rechte Maschinenseite		
					$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %	$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %
Sommerroggen	133	11,3	145	364	5,1	4,2	2,2	5,4	5,1	2,3
„Petka“	133		200	502	6,6	4,5	2,9	4,6	5,4	2,3
Sommerweizen	133	11,3	150	376	7,4	8,3	3,9	6,2	4,0	2,5
	133		200	502	5,4	6,4	2,9	2,8	4,3	2,1
Wintergerste	133	11,3	130	326	5,6	5,0	2,4	4,6	3,6	2,0
„Vogelsanger Gold“	133		190	477	5,1	4,8	2,3	3,1	5,0	1,6
Hafer „Romulus“	133	11,3	110	276	8,7	5,7	3,9	7,1	6,4	3,2
	133		160	402	6,9	5,5	3,2	3,9	7,3	2,3
Körnermais	267		70	175,5				9,0	8,8	3,7
„Inkra 2000“	400	11,3	66,5	167,5				10,7	13,8	6,5
	533		65	161,3				9,3	7,8	6,7
Winterwicke „Welta“	267	11,3	88	221				9,2	7,1	4,7
Hülsenfruchtgemenge	133	11,3	130	326	6,1	6,4	2,7	3,1	4,5	1,9
	133		190	477	4,5	6,4	2,2	4,7	4,1	2,0
Winterraps „Soltux“	133	11,3	22,5	56,5				7,0	7,1	4,0
Welsches Weidelgras										
„Dilana“	133	11,3	17,0	42,7				7,5	10,8	5,3
Luzerne „Müncheberger Stamm“	133	11,3	37,0	92,8				7,5	6,3	4,4

Tafel 4. Dosiergenauigkeit quer zur Reihe der Drillmaschine A 201 ( $\alpha = 0$ )

Gutart	Reihen- abstand	$v_f$ km/h	Q kg/ha	$\dot{Q}$ g/s	Laboruntersuchungen			Felduntersuchungen		
					$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %	$+\sigma_S$ %	$-\sigma_S$ %	$\pm S_S$ %
Sommerweizen	120	9	273	—	2,8	5,3	1,7	13,0	11,1	5,3
„Hatri“	120		191	—	4,1	12,9	4,1	8,7	11,3	4,6
Hafer „Romulus“	120	9	160	—	6,6	6,8	3,1	6,1	8,6	3,2
	120		222	—	6,6	11,0	4,2	8,9	8,2	3,9
Hülsenfrucht- gemenge	120	9	285	—	7,9	9,5	5,4	18,3	14,1	7,4
	120		176	—	6,0	7,6	3,6	11,8	11,4	6,0

#### 4. Ergebnisse zur Arbeitsqualität einer pneumatischen Drillmaschine

Zum Nachweis der funktionellen, technologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit des pneumatischen Säsystems wurde ein Funktionsmuster einer pneumatischen Solo-Aufsatteldrillmaschine für Traktoren der 30- bzw. 50-kN-Zugkraftklasse gebaut und erprobt.

Das pneumatische System bestand aus zwei bereits beschriebenen Systemen der pneumatischen Dosierung. Als Lufterzeuger kam ein Radiallüfter T 502 (Körnergebläse) des VEB Petkus Wutha zum Einsatz, dessen Luft über ein Hosenstück mit justierbarer Einstellklappe auf beide Leitungssysteme aufgeteilt wurde. Je eine Zellenradschleuse dosierte die Gesamtgutmenge Q aus dem Zentralbehälter in die beiden pneumatischen Förderleitungen.

Die Erprobung des Forschungsmusters erfolgte auf einer Fläche von 1365 ha mit der Aussaat von Weizen, Roggen, Hafer, Lupinen, Raps, Hülsenfruchtgemenge und Gerste.

Zur Ermittlung wesentlicher Prüfmerkmale der Arbeitsqualität wurden Labor- und Feldversuche vorgenommen.

##### 4.1. Dosiergenauigkeit bei der Dosierung der Ausbringmenge Q

Die Beurteilung der Arbeitsqualität der zentralen Dosiereinrichtung, die nach dem Arbeitsprinzip „Volumendosierung durch Drehvariation“ arbeitet, erfolgte im Labor. Bei unveränderten Versuchsparametern wurde in 9facher Wiederholung das dosierte Saatgut ausgewogen (Tafel 1). Die geringen maximalen Abweichungen  $\pm\sigma$  der Einzelwerte vom Mittelwert bzw. der Variationskoeffizient  $S_S$  belegen, daß die einmal eingestellte Ausbringmenge in kg/ha mit großer Genauigkeit eingehalten wird. Eine Abhängigkeit der Ausbringmenge von der Fahrgeschwindigkeit wurde bis zu einer Zellenradzahl von rd. 50 U/min nicht festgestellt [1].

##### 4.2. Dosiergenauigkeit bei der Dosierung von $\dot{Q}/n$ (Querverteilung)

Die Dosiergenauigkeit wurde stationär bestimmt und zum Vergleich den Werten einer werkneuen mechanischen Seriendrillmaschine vom Typ A 201 gegenübergestellt. Je Versuchsglied sind die Ausbringmengen der Einzelschare in 3 Versuchen bestimmt und gemittelt worden. Der durchgesetzte Massestrom  $\dot{Q}$  in g/s entspricht etwa den in der Praxis der DDR angewendeten Ausbringmengen Q in kg/ha.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

— Bezüglich der Dosiergenauigkeit von Reihe zu Reihe wird durch die pneumatische Drillmaschine ohne Ein- bzw. Verstellung des pneumatischen Dosiersystems bei 10 untersuchten Gutarten und variiertes Aussaatstärke die agrotechnische Forderung eingehalten. Bei Getreide liegt der Variationskoeffizient größtenteils deutlich unter  $S_S = 4\%$  (Tafeln 2 und 3).

— Der Vergleich der Dosiergenauigkeit vor dem Frühjahrseinsatz (Tafel 2) und nach dem Herbsteinsatz (Tafel 3) bestätigen das mit Laboranlagen erzielte Ergebnis der konstanten Dosiergenauigkeit über den Nutzungszeitraum. (Bei mechanischen Dosierprinzipien verschlechterte sich die Dosiergenauigkeit über den Nutzungszeitraum durch Verschleiß).

— In Voruntersuchungen mit einer Laboranlage und einem Feldversuchsmuster mit gleichem Dosiersystem wurde bereits nach-

Tafel 5. Dosiergenauigkeit quer zur Reihe am Hang (Schichtlinie)

Gutart	$\alpha_{Sch}$	Reihen- abstand mm	$v_f$ km/h	Q kg/ha	Q̄ g/s	rechte Maschinenseite		
	rad					$+\sigma_s$ %	$-\sigma_s$ %	$\pm S_s$ %
Sommerweizen "Hatri"	0,175	133	11,3	150	376	11,0	17,0	7,1
	0,35			200	502	13,9	14,4	8,0
				150	376	14,2	15,9	9,9
Hafer "Romulus"	0,175	133	11,3	200	502	17,1	17,0	11,4
	0,35			110	276	9,1	11,3	5,5
				160	402	10,3	11,4	6,1
Luzerne "Müncheberger Stamm"	0,175	133	11,3	110	276	16,9	18,0	9,9
	0,35			160	402	15,4	15,9	9,7
				37	92,8	10,4	12,2	6,7
Welsches Weidelgras "Dilana"	0,175	266	11,3	37	92,8	12,8	13,9	7,7
	0,35			12,8	32,2	11,0	21,2	8,0
				16,7	42,0	13,4	16,0	8,6

des Transports des Saatgutes zum Schar (Schwerkraft oder pneumatisch) beeinflusst. Die Ablagetiefe des Saatgutes im Boden hängt im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:  
 — Bodenart und -zustand und Güte der Saatbettbereitung  
 — Drillschartyp und Konstanz der Vertikalbelastung  
 — Arbeitsgeschwindigkeit.  
 Deshalb braucht man bei der Beurteilung der Arbeitsqualität einer pneumatischen Drillmaschine dieses Merkmal nicht zu bewerten.

5. Zusammenfassung

Zur weiteren sozialistischen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion sind Drillmaschinen mit wesentlich höherer Arbeitsproduktivität bei Einhaltung der agrotechnischen Forderungen notwendig. Mit pneumatischen Drillmaschinen kann die Arbeitsproduktivität vorteilhaft durch große Arbeitsbreiten bei Anordnung eines zentralen Saatgutbehälters (mechanisierte Saatgutbeschickung) realisiert werden. Das seit dem Jahr 1966 bekannte pneumatische Dosierprinzip von Saatgut weist gegenüber mechanischen Drillmaschinen Nachteile besonders in der Dosiergenauigkeit von Reihe zu Reihe auf. Die zur Verbesserung der Dosiergenauigkeit bei der Prallteilung von Saatgut-Luft-Gemischen durchgeführten Arbeiten führten zu einem pneumatischen Dosierprinzip, das die agrotechnischen Forderungen bezüglich der Arbeitsqualität von Drillmaschinen erfüllt. Wesentliche Vorteile dieses Dosierprinzips sind:

- Einhaltung der Forderungen zur Dosiergenauigkeit quer zur Reihe bei Änderung von Gutart, Massstrom und Luftdurchsatz
  - ausreichende Dosiergenauigkeit bei der Arbeit am Hang
  - Einhaltung der Arbeitsqualität ohne jegliche Einstellarbeiten
  - relativ einfache technische Ausführung.
- In umfangreichen Labor- und Felduntersuchungen mit dem Funktionsmuster einer pneumatischen Aufsatteldrillmaschine für Traktoren der 30- bzw. 50-kN-Zugkraftklasse wurde der Nachweis der ausreichenden Arbeitsqualität geführt.

gewiesen, daß zwischen der Dosierqualität in Labor- und Feldversuchen keine signifikanten Unterschiede bestehen.

— Der Vergleich bezüglich Dosierqualität mit der mechanischen Drillmaschine, deren Dosiergenauigkeit im Labor und bei der Arbeit auf dem Feld ermittelt wurde (Tafel 4), bestätigt die gute Arbeitsqualität des pneumatischen Dosierprinzips.

— Beim Einsatz am Hang verschlechtert sich die Dosiergenauigkeit  $\sigma_s$  um rd. 5 bis 10%, liegt aber im wesentlichen innerhalb der Forderung (Tafel 5).

— Die Veränderung der Reihenweite ist durch symmetrisches Absperrn der Abgangsleitungen des Dosierorgans mit luftdurchlässigen Teilern bei ausreichender Dosiergenauigkeit möglich, so daß ganzzahlige Vielfache der Grundreihenweite erreicht werden.

4.3. Dosiergenauigkeit in der Reihe

Zur Bestimmung der Dosiergenauigkeit in der Reihe wurden Labor- (Leimstreifen) und Feldversuche (Abstandsmessung der aufgelaufenen Pflanzen) mit dem pneumatischen System und mit einer mechanischen Drillmaschine A 201 durchgeführt. In Anlehnung an [2, 9] wurde eine Berechnung der Kornanzahl je Längeneinheit und ein Vergleich der Kornabstände vorgenommen. Die mathematische Auswertung der Ergebnisse ergab keine

Unterschiede in der Dosierqualität der Vergleichsmaschinen (Tafel 6).

Weiterhin wurde überprüft, ob die Kornabstände einer bei mechanischen Drillmaschinen nachgewiesenen Exponentialverteilung [9] folgen. Auch bei diesem Prüfmerkmal ist gesichert, daß zwischen einer Drillmaschine mit Särad-Dosierung und einer pneumatischen Saatgut-Dosierung keine negativen Unterschiede in der Längsverteilung bestehen.

4.4. Keimfähigkeit

Die Untersuchungen zur Keimfähigkeit führte die dafür zuständige staatliche Institution (VEB Saat- und Pflanzgut) nach den Vorschriften entsprechender Standards durch. Die Keimfähigkeit von ungedrilltem Saatgut wurde der Keimfähigkeit von Saatgut gegenübergestellt, das stationär in der pneumatischen Anlage dosiert wurde. Die Einschätzung umfangreicher Proben von Laboranlagen und Prüfständen und der Drillmaschine besagt, daß bezüglich der Komponenten Reinheit (Bruch und Keimverletzungen), entspelzte Samen (bei Hafer) und Keimfähigkeit eine Qualitätsminderung nicht nachweisbar ist.

4.5. Ablagetiefe

Das Qualitätsmerkmal „Ablagetiefe“ wird bei der Aussaat mit Reihendrillmaschinen nicht von der Art des Dosiermechanismus (mechanisch oder pneumatisch) und von der Durchführung

Tafel 6. Dosiergenauigkeit in der Reihe in Abhängigkeit von der Meßstreckenlänge (Vergleich zwischen Funktionsmuster PD 74 und Serienmaschine A 201)

Gutart	Drill- maschine	$v_f$ km/h	Q kg/ha	Q̄ g/s	Länge der Meßstrecke in mm															
					100			500			1000			3000						
					$\bar{x}$	$+\sigma_L$	$-\sigma_L$	$\pm S_s$	$\bar{x}$	$+\sigma_L$	$-\sigma_L$	$\pm S_s$	$\bar{x}$	$+\sigma_L$	$-\sigma_L$	$\pm S_s$				
Gerste	PD 74	6	160	213	2,9	175,9	100	58,3	14,5	58,4	38,0	20,2	29,1	37,7	20,8	15,4	87,2	20,5	10,5	10,8
					3,0	169,8	100	60,6	14,9	75,1	39,4	25,2	29,7	41,4	29,3	18,2	89,3	8,6	17,2	9,4
	A 201	10	—	3,6	203,5	100	58,4	18,1	65,5	44,8	25,2	36,3	32,4	28,3	15,2	109,8	13,8	17,2	10,5	
Gerste	PD 74	6	170	227	2,1	279,0	100	77,1	10,6	70,6	52,6	36,1	21,1	46,9	47,9	32,1	66,7	9,5	11,5	10,6
					2,6	134,8	100	53,7	12,8	40,6	45,3	20,1	25,6	17,2	14,1	9,8	77,3	3,5	5,6	4,9
					3,3	140,2	100	53,2	16,7	44,1	39,9	22,3	33,3	38,1	15,9	15,4	100,7	9,3	5,6	8,1
	A 201	10	—	378	3,5	128,6	71,4	52,7	17,7	69,5	49,2	30,2	35,4	32,8	26,6	18,7	106,7	6,9	11,9	10,3
					3,7	199,3	100	52,1	18,4	52,6	51,0	20,8	36,6	25,7	26,2	13,7	110,7	13,9	6,9	7,7
					5,0	161,1	79,9	54,0	24,9	60,6	47,8	25,5	49,8	50,6	43,8	19,3	153,3	20,6	8,7	11,0
Lupine	PD 74	6	173	—	4,8	108,3	58,3	43,6	9,6	56,3	27,1	23,1	29,0	20,7	13,8	18,3				
					4,0	102,5	74,7	53,5	7,9	51,9	62,0	40,7	15,8	32,9	30,4	27,4				
	A 201	10	—	4,3	134,6	76,5	53,5	8,5	100,0	52,9	40,9	26,7	27,5	17,5	24,1					
				4,0	178,5	100,0	62,8	7,9	51,9	62,0	34,0	24,7	13,5	23,0	20,0					
					4,6	97,8	78,0	54,1	9,1	75,8	67,0	34,5	27,3	24,4	26,8	25,7				
					4,5	147,2	77,5	53,8	8,9	46,1	55,1	33,7	27,7	8,4	13,3	11,6				

## Literatur

- [1] Pippig, G.; Peschel, E.: Theoretischer und experimenteller Nachweis der Leistungsfähigkeit und Funktionssicherheit des pneumatischen Säsystems sowie seine Einordnung in die kombinierten Aggregate und die selbstfahrende Bestellkombine. WZ für Landtechnik Schlieben, Forschungsbericht, 1972 (unveröffentlicht).
- [2] Mahlstedt, J.; Heege, H.-J.: Die pneumatische Zuteilung von Getreide in Sämaschinen. Grundlagen der Landtechnik 22 (1972) H. 2, S. 33—38.
- [3] Traulsen, H.: Wie gut sind unsere Drillmaschinen? Stayr-Information (1973) H. 2, S. 28—30.

- [4] Protokoll der gemeinsamen Untersuchung an der Drillmaschine „Lataj-Accord 5,6“ durch Spezialisten der UVR und der DDR. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1973 (unveröffentlicht).
- [5] Bernhardt, H.: Qualitäts- und Leistungsparameter einer Accord-Drillmaschine. Institut für Getreideforschung Bernburg-Hadmersleben, Bericht 1969 (unveröffentlicht).
- [6] Szalay, Z.: Neue Drillmaschinen zur Getreideausaat in Ungarn. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft. (1977) H. 2, S. 147—152.
- [7] Pippig, G.: Dosieren von Saatgut-Luft-Gemischen

in pneumatischen Drillmaschinen. agrartechnik 27 (1977) H. 12, S. 544—547.

- [8] Pippig, G.: Prallteilung von Saatgut-Luft-Gemischen in vertikalen und geneigten Förderleitungen mit kreisrundem Querschnitt. agrartechnik 28 (1978) H. 8, S. 344—346.
- [9] Heege, H.-J.: Die Gleichstand-, Drill- und Breitsaat des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der flächenmäßigen Kornverteilung. KTL-Berichte über Landtechnik 112, Frankfurt/M. (1967). A 2412

# Ergebnisse der Betriebsbelastungsanalyse am Liegeflächen-Trennbügel

Dipl.-Ing. R. Krone, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Problemstellung

Lastannahmen sind für den Festigkeitsnachweis von Bauteilen unbedingt erforderlich und können anhand theoretischer Überlegungen oder spezieller Versuche erarbeitet werden. Die Erarbeitung von Lastannahmen für die Dimensionierung des Liegeflächen-Trennbügels ist auf theoretischem Wege schwer möglich. Die an diesem Bauteil auftretenden Betriebsbelastungen werden hauptsächlich durch die aufgestallten Kühe hervorgerufen. Sowohl die Wirkungsrichtung der Tierkräfte als auch ihre Größe sind von einer Vielzahl von Einflüssen abhängig. Lastannahmen können deshalb nur in Auswertung experimenteller Untersuchungen erarbeitet werden. Über Ergebnisse der experimentellen Betriebsbelastungsanalyse am Liegeflächen-Trennbügel wird im folgenden berichtet.

## 2. Darstellung der Funktion des Liegeflächen-Trennbügels

Mit Hilfe des Liegeflächen-Trennbügels wird die für das Liegen in einem Laufstall vorgesehene Fläche in einzelne Liegeplätze unterteilt. Der Liegeflächen-Trennbügel bildet die seitliche Begrenzung des Liegeplatzes und sichert so den für die einzelne Kuh bei Laufhaltung erforderlichen Platz zum weitgehend ungestörten Liegen. Als seitliche Begrenzung des Liegeplatzes sichert er die liegende Kuh vor Trittverletzungen durch Nachbarkühe. Gleichzeitig schränkt er den seitlichen Bewegungsbereich der auf dem Liegeplatz ruhenden oder stehenden Kuh soweit ein, daß sie die Liegefläche nicht mit Kot und Harn verunreinigt. Der Liegeflächen-Trennbügel kann seine Funktion nur in Verbindung mit dem Trenn- und Nackenriegel erfüllen. Der Trennriegel verhindert das Durchkriechen und der Nackenriegel das Durchlaufen der den Liegeplatz benutzenden Kuh. Über den Nackenriegel wird gleichzeitig das Abliegen der Kuh mit dem Ziel einer minimalen Verschmutzung des Liegeplatzes durch darauf abgesetzten Kot und Harn gesteuert. Der Liegeflächen-Trennbügel dient zur Befestigung des Trenn- und Nackenriegels sowie des Selbsttränkebekens. Er ist in TGL 32302/05 standardisiert [1].

Die für die Gestaltung des Liegeplatzes verbindlichen Funktionsmaße sind für die Milchviehhaltung im Standard TGL 32303/02 festgelegt [2]. Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Liegeplatzes.

## 3. Untersuchungsmethode

Die Messung der Betriebsbelastungen am Liegeflächen-Trennbügel erfolgte in einer industriemäßig produzierenden Milchviehanlage vom Typ AP 1930. Die Anlage nahm im September des Jahres 1977 ihren Betrieb auf und befand sich zur Zeit der Messungen noch in der Belegungsphase.

Der technologische Ablauf in der Anlage entsprach dem im technologischen Projekt vorgegebenen Produktionszyklogramm. Gemessen wurden die Belastungen in einer Gruppenbucht mit gleichbleibendem Kuh-

bestand. Die Kühe in dieser Gruppenbucht waren bereits mehrere Monate in der Anlage und befanden sich im ersten Laktationsdrittel.

Als Meßwertaufnehmer dienten Halbleiter-Dehnmeßstreifen, die in Halbbrückenschaltung an den Einspannstellen auf den Liegeflächen-Trennbügel aufgeklebt worden waren. Da der Angriffspunkt für die Tierkraft nicht eindeutig definiert ist und sich theoretisch auf der gesamten Länge des Liegeflächen-Trennbügels befinden kann, wurden die an den beiden Einspannstellen angebrachten Halbbrücken zu einer Vollbrücke zusammengeschaltet. Die angreifende Tierkraft konnte so unabhängig vom jeweiligen Kraftangriffspunkt registriert werden. Der Meßfehler der kalibrierten Meßkette betrug 5,2 %, bezogen auf den Vollausschlag. Die Meßkette wurde so kalibriert, daß als maximale Tier-

Bild 1. Schematische Liegeplatzdarstellung: a Trennriegel, b Nackenriegel, c Liegeflächen-Trennbügel, d Liegefläche, e Spaltenboden

