

lung im Abschnitt 3 durchgeführt, wobei folgende Werte gemessen werden konnten:

Bruchkraft $F_{H \max} = 5145 \text{ N}$
 Aufbruchlänge $f = 0,30 \text{ m}$
 Arbeitstiefe $t = 0,20 \text{ m}$
 Dichte $\rho = 1,5 \text{ g/cm}^3$

Gesucht:
 Schubfestigkeit τ
 Normalspannung σ
 Kohäsion c
 innerer Reibungswinkel ρ_i .

Lösungen:

Schubfestigkeit

$\tau = A (F_{H \max} - B)$
 Funktionswerte für A und B aus Nomogrammen (s. Abschnitt 4):
 $A = 15,6 \text{ l/m}^2$; $B = 43,5 \text{ N}$
 $\tau = 15,6 (5145 - 43,5) \text{ N/m}^2$
 $\tau = 7,95 \text{ N/cm}^2$

Normalspannung

$\sigma = D (F_{H \max} + E)$
 Funktionswerte für D und E aus Nomogrammen (s. Abschnitt 4):
 $D = 10,38 \text{ l/m}^2$
 $E = 98 \text{ N}$
 $\sigma = 10,35 (5145 + 98) \text{ N/m}^2$
 $\sigma = 5,43 \text{ N/cm}^2$

Kohäsion

$c = G F_{H \max} - H$
 Funktionswert für G aus Bild 6: $G = 11,25 \text{ l/m}^2$
 Funktionswert für H aus Bild 7:
 $H = 1110 \text{ N/m}^2$
 $c = 11,25 \cdot 5145 \text{ N/m}^2 - 1110 \text{ N/m}^2$
 $c = 5,68 \text{ N/cm}^2$

Innerer Reibungswinkel

Aus Bild 8 ergibt sich
 $\rho_i = 22,6^\circ$.

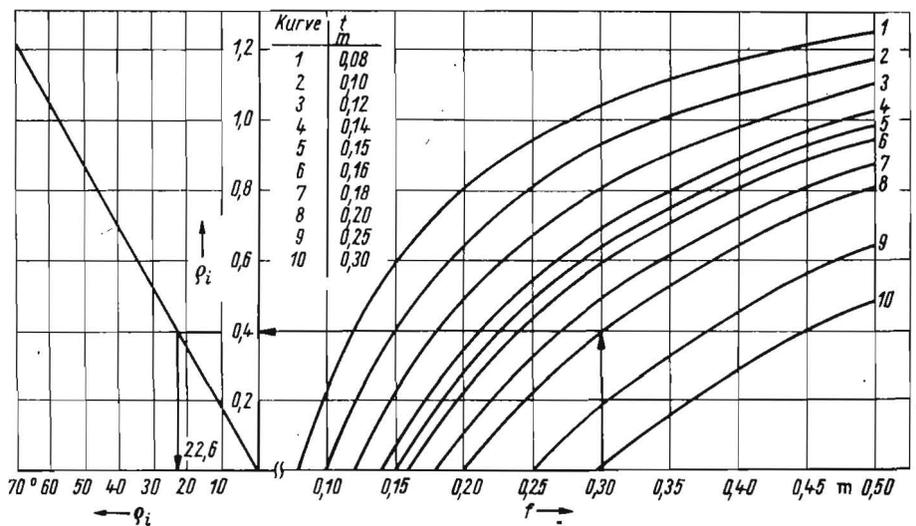


Bild 8. Nomogramm der Funktion $\rho_i = 90^\circ - 2 \arctan t/f$

6. Zusammenfassung

Die Bestimmung von Bodenkenngrößen ist für die wissenschaftliche Entwicklung von Bodenbearbeitungswerkzeugen dringend notwendig. Davon ausgehend wird ein Meßgerät zur Bestimmung der Schubfestigkeit, der Normalspannung, des inneren Reibungswinkels und der Kohäsion vorgestellt sowie der Einsatz des Geräts, die Versuchsdurchführung und -auswertung erläutert. Die entwickelten Nomogramme ermöglichen das schnelle Bestimmen der Kennwerte.

Literatur

[1] Bernhardt, K.: Zum Problem der Festigkeitsmessung im Boden. *agrar.technik* 25 (1975) H.7, S.357—359.

- [2] Bernhardt, K.: Eine Methode zur Bestimmung der Schubfestigkeit des Bodens unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Dissertation 1974 (unveröffentlicht).
- [3] Bernhardt, K.: Theoretische Untersuchungen einer Methode zur Bestimmung der Schubfestigkeit des Bodens. *agrar.technik* 26 (1976) H.7, S.338—340.
- [4] TGL 33328 Schubfestigkeit des Bodens. Ausg. Februar 1977.
- [5] Troppens, D.: Grundlagen der Meßtechnik bei Landmaschinenuntersuchungen (Teil III). *Dt. Agrar.technik* 20 (1970) H.7, S.338—341.
- [6] Scholz, A.: Theoretische Untersuchungen zu einer Methode für die Ermittlung der Schubfestigkeit des Bodens. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1974 (unveröffentlicht). A 2065

Kornabscheidung mit Hilfe einer Leittrömmel im Dreschwerk

Dr.-Ing. W. Thümer, KDT

Verwendete Formelzeichen

Im Formelverzeichnis sind nur die aus Bild 1 nicht ableitbaren Formelzeichen erläutert:

AKL	%	Kornabscheidegrad der Leittrömmel, bezogen auf die der Leittrömmel angebotene Kornmasse
BKL	%	Kornbeschädigungsgrad durch die Leit- und Dreschtrömmel, bezogen auf die der Leittrömmel angebotene Kornmasse
d _T	m	Dreschtrömmeldurchmesser
i _{SL}		Schlagleistenzahl
k		Stoßfaktor
P _{LO}	kW/m	Gesamttrommelleistung je 1 m Arbeitsbreite
q̇	kg/s · m	Gesamtdurchsatz des Dreschwerks je 1 m Arbeitsbreite
s _A	mm	Ausgangsspalt der Drescheinrichtung
v _L	m/s	Leittrömmelumfangsgeschwindigkeit
v _{LO}	m/s	Leerlaufumfangsgeschwindigkeit der Leittrömmel
v _z	m/s	Zuführungsgeschwindigkeit
z		Schaufelanzahl
φ _z	°	Zuführwinkel

ω _L	1/s	Leittrömmelwinkelgeschwindigkeit
ω _K	1/s	Kornwinkelgeschwindigkeit vor dem Stoß
r _a	m	Leittrömmelaußenradius
v _A	m/s	Auftreffgeschwindigkeit auf der Leittrömmelschaukel
v̄ _K	m/s	Korngeschwindigkeit nach dem Stoß
x _D	m	Horizontalkoordinate des Durchstoßpunktes der Kornrichtung durch die Rechenebene der Auf-fangeinrichtung
y _L	m	Vertikalkoordinate der Leittrömmel
β _K	°	Kornabwurfwinkel
γ _R	°	Rechenanstellwinkel
σ _A	°	Schaufelanstellwinkel

1. Problemstellung

In der Mähdrescherentwicklung konzentrieren sich gegenwärtig die Maßnahmen zur Intensivierung der Kornabscheidung auf die am häufigsten eingesetzte Schlagleistendreschein-

richtung und auf Arbeitselemente für die Restkornabscheidung. Die Ausnutzung von Leiteinrichtungen zur Kornabscheidung [1] ist eine wesentliche Arbeitsrichtung.

Als Leiteinrichtungen im Sinne der vorliegenden Ausführungen werden Arbeitselemente verstanden, die Drescheinrichtungen mit tangentialem Gutdurchfluß nachgeordnet sind und folgende Funktionen erfüllen:

- Förderung des Korn-Stroh-Spreu-Gemisches zum Arbeitselement für die Restkornabscheidung
- Abnahme des Korn-Stroh-Spreu-Gemisches von der Dreschtrömmel zur Verhinderung von Wickelerscheinungen des Halmgutes an der Dreschtrömmel
- Schaffung günstiger Kornabscheidebedingungen für das nachgeordnete Arbeitselement und die Kornabscheidung durch die Leiteinrichtung selbst.

Die letzten beiden Funktionen sind keine Bedingungen. Ihre Erfüllung ist von den agrotechnischen Forderungen an das jeweilige

Dreschwerk abhängig. Aus Serienmähdreschern, Patenten und der wissenschaftlichen Literatur ist eine Vielzahl unterschiedlicher Ausführungsvarianten von Leiteinrichtungen bekannt. In [1] sind die nach Gestaltung, Anzahl, Art der Bewegung und Abstand zur vorgelagerten Dreschtrommel systematisierten Funktionselemente und nach Verhinderung von Wicklerscheinungen des Halmgutes, Körnerabscheidung, Materialeinsatz und Raumbedarf gewerteten Leiteinrichtungen ausführlich dargestellt. Im Ergebnis dieser Untersuchungen stellen sich die in fast allen Serienmähdreschern eingesetzten Leitrommeln als die eindeutig günstigsten Leiteinrichtungen im Mähdrescher heraus. Explizit wurde in der Literatur die Kornabscheidung mit Hilfe einer Leitrommel nicht behandelt, sondern nur der Einfluß qualitativ dargestellter Leitrommelparameter auf die Kornabscheidung eines Hordenschüttlers dargelegt [2][3][4]. Allgemeingültige Aussagen zum Verhalten der Gemischkomponenten Korn, Stroh und Spreu in den Funktionselementen der Leitrommel sind nicht vorhanden.

Die Grundprozesse an der Leitrommel werden mit der Zielfunktion der maximalen Kornabscheidung unter Beachtung der folgenden Nebenbedingungen analysiert:

- Funktionsgerechter Transport der Gemischkomponenten zum nachfolgenden Arbeitselement aus der Sicht der Gesamtkonzeption des Dreschwerks
- Verhinderung von Wicklerscheinungen an der vorgelagerten Dreschtrommel
- Körnerbeschädigung durch die Leitrommel
- Leistungsbedarf.

Aufgrund der gegenwärtigen Mähdrescherkonzeption wird die Arbeitsweise der Leitrommel in unmittelbarer Verbindung mit einer Schlagleistendrescheinrichtung beurteilt. Zum diesem Zweck wurde eine spezielle Auffangeinrichtung für das von der Leitrommel abgegebene Korn-Stroh-Gemisch aus Voruntersuchungen entwickelt. Ein anstelle der Auffangeinrichtung angeordneter Hordenschüttler würde die Bewertung der Grundprozesse an der Leitrommel verunsichern, da das Arbeitsergebnis nur über eine Gesamteinschätzung des Systems Leitrommel-Hordenschüttler meßbar ist.

Im Rahmen von Forschungsarbeiten an der TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, wurde die Gesamtproblematik umfassend behandelt. Ein Teil der Ergebnisse wird in den nachfolgenden Ausführungen dargestellt.

2. Theoretische Untersuchungen

Zur Charakterisierung des Übergabeprozesses des Korn-Stroh-Spreu-Gemisches zwischen Ausgangsspalt der Drescheinrichtung, Leitrommel und Auffangeinrichtung wurden Zeitlupenaufnahmen angefertigt und die folgenden Erkenntnisse abgeleitet.

Die Körner werden an der Leitrommelschaukel sofort nach dem Auftreffen reflektiert, es tritt ein teilelastischer Stoß auf. Stroh und Spreu zeigen plastisches Stoßverhalten, sie gleiten nach dem Auftreffen zur Schaukelperipherie und werden abgeworfen. Rusanow [5] wies ebenso dieses teilelastische Verhalten der Körner an einer feststehenden Prallwand nach. Aus der Aufbereitungstechnik ist die Nutzung der „Prallsortierung“ in gleicher Weise bekannt. Das unterschiedliche Verhalten von Korn und Stroh an der Leitrommelschaukel bedingt, daß für beide Gemischkomponenten verschiedene theoretische Ansätze formuliert werden. Ge-

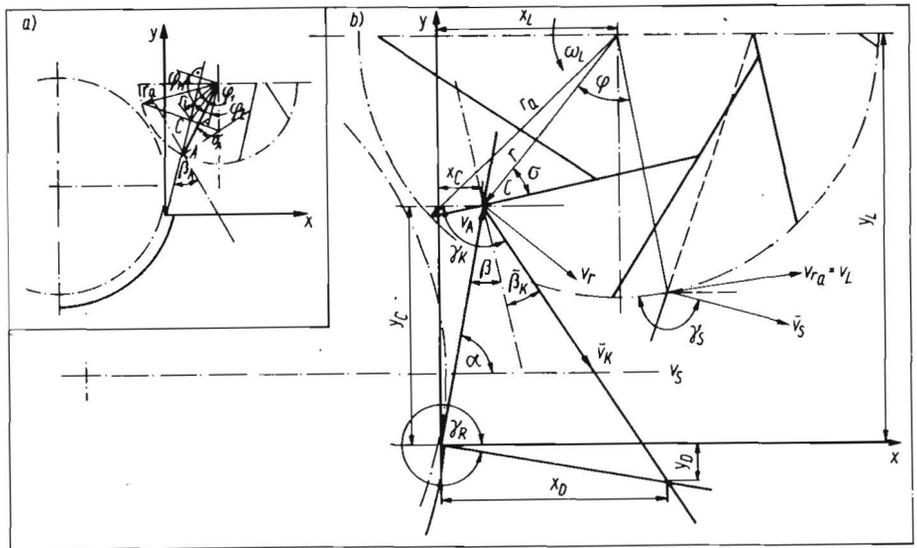


Bild 1. Geometrische Beziehungen und Bewegungsverhältnisse beim Übergabeprozess zwischen Drescheinrichtung, Leitrommel und Auffangeinrichtung

genüber den tatsächlichen Prozeßbedingungen werden dabei folgende Einschränkungen bzw. Festlegungen getroffen:

- Auftreffgeschwindigkeit bei den verwendeten Drescheinrichtungsparametern auf der Leitrommelschaukel $v_A = 10 \dots 20$ m/s (experimentell ermittelt)
- Korn-Stroh-Gemisch verläßt den Ausgangsspalt der Drescheinrichtung tangential
- Stoßfaktor zwischen Korn und Stahlblech $k = 0,4 \dots 0,6$, zwischen Stroh und Stahlblech $k = 0$ (experimentell ermittelt)
- Korn ist kugelförmig, Winkelgeschwindigkeit des Kornes vor dem Stoß $\omega_K = 0$
- Korn und Stroh werden als Einzelteile ohne gegenseitige Beeinflussung betrachtet
- Querbewegung der Gemischkomponenten, Luftströmung, Wandreibung, Gewicht, Stoßzeit und Ausgangsspalt der Drescheinrichtung vernachlässigt.

Da für die Strohförderung unter den gegebenen Bedingungen die Abweichungen zwischen theoretischen und experimentellen Ergebnissen unzulässig groß sind und eine weitere Präzisierung des theoretischen Modells kaum möglich ist, wird im folgenden die Theorie des Körnerübergabeprozesses beschrieben. Wesentliche theoretische Bewertungsgrößen sind die Horizontalkoordinaten der Durchstoßpunkte durch die Rechenebene x_D und die Abwurfgeschwindigkeiten \bar{v}_K . Die Bereiche werden durch das Auftreffen der Körner am Leitrommelaußenradius r_a und -innenradius r_i charakterisiert.

Aus den in Bild 1 dargestellten wichtigsten geometrischen Beziehungen und Bewegungsverhältnissen an der Leitrommelschaukel werden die theoretischen Bewertungsgrößen abgeleitet. Der theoretisch mögliche innerste Gutauftrittspunkt auf der Leitrommelschaukel wird unter Nichtbeachtung der Trommelrotation (s. Bild 1a) berechnet. Mit den Substitutionen

$$D = \frac{\sin(90^\circ - \beta_A - \sigma_A)}{\sin(90^\circ - 360^\circ/z + \beta_A)}$$

$$E = \frac{\sin \sigma_A}{\sin(180^\circ - 360^\circ/z - \sigma_A)}$$

gilt:

$$x_D = r_a \sqrt{D^2(1-E)^2 + E^2 - 2DE(1-E) \cos H} \quad (1)$$

$$\text{mit } H = (180^\circ - 360^\circ/z - \sigma_A)$$

Trifft die Bedingung $\varphi_1 > \varphi_M$ zu, dann folgt: $r_i = r_a \sin(90^\circ - \beta_A - \sigma_A)$. (2)

Gelten die Bedingungen $\varphi_1 \leq \varphi_2$ bzw. r_i aus Gl. (1) = r_a , dann errechnet sich der Innenradius nach

$$r_i = r_a \sin \sigma_A \quad (3)$$

Beim Überstreichen des Gutstrahls durch eine Leitrommelschaukel wird der theoretische Auftreffwinkel β im Bereich $r_a \geq r \geq r_i$ aus Gl. (4) errechnet:

$$\beta = 90^\circ - \arcsin(r_a/r \sin \sigma_A) - \arcsin(1/r \sin \alpha) \quad (4)$$

$$(x_L - y_L \cot \alpha)$$

Nach der Newtonschen Stoßtheorie werden Kornabwurfwinkel $\bar{\beta}_K$ und -geschwindigkeit \bar{v}_K berechnet:

$$\bar{\beta}_K = \arctan \frac{5/7 v_A \sin \beta}{v \cos \sigma + k(v \cos \sigma + v_A \cos \beta)} \quad (5)$$

$$\bar{v}_K = 5/7 v_A \sin \beta / \sin \bar{\beta}_K \quad (6)$$

Mit den Geradengleichungen der Kornabwurfrichtung und der Rechenebene ergibt sich der Durchstoßpunkt durch die Rechenebene:

$$x_D = \frac{y_C - x_C \tan \gamma_K}{\tan \gamma_R - \tan \gamma_K} \quad (7)$$

Das Bewegungsverhalten der Körner an der Leitrommel ist bei gegebenen Parametern der Drescheinrichtung (im untersuchten Fall $d_T = 0,65$ m, $\alpha = 74^\circ$, $s_A = 5$ mm) von folgenden Größen abhängig:

$$\bar{\beta}_K; \bar{v}_K; x_D = f(r_a, y_L, \sigma_A, z, v_L, \gamma_R, v_A, k)$$

Der Rechenwinkel $\gamma_R = 344^\circ$ und dessen Zinkenabstand wurden in experimentellen Voruntersuchungen für die zu analysierenden Parameterbereiche so bestimmt, daß keine funktionellen Störungen beim Strohttransport auftraten. Der Leitrommelaußenradius r_a beeinflusst bei entsprechender Wahl von y_L und σ_A die Körnerabscheidung theoretisch nicht. Der Radius $r_a = 0,2$ m wurde insbesondere wegen des im Mähdrescherbau üblichen Verhältnisses zum Dreschtrommelradius von rd. 0,6 gewählt. Gegenüber den Konstruktionsparametern der Leitrommel haben in den untersuchten Bereichen der Stoßfaktor $k = 0,4 \dots 0,6$

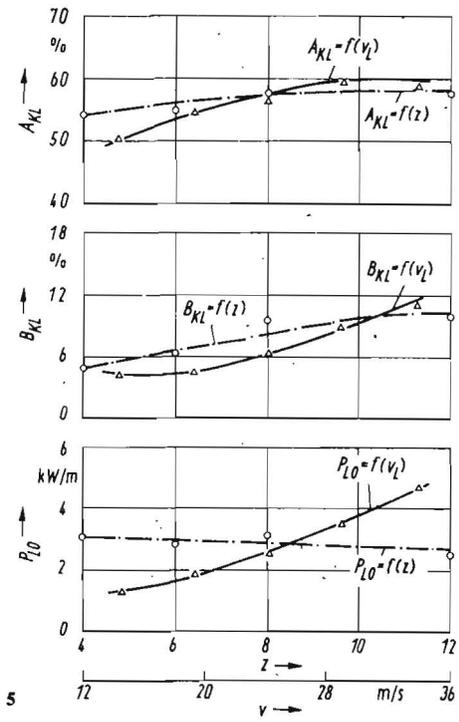
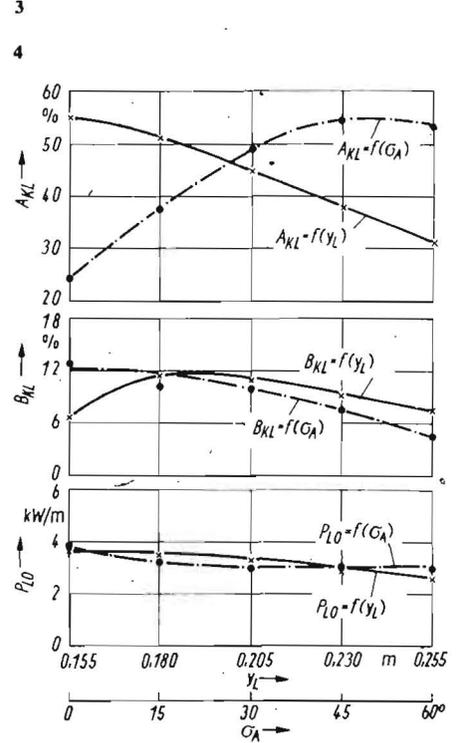
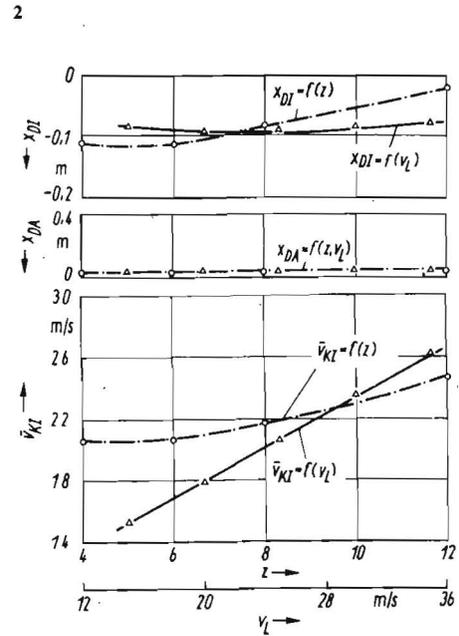
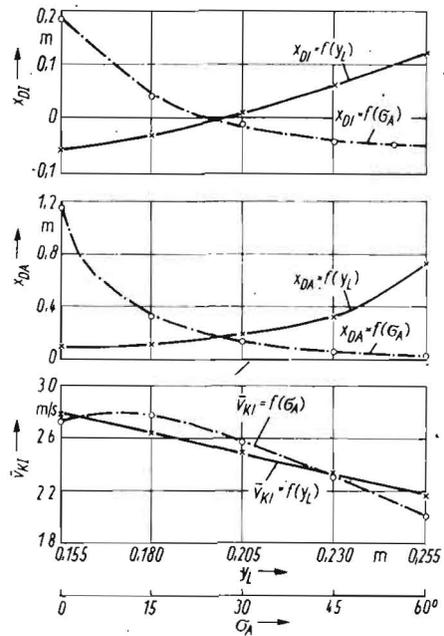


Bild 2. Korndurchstoßpunkte durch die Rechen-ebene x_{DI} ; x_{DA} und Kornabwurfgeschwindigkeit \bar{v}_{KL} in Abhängigkeit von der Leittrummelhöhe y_L und dem Schaufelwinkel σ_A ; Festwerte: $z = 8$; $v_L = 30$ m/s; $k = 0,5$; $v_A = 14$ m/s

Bild 3. Korndurchstoßpunkte durch die Rechen-ebene x_{DI} ; x_{DA} und Kornabwurfgeschwindigkeit \bar{v}_{KL} in Abhängigkeit von der Schaufelanzahl z und der Leittrummelumfangsgeschwindigkeit v_L ; Festwerte: $\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m; $k = 0,5$; $v_A = 14$ m/s

Bild 4. Kornabscheidegrad A_{KL} , Kornbeschädigungsgrad B_{KL} und Leistungsbedarf P_{LO} in Abhängigkeit von der Leittrummelhöhe y_L und dem Schaufelwinkel σ_A ; Festwerte: $z = 8$; $v_L \approx 29$ m/s

Bild 5. Kornabscheidegrad A_{KL} , Kornbeschädigungsgrad B_{KL} und Leistungsbedarf P_{LO} in Abhängigkeit von der Schaufelanzahl z und der Leittrummelumfangsgeschwindigkeit v_L ; Festwerte: $\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m

und die Auftreffgeschwindigkeit $v_A = 10 \dots 20$ m/s einen geringen Einfluß auf die Lage des Durchstoßpunktes x_D . Veränderte Korneigenschaften durch Feuchtigkeit, Druschgutart und -sorte sowie Drehzahländerungen der Dreschtrommel, die sich auf die Größen k und v_A auswirken, beeinträchtigen demzufolge die Kornabscheidung der Leittrummel wenig. In den Bildern 2 bis 5 sind jeweils die Hauptwirkungen der Einflußgrößen auf die theoretischen und experimentellen Bewertungsgrößen (BWG) dargestellt (s. a.

Tafel 1). Aus Bild 2 ist ersichtlich, daß die Kornabwurfrichtung mit größerem σ_A und kleinerem y_L zur Drescheinrichtung gerichtet ist, wobei selbst ein Teil der Körner in diese reflektiert wird (s. $x_D = f[y_L, \sigma_A]$). Die Körner dringen jedoch nicht in die Drescheinrichtung ein, sondern werden von den Schlagleisten abgeworfen und stören somit den idealisiert dargestellten theoretischen Prozeß gegenüber den praktischen Bedingungen. Schaufelwinkel zwischen $\sigma_A = 45 \dots 60^\circ$ und Leittrummelhöhen $y_L = 0,155 \dots 0,180$ m lassen günstige Kornabscheidegrade A_{KL} erwarten. Die geringen Abwurfgeschwindigkeiten bei steigenden Leittrummelhöhen und Schaufelwinkeln (außer $\sigma_A = 0^\circ$ wegen des kleinen r_i) wirken sich dagegen ungünstig auf die Kornabscheidung aus. Die Durchdringung der Strohschicht unterhalb der Leittrummel wird negativ beeinflusst. Kornbeschädigungen müßten dann verringert werden.

Schaufelanzahl und Umfangsgeschwindigkeit der Leittrummel beeinflussen im dargestellten Bereich (Bild 3) die Kornabwurfrichtung weniger als Schaufelwinkel und Leittrummelhöhe. Aufgrund der Funktionsverläufe $x_D, \bar{v}_{KL} = f(z)$ wird sich die Kornabscheidung bei größerer Schaufelanzahl geringfügig erhöhen. Die sich mit steigender Umfangsgeschwindigkeit und Schaufelanzahl vergrößernden Kornabwurfgeschwindigkeiten werden höhere Kornabscheidegrade und auch stärkere Kornbeschädigungen verursachen.

Aus den theoretischen Untersuchungen sind hohe Kornabscheidegrade in folgenden Parameterbereichen zu erwarten:

- $\sigma_A = 45 \dots 60^\circ$
- $y_L = 0,155 \dots 0,180$ m
- $v_L \approx 30$ m/s
- $z = 8 \dots 12$

Hohe Umfangsgeschwindigkeiten und Schaufelanzahl rufen dagegen starke Kornbeschädigungen hervor. Die nachfolgenden experimentellen Untersuchungen sind wegen der Einschränkungen in den theoretischen Betrachtungen gegenüber den tatsächlichen Bedingungen notwendig. Sie dienen der eindeutigen Festlegung obiger Leittrummelparameter unter dem Aspekt der maximalen Kornabscheidung der Leittrummel bei Beachtung von Strohtransport, Körnerbeschädigung und Leistungsbedarf.

3. Experimentelle Untersuchungen

3.1. Versuchsmethodik

Ableitend aus den theoretischen Untersuchungen, werden im Versuchsblock I (Leittrummelhöhe; Schaufelwinkel) in den Bereichen $y_L = 0,155 \dots 0,255$ m; $\sigma_A = 0 \dots 60^\circ$ und im Block II (Umfangsgeschwindigkeit; Schaufelanzahl) in den Bereichen $v_{LO} = 15 \dots 35$ m/s; $z = 4 \dots 12$ kombiniert. Dabei wird im Block I aufgrund der Kornbeschädigungen die Leerlaufumfangsgeschwindigkeit der Leittrummel

Tafel 1. Übersicht zu den in den Bildern 2 bis 3 dargestellten Funktionen und zugehörigen Festwerten

	Einflußgröße	Mittelwert über	Festwerte theoretisch (k = 0,5; $v_A = 14$ m/s)	experimentell ($\bar{q} \approx 6$ kg/s · m)
BWG	y_L	σ_A	$z = 8$; $v_L = 30$ m/s	$z = 8$; $v_L \approx 29$ m/s
	σ_A	y_L	$z = 8$; $v_L = 30$ m/s	$z = 8$; $v_L \approx 29$ m/s
	z	v_L	$\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m	$\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m
	v_L	z	$\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m	$\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m

$v_{LO} = 30$ m/s festgelegt. Die Schaufelanzahl $z = 8$ erweist sich gegenüber $z = 4$; 6 wegen der Kornabwurfriechung und gegenüber $z = 12$ wegen der Kornbeschädigung als günstig. Die Festwerte für Block II ($\sigma_A = 45^\circ$; $y_L = 0,18$ m) sind nach den theoretischen und im Block I experimentell bestätigten Ergebnissen festgelegt worden. Eine Variation des spezifischen Durchsatzes bei allen Untersuchungsparametern ist wegen des grundlegenden Charakters der Untersuchungen nicht nötig. Die Basis bildet der spezifische Nenndurchsatzbereich gegenwärtig leistungsfähiger Mährescher von rd. 6 kg/s · m und die Testfrucht Weizen.

Statistische Untersuchungen zeigten, daß bei Versuchszeiten von rd. 5,3 s 2 bis 3 Versuche je Einstellung nötig sind, um bei verwendeter Stufenwahl eine Änderung der Kornabscheidung A_{KL} gesichert nachweisen zu können. Am Ende der Untersuchungen wurden mit den teiloptimierten Parametern $y_L = 0,18$ m, $\sigma_A = 45^\circ$, $z = 8$ und $v_L \approx 29$ m/s für die Fruchtarten Weizen, Roggen und Gerste Durchsatzreihen im Bereich $\dot{q} = 3 \dots 9$ kg/s · m gefahren. Die Prozesse an der Leittrommel werden im wesentlichen durch Kornabscheidegrad A_{KL} , Kornbeschädigungsgrad B_{KL} und Leistungsbedarf P_{LO} bewertet. Dazu wurde folgende Versuchseinrichtung verwendet:

Die Beschickung der Leittrommel erfolgte mit einer herkömmlichen Schlagleistendrescheinrichtung ($d_T = 0,65$ m; $i_{SL} = 8$; $\beta_K = 120^\circ$; $\alpha = 74^\circ$; $\varphi_Z = 40^\circ$; $v_Z = 3$ m/s; $b_T = 0,6$ m).

Die Drescheinrichtung war in einer stationären Versuchsanlage [6] eingebaut. Ein enger Spalt zwischen Leit- und Dreschtrommelperipherie ist die Grundlage für die Verhinderung von Wickelerscheinungen an der Dreschtrommel. Wegen auftretender Fertigungstoleranzen wird ein Abstand beim Stillstand der Dresch- und Leittrommel von 7,5 mm festgelegt. Nach dem Dreschspaltausgang ist unter einem Winkel zur Horizontalen von 16° ($\gamma_R = 344^\circ$) ein 630 mm langer Rechen mit einem Zinkenabstand von 50 mm befestigt. In Vorversuchen wurden Auffanglänge (600 mm), Anstellwinkel ($\gamma_R = 344^\circ$) und Zinkenabstand bestimmt. Ein nach dem Rechen angeordneter Hordenschüttler dient der Ermittlung des Körnerrestanteils im Abgang der Auffangeinrichtung. Drehmomentenbedarf und Drehzahl der Leittrommel wurden in bekannter Weise, analog registriert und im quasistationären Bereich zur Leistungsermittlung ausgewertet. Die Bewertungsgrößen werden auf das die Drescheinrichtung verlassende Korn-Stroh-Gemisch bezogen.

3.2. Versuchsergebnisse

Die in den Bildern 4 und 5 dargestellten Funktionen

$A_{KL} = f(\sigma_A, y_L, v_L, z)$ bestätigen im wesentlichen qualitativ die theoretischen Ergebnisse (Bilder 2 und 3). Dabei beeinflusst die Kornabwurfriechung von der Leittrommel den Kornabscheidegrad A_{KL} weitaus stärker als die Kornabwurfgeschwindigkeit. Große Änderungen der Abwurfriechung (z. B. $x_{DI} = f(y_L, \sigma_A)$) rufen eine starke Änderung der Kornabscheidung $A_{KL} = f(y_L, \sigma_A)$ hervor, hingegen bewirkt eine große Änderung der Abwurfgeschwindigkeit (z. B. $\bar{v}_{KI} = f(v_L)$) eine geringfügige Änderung des Kornabscheidegrades (z. B. $A_{KL} = f(v_L)$). Der geringere Kornabscheidegrad bei $\sigma_A = 60^\circ$ gegenüber $\sigma_A = 45^\circ$ hat die Ursache in den niedrigeren Kornabwurfgeschwindigkeiten bei annähernd gleichen x_{DI} und x_{DA} (Bild 2).

Der degressive Verlauf der Kornabscheidung

Tafel 2. Zusammenstellung der teiloptimierten Parameter

	σ_A	y_L m	v_L m/s	z
A_{KL}	≈ 45	$\approx 0,18$	28...35	8...12
B_{KL}	60	0,255	15...20	4
P_{LO}	15...60	0,255	≈ 15	12

mit erhöhter Umfangsgeschwindigkeit entspricht nicht in vollem Umfang den theoretisch zu erwartenden Ergebnissen. Die Lage des Durchstoßpunktes wird kaum beeinflusst, die Wirkung der linear steigenden Abwurfgeschwindigkeit wird aufgrund des unter der Leittrommel nur begrenzt korndurchlässigen Strohgitters abgebaut. Die sich in geringen Grenzen ändernde Kornabwurfriechung und -geschwindigkeit wirken bei variabler Schaufelanzahl derart, daß die Kornabscheidung kaum beeinflusst wird (Bild 5).

Durchstoßpunktlage und Abwurfgeschwindigkeit sind für die höheren Abscheidegrade bei $z = 8$; 12 verantwortlich.

Bei der Auslegung eines Dreschwerkes müssen Leittrommelhöhe und Schaufelwinkel gegenüber Umfangsgeschwindigkeit und Schaufelanzahl zum Zweck einer hohen Kornabscheidung primär behandelt werden (Bilder 4 und 5). Die maximale Kornabscheidung tritt bei der Parameterkombination $\sigma_A = 45^\circ$, $y_L = 0,155$ m, $z = 8 \dots 12$ und $v_L = 28 \dots 35$ m/s auf. Wegen der ungenügenden Strohförderung sind aus funktionellen Gründen jedoch Leittrommelhöhen $y_L = 0,18$ m zu realisieren. Aufgrund der großen Stoßgeschwindigkeiten $\bar{v}_{KI} = f(\sigma_A, y_L, v_L, z)$ treten die höchsten Kornbeschädigungen bei kleinen σ_A ; y_L (Bild 2) und hohen v_L ; z (Bild 3) auf. Wegen der hohen Druschgutkonzentration bei $y_L = 0,155$ m und der daraus resultierenden Korngeschwindigkeitsverringerung trifft obige Aussage bei dieser Einstellung nicht zu. Die höheren Schlagfrequenzen bei großen v_L und die größere Auflösung des Gemisches wirken sich ebenso ungünstig auf die Kornbeschädigungen aus.

Wegen des progressiven Anstiegs der Kornbeschädigung als Funktion der Umfangsgeschwindigkeit (Bild 5) sollte diese unabhängig von der Schaufelanzahl nicht größer als 30 m/s sein. Der in diesen Ausführungen nicht dargestellte Gesamtkornbeschädigungsgrad des Dreschwerkes überschreitet dadurch nicht den zulässigen Grenzwert von 3 %.

Die konstruktive Gestaltung und die Betriebsparameter der Leittrommel sind die Ursache dafür, daß die Funktionen $P_{LO} = f(\sigma_A, y_L, v_L, z)$ hauptsächlich der Leerlaufcharakteristik eines Förder- oder Wurfgebläses entsprechen. Die geringfügigere Umlenkung und der größere Freiraum unterhalb der Leittrommel bewirken die Abnahme des Leistungsbedarfs der Trommel mit steigender Leittrommelhöhe. Beim Schaufelwinkel $\sigma_A = 0^\circ$ steigt der Leistungsbedarf gegenüber den übrigen Winkeln wegen der erhöhten Verwirbelung der Luft an. Günstig wirkt sich dagegen eine höhere Schaufelanzahl aus, da die Trommel sich immer mehr einem glatten rotierenden Zylinder nähert. Der Anteil an der benötigten Gesamtleistung des Mähreschers beträgt bei für die Kornabscheidung günstigen Leittrommelparametern rd. 4 bis 7%. Die Durchsatz- und Fruchtartenuntersuchungen werden im Abschnitt 4 zusammenfassend diskutiert.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die in Tafel 2 zusammengestellten Parameter erweisen sich für die einzelnen Bewertungsgrößen als günstig.

Die maximale Kornabscheidung ist unter Beachtung der Nebenwirkungen (B_{KL} , P_{LO} , Strohttransport) die Zielfunktion. Für die Kornabscheidung günstige Parameter sind deshalb in ihrer Wirkung auf die übrigen Bewertungsgrößen zu analysieren.

Der Strohttransport ist gewährleistet. Der Gesamtkornbeschädigungsgrad des Dreschwerkes ist für die Fruchtarten Weizen und Gerste und die Parameter $\sigma_A = 45^\circ$, $y_L = 0,18$ m, $v_L = 30$ m/s und $z = 8$ kleiner als 3%.

In der Fruchtart Roggen ist wegen des Überschreitens des Grenzwertes die Umfangsgeschwindigkeit zu verringern. Wegen der Kornbeschädigung sind beim Leittrommelaußenradius $r_A = 0,2$ m die Parameter $z = 8$ und $v_L = 30$ m/s zu wählen. Die Kornabscheidung wird nur unwesentlich beeinflusst. Durch den geringen Anteil des Leistungsbedarfs der Leittrommel an der Gesamtbilanz des Mähreschers bei den ausgewählten Parametern beeinflusst diese Bewertungsgröße die Parameterwahl nicht.

Für eine Schlagleistendrescheinrichtung mit $d_T = 0,65$ m und $\alpha = 74^\circ$ können folgende Leittrommelparameter abgeleitet werden:

- Außenradius $r_A = 0,2$ m
- Schaufelwinkel $\sigma_A = 45^\circ$
- Leittrommelhöhe $y_L = 0,18$ m
- Umfangsgeschw. $v_L \leq 30$ m/s
(abhängig von B_{KL})
- Schaufelanzahl $z = 8$.

In Dreschwerken, die sich in den der Leittrommel vor- und nachgeordneten Arbeitselementen und deren Parametern unterscheiden, muß die Leittrommelhöhe experimentell angepaßt werden. Aufgrund des Verhältnisses zwischen Leittrommel- und Dreschtrommelradius von rd. 0,6 sowie der Schlagfrequenz sind Leittrommelaußenradius und Schaufelanzahl bei anderen Dreschwerkkonzeptionen theoretisch anzupassen.

Literatur

- [1] Thümer, W.: Systematisierung und Wertung von Leiteinrichtungen für das die Drescheinrichtung verlassende Korn-Stroh-Spreu-Gemisch. agrartechnik 27 (1977) H. 6, S. 258—259.
- [2] Gubsch, M.: Möglichkeiten der Verbesserung der Hangtauglichkeit von Standardmähreschern unter besonderer Berücksichtigung des Schüttelverlustes. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Dissertation A, 1972 (unveröffentlicht).
- [3] Kozyrev, E. V.: K analizu sistem molotil'nyh grup zerno-uborochnykh kombajnov (Zur Analyse der Dreschsysteme von Mähreschern). Projektirovanie rabočich organov sel'skochozjajstvennyh mašin, Rostov na Donu (1970) S. 215—221.
- [4] Zubkov, V. I.: O parametrah otbojnogo bitera (Über Parameter der Leittrommel). Issledovanie rabočich organov sel'skochozjajstvennyh mašin, Rostov na Donu (1973) H. 2, S. 42—52.
- [5] Rusanov, U. A.: Fizičeskie osnovy pnevmopul'snoj separacii zerna (Physikalische Grundlagen der Druckluftimpulssicherung von Getreide). Mechanizacija i elektrifikacija soc. sel'skogo chozjajstva 26 (1968) H. 7, S. 19—22.
- [6] Kugler, K.: Der Einfluß der Zuführriechung des Druschgutes zur Schlagleistendrescheinrichtung auf einige Bewertungsgrößen des Dreschprozesses. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 25 (1976) H. 5/6, S. 1217—1220.