

tigt die manuelle Steuerung in keiner Weise. Die geringeren Stellgeschwindigkeiten der Regeleinrichtung genügen den praktischen Anforderungen. Bei der Bereitstellung von leistungsfähigeren elektrischen Stellmotoren ist eine größere Dauerstellgeschwindigkeit konstruktiv möglich. Diese wäre bei Übergängen von stehendem zu lagerndem Getreide und umgekehrt wünschenswert.

- Der Praxiseinsatz läßt keine prinzipbedingten Zuverlässigkeitsmängel erkennen. Noch vorhandene Schwachstellen sind bei der konstruktiven Weiterentwicklung zum Serienmuster vermeidbar (den Einsatzbedingungen angepaßte Bauteile wie Stecker, Relais, Motoren).
- Mit der Anwendung der Haspeldrehzahlregelung werden deutliche Bedienerleichterungen und Vereinfachungen erzielt, was die Mechanisatoren als besonders vorteilhaft bewerten.
- Mit den Forschungsmustern wurde nachgewiesen, daß Anschaffungskosten möglich sind, die die wirtschaftliche Anwendung ab einer Schneidwerksverlustsenkung  $\geq 0,1\%$  gewährleisten. Dabei sind Effekte durch Bedienerleichterung ökonomisch nicht berücksichtigt.
- Der Einsatz im VEG „Thomas Müntzer“ Memleben zeigte besonders bei Sonderkulturen, daß beträchtliche Verlustsenkungen möglich sind (rd. 50%).

Insgesamt hat sich die vorgestellte Lösung als geeignete Basis für die Weiterentwicklung zum Serienerzeugnis bestätigt. Die Konzeption der Haspeldrehzahlregelung läßt die Nachrüstung im Rahmen der Mähdreschermodernisierung zu. Sie bietet darüber hinaus mit der gewählten Meß- und Stelleinrichtung die Voraussetzungen, die Aufgabe unter Verwendung von Mikroprozessorreglern zu lösen. Die Haspeldrehzahlregelung ist ebenfalls in Mikrorechnerbordsystemen für Mähdrescher als Teilkomponente implementierbar.

### 8. Zusammenfassung

Über die Entwicklung einer Haspeldrehzahlregelung wird berichtet. Ausgangspunkt für die Entwicklungsaufgabe bilden umfangreiche landtechnische Untersuchungen zum Einfluß der Haspeldrehzahl auf die Schneidwerksverluste und zur Senkung der Schneidwerksverluste durch eine arbeitsgeschwindigkeitsproportionale Steuerung der Haspelumfangsgeschwindigkeit. Wesentliche regelungstechnische Untersuchungsergebnisse und der konstruktive Aufbau der Regeleinrichtung werden vorgestellt und ihre Wirkungsweise erläutert. Die Erprobung der ersten Forschungsmuster in mehreren Praxisbetrieben wurde erfolgreich abgeschlossen. Die Ergebnisse belegen, daß mit der Haspeldrehzahlregelung Schneidwerksverlusten

kungen je nach Fruchtart bis zu 50% möglich sind. Es werden deutlich spürbare Bedienerleichterungen erreicht.

### Literatur

- [1] Herrmann, K.: Anforderungen an die Verfahren der Getreideproduktion und deren Mechanisierung. Beitrag zur wissenschaftlichen Arbeitstagung vom 19. bis 21. Sept. 1984 in Leipzig. Wissenschaftliche Beiträge der MLU Halle-Wittenberg (1985) 40, S. 48.
- [2] Lehmann, H.-G.: Zu Fragen der Körnerverlustsenkung am Schneidwerk des Mähdreschers E512. *agrar-technik*, Berlin 25 (1975) 7, S. 352-355.
- [3] Prochazka, B.; Svoboda, J.: Der Einfluß des Arbeitsregimes der Haspel auf die Kornverluste bei der Getreideernte. Kongreß- und Tagungsbericht der MLU Halle-Wittenberg 1976.
- [4] Svoboda, J.; Supuka, J.: Niektore poznatky sledovania strat zrna pri koseni riadkovou kosackou (Einige Bemerkungen zu beobachteten Körnerverlusten beim Ernten mit Mähdrescher). *Zemědělská technika*, Praha 17 (1971) 8, S. 537.
- [5] Beckmann, C.: Untersuchungen zu den Schneidwerksverlusten beim Rapsmähdrusch. WPU Rostock, Dissertation 1983.
- [6] Automatische Haspeldrehzahlregelung für Mähdrescher „E516“. *Wir machen es so*, Markkleeberg 32 (1984) 11, S. 196.
- [7] Degner, J.; Dümichen, H.; Sparing, H.: Wie schnell muß sich die Haspel am MD drehen? Empfehlungen zur verlustsenkenden Einstellung beim Einsatz des E516 im Getreide und Raps. *Bauern-Echo* vom 24. Juli 1985, S. 6.

A 4799

## Aspekte zur Steuerung der Entkörnungs- und Korn-Stroh-Trennungprozesse in Mähdrescherdreschwerken

Dipl.-Ing. H. Dümichen/Dipl.-Ing. G. Hofmann/Dipl.-Ing. G. Meißner  
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

### Verwendete Formelzeichen

DV	Dreschwerksverluste
KU, KO	untere und obere Grenzen des Konfidenzintervalles
n	Stichprobenanzahl
SDS	Strohdurchsatz
SF	Strohfeuchte
SF <sub>s</sub>	Standardabweichung der Strohfeuchte
SV	Schüttlerverluste
$\alpha$	Irrtumswahrscheinlichkeit
SK (skw)	Korbspaltweite (Skalenwert)

### 1. Problemstellung

Ziel der Prozeßführung im Teilsystem Dreschwerk und Korn-Stroh-Trennung (Tangentialschlagleistentrommel-Dreschkorb-Kombination und Hordenschüttler) des Mähdreschers ist, einen maximalen Durchsatz bei Einhaltung einer vorgegebenen Arbeitsgüte (Kornverluste und -beschädigungen) und minimalem Energieaufwand zu erreichen. Da sich die Mähdruschbedingungen zeitlich und örtlich ändern, ist eine stetige Anpassung der Betriebsweise des Teilsystems (Betriebsparameteranpassung) erforderlich. Mit der ständigen qualitätsgerechten Lösung dieser Aufgabe ist der Mechanisator überfordert [1]. Dies ist nur mit modernen Mitteln der Automatisierungstechnik möglich. Für die Entwicklung einer derartigen Automatisierungseinrichtung sind Kenntnisse über den Einfluß der Betriebsparameter der

Arbeitsorgane auf die Arbeitsqualität in Abhängigkeit von Stoffkennwerten des Druschgutes und des Durchsatzes notwendig. Dazu sind Prozeßmodelle zu schaffen, die nur in der Einheit von experimenteller (Prüfstands- und Feldversuch) und theoretischer Durchdringung der Prozeßzusammenhänge zu erzielen sind.

Vorrangiges Ziel einer Ausgangsstufe ist, die Grundeinstellung des Dreschwerks den durchschnittlichen Bedingungen eines zu mähenden Getreidebeets bestmöglich im Sinne der Zielfunktion und entsprechend der technologischen Leistungs- bzw. Verlustvorgabe selbsttätig anzupassen.

Unter diesem Aspekt bestehen folgende wesentliche prozeßanalytische Fragestellungen:

- In welchen Durchsatzbereichen sind unter Beachtung der Druschguteigenschaften relevante Einflüsse der Betriebsparameter-einstellung vorhanden und wie stellen sie sich qualitativ und quantitativ dar?
- Auf welche Ausgangsgrößen des Teilsystems wirken sich Einstellunterschiede entscheidend aus?
- Wie werden die Zusammenhänge zwischen Betriebsparametern und Prozeßausgangsgrößen von meßbaren stochastischen Größen des Bestands störend beeinflusst?
- Welche technischen Meßgrößen sind in

der Maschine erforderlich, um nach einer Steuervorschrift eine optimale Grundeinstellung im Sinne der Zielfunktion zu gewährleisten?

Zur Klärung dieser Fragen sind experimentelle Untersuchungen auf ausgewählten Produktionserschlägen mit der in [2] beschriebenen Testtechnik und Versuchsmethodik durchgeführt worden. Erste Ergebnisse und Schlußfolgerungen sollen nachfolgend vorgestellt werden.

### 2. Untersuchungskomplexe

#### 2.1. Vergleich von Einstellkombinationen der Betriebsparameter

Die Grundfrage der Untersuchung bestand in der Überprüfung der These, daß innerhalb eines vorgegebenen fruchtartenspezifischen Wertebereichs für Einstellkombinationen der Betriebsparameter Trommeldrehzahl, Dreschspaltweite, Klappensieböffnung und Reinigungsgebläsedrehzahl druschoptimale Einstellkombinationen existieren. Verglichen wurden die Prozeßergebnisse für 3 Einstellkombinationen entsprechend dem Laststufeneinstellstab am Mähdrescher E516. Es wurde die Möglichkeit überprüft, diese festen Einstellkombinationen für eine Steuervorschrift in Automatisierungseinrichtungen zu verwenden.

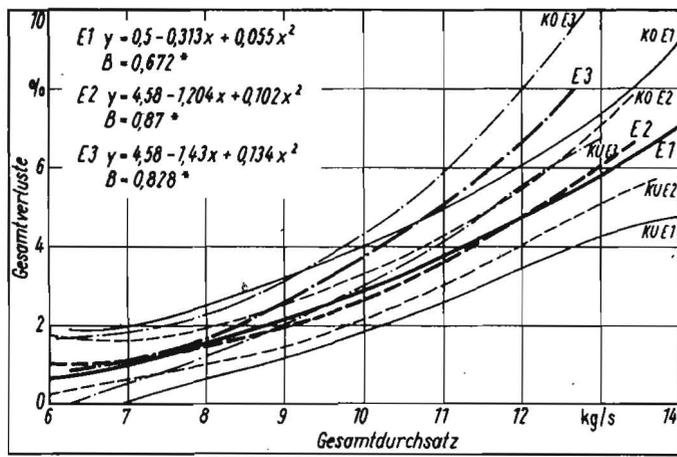


Bild 1. Abhängigkeit der Gesamtverluste vom Durchsatz für 3 Einstellkombinationen (E1 bis E3) mit Konfidenzintervallen, Fruchtart Weizen

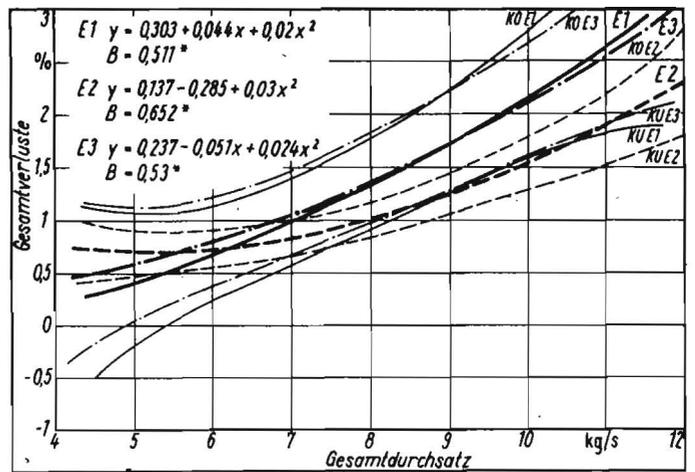


Bild 2. Abhängigkeit der Gesamtverluste vom Durchsatz für 3 Einstellkombinationen (E1 bis E3) mit Konfidenzintervallen, Fruchtart Roggen

Tafel 1. Kurzcharakteristik der Einsatzbedingungen auf 4 Standorten 1985 (Mittelwerte)

Fruchtart	Kornertrag		Strohertrag Meßparzelle t/ha	Kornfeuchte Meßparzelle %	Strohfeuchte Meßparzelle %
	Schlag t/ha	Meßparzelle t/ha			
Winterroggen	4,99	6,11	7,21	21,4	44,0
Winterroggen	4,88	5,57	5,54	15,9	29,8
Winterweizen	5,56	5,86	5,52	14,1	18,0
Winterweizen	5,47	6,20	5,36	13,9	18,4

Tafel 2. Abstufungen der verschiedenen Einstellungen für Winterroggen

Betriebsparameter	Einstellung	Einstellung		
		E1	E2	E3
Dreschtrommel-drehzahl	min <sup>-1</sup>	700	800	900
Dreschspaltweite	Kerbe	3,5	4,5	5,5
Obersieböffnung	mm	10	12	14
Untersieb	mm	6 × 20	6 × 20	6 × 20
Reinigungs-gebläsdrehzahl	min <sup>-1</sup>	1 900	2 000	2 100

Tafel 3. Abstufung der verschiedenen Einstellungen für Winterweizen

Betriebsparameter	Einstellung	Einstellung		
		E1	E2	E3
Dreschtrommel-drehzahl	min <sup>-1</sup>	750	850	950
Dreschspaltweite	Kerbe	2,5	3,5	4,5
Obersieböffnung	mm	11	13	15
Untersieb	mm	6 × 20	6 × 20	6 × 20
Reinigungs-gebläsdrehzahl	min <sup>-1</sup>	1 900	2 000	2 100

Tafel 4. Kurzcharakteristik der Einsatzbedingungen 1985

Parameter	Mittelwert	Variationskoeffizient
Untersuchungskomplex: Roggen, Dreschspalteinfluß (35 Versuche)		
Kornertrag	t/ha 4,43	16,1
Strohertrag	t/ha 3,79	26,8
Korn-Stroh-Verhältnis	1,23	25,9
Kornfeuchte	% 13,80	10,4
Strohfeuchte	% 20,90	29,7
Untersuchungskomplex: Weizen, Dreschtrommeldrehzahleinfluß (50 Versuche)		
Kornertrag	t/ha 7,28	11,3
Strohertrag	t/ha 5,68	19,2
Korn-Stroh-Verhältnis	1,31	13,5
Kornfeuchte	% 18,50	7,5
Strohfeuchte	% 18,10	24,2
Untersuchungskomplex: Weizen, Dreschspalteinfluß (50 Versuche)		
Kornertrag	t/ha 7,63	8,3
Strohertrag	t/ha 6,19	17,8
Korn-Stroh-Verhältnis	1,26	17,2
Kornfeuchte	% 17,90	11,4
Strohfeuchte	% 19,20	24,4

### 2.1.1. Versuchsbedingungen und -durchführung

Die Untersuchungen erfolgten für die Fruchtarten Roggen und Weizen auf 4 Standorten (Tafel 1). Die Abstufungen der 3 verschiedenen Einstellungen wurden im Vergleich zum Einstellstab in weiteren Grenzen vorgenommen, um Unterschiede im Arbeitsergebnis deutlicher zu kennzeichnen (Tafeln 2 und 3).

### 2.1.2. Ergebnisse

Die Regressionsanalyse ergibt für alle Einstellungen in beiden Fruchtarten signifikante Durchsatz-Verlust-Kennlinien (Bilder 1 und 2) mit Bestimmtheitsmaßen  $B = 0,50 \dots 0,80$  bei  $n = 24$  (Roggen) bzw.  $n = 18$  (Weizen) je Einstellung. Der Verlauf der Verluste über dem Durchsatz weist den erwarteten progressiven Anstieg auf. Diese Charakteristik wird

eindeutig durch die Abhängigkeit der Schüttlerverluste vom Gesamtdurchsatz bestimmt. Die anderen Verlustkomponenten sind in nur geringem Maß vom Durchsatz abhängig.

Bei Roggen liegen die Durchsatzwerte für 1,5% Dreschwerksverluste zwischen 8,5 und 9,9 kg/s. Das Ergebnis entspricht dem der staatlichen landwirtschaftlichen Eignungsprüfung. Der Vergleich der Durchsatz-Verlust-Kennlinien ergibt keine statistisch sicheren Unterschiede, da sich die Vertrauensintervalle um die Regressionsfunktionen deutlich überlappen ( $\alpha = 5\%$ ).

Die Einstellung E2 nimmt dabei mit einem geringeren Funktionsanstieg eine Vorzugsstellung ein, die erst bei größeren Durchsatzwerten positive Effekte erwarten läßt. Im Verlustbereich von 0,5 bis 1,5% können Durchsatzreserven bei vorgegebenem Sollverlust durch die Wahl der Einstellkombination unter den gegebenen Bedingungen nicht gesichert bestätigt werden. Die Lage der Regressionsfunktionen zueinander ist aufgrund des Wirkungskomplexes, der sich aus der gleichzeitigen Veränderung von Dreschtrommeldrehzahl und Dreschspaltweite ergibt, nicht eindeutig interpretierbar.

Im wesentlichen treffen diese Aussagen auch auf die Ergebnisse im Weizen zu. Jedoch ist hier zu verzeichnen, daß alle 3 Einstellkombinationen im Verlustbereich bis 1,5% nahezu identische Regressionsfunktionen ergeben. Erst bei größeren Durchsätzen kommt es zu einer Differenzierung, so daß die Einstellkombinationen E1/E2 günstigere Durchsatz-Verlust-Kennlinien bilden. Der geringe Nenndurchsatz (für 1,5% Dreschwerksverlust) ist auf die konkreten Einsatzbedingungen (äußerst brüchiges Stroh) zurückzuführen.

Auffällig bei beiden Fruchtarten ist, daß der schwache Einstelleinfluß vom Durchsatzniveau abhängig ist und mit zunehmendem Durchsatz größer wird. Die tendenziell vorteilhafteren Einstellkombinationen weisen bei gleichem Stichprobenumfang kleinere Konfidenzintervallbreiten auf.

Als wesentliches Ergebnis für die Automatisierung ist festzustellen, daß es nicht sinnvoll ist, auf der Basis von festen Einstellkombinationen geeignete Steuerstrategien für die selbsttätige Auffindung einer optimalen Grundeinstellung des Dreschwerks abzuleiten. Es ist erforderlich, den Prozeß anhand der Wirkung weniger komplexer Einflußgrößen zu analysieren.

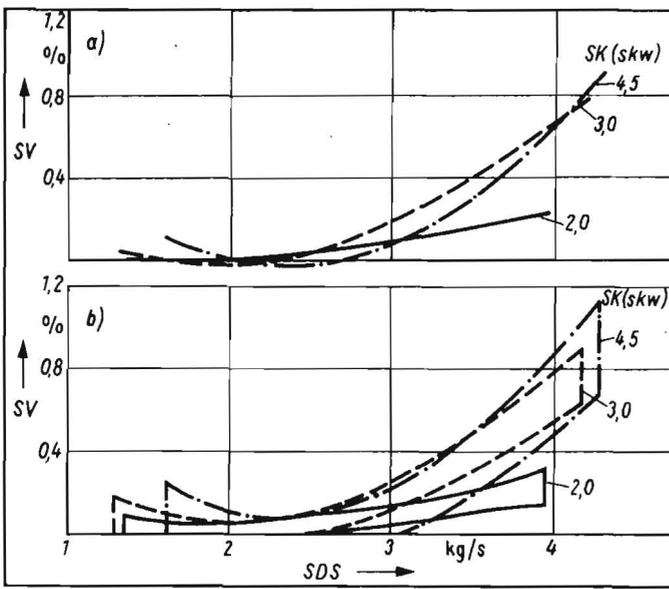


Bild 3. Abhängigkeit der Schüttlerverluste vom Strohdurchsatz und von der Korbspaltweite für eine Trommeldrehzahl von  $800 \text{ min}^{-1}$  (Standort Hohenbucko, Roggen, 1985);

- a) Regressionsfunktionen  
b) zugehörige Konfidenzbereiche

## 2.2. Einfluß von Dreschtrommeldrehzahl und Dreschspaltweite

Die Betriebsparameter Dreschtrommeldrehzahl und Dreschspaltweite sind als wesentliche Einflußgrößen im Dreschwerksprozeß bekannt, wobei vor allem der Dreschtrommeldrehzahleinfluß hervorgehoben wird. Die Erkenntnisse über das Einflußverhalten entstammen fast ausschließlich Untersuchungen unter Laborbedingungen. Wesentlich ist jedoch, Abhängigkeiten unter Feldlaborbedingungen zu analysieren, Unterschiede im Arbeitsergebnis der Prozesse des Dreschwerks als ökonomisch bewertbare Effekte zu bestätigen und daraus Grundlagen für Regelungen bzw. Steuervorschriften abzuleiten.

### 2.2.1. Versuchsbedingungen und -durchführung

Der Einfluß von Dreschtrommeldrehzahl und Dreschspaltweite wurde in getrennten Ver-

suchsreihen unter jeweiliger Konstanthaltung einer der beiden Einflußgrößen in den Fruchtarten Roggen und Weizen untersucht (Tafel 4). Die verwendeten Einstellstufen sind in Tafel 5 zusammengefaßt.

Für die Auswertung der Betriebsparameter-einflüsse wurde ein Bereich von 0,5 bis rd. 2% Dreschwerksverluste betrachtet.

### 2.2.2. Ergebnisse

Die Mehrzahl der Zusammenhänge zwischen Prozeßbewertungsgrößen und Durchsatz sind für fast alle Betriebsparameter-einstellungen signifikant. Der Strohdurchsatz ist dabei die Haupteinflußgröße für die Prozesse im Dreschwerk (Bild 3). Der Einfluß der Einstellparameter ist aufgrund von großen Meßwertvarianzen nicht durchgängig signifikant. Die ablesbaren Tendenzen für die Zusammenhänge stimmen recht gut mit den theoretischen Erwartungen und Ergebnissen anderer Versuchsansteller überein [3, 4, 5].

#### Dreschspalteinfluß

Aus dem Vergleich der Durchsatz-Verlust-Kennlinien geht hervor, daß nennenswerte Einflüsse nur auf die Schüttlerverluste (Bild 3), die Ausdruschverluste und das Dreschtrommeldrehmoment bestehen. Ein Einfluß der Dreschspaltweite auf Beschädi-

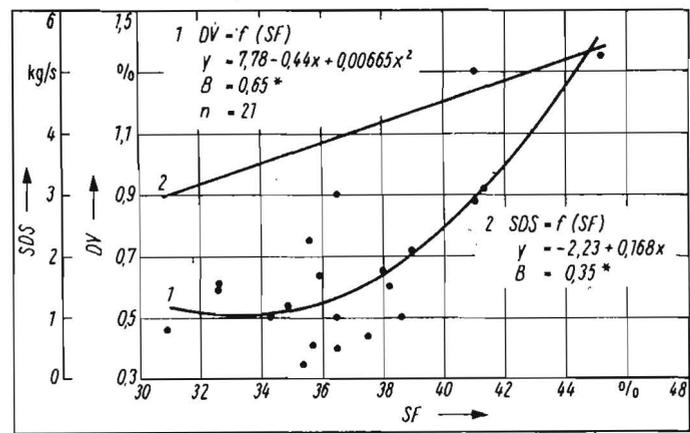


Bild 4. Abhängigkeit der Dreschwerksverluste und des Strohdurchsatzes von der Strohfeuchte, Fruchtart Roggen

gungen und Reinigungsverluste ist im untersuchten Bereich nicht gegeben. Die Abhängigkeit der Schüttler- und Ausdruschverluste vom Dreschspalt wird bei Strohdurchsätzen  $> 3 \text{ kg/s}$  im Roggen bzw.  $> 4 \text{ kg/s}$  im Weizen bedeutsam und dann stetig stärker. Danach bewirken kleinere Dreschspaltweiten sowohl geringere Schüttler- als auch Ausdruschverluste. Maßgebend sind die Schüttlerverluste, wobei für Weizen auch die Ausdruschverluste mit zu berücksichtigen sind.

#### Dreschtrommeldrehzahleinfluß (nur im Weizen untersucht)

Von der Dreschtrommeldrehzahl werden die Ausdrusch- und Schüttlerverluste, die Kornbeschädigung und die Dreschtrommelantriebsleistung beeinflusst. Ein Einfluß auf die Reinigungsverluste und das Dreschtrommeldrehmoment ist nicht festzustellen.

Generell ist der Dreschtrommeldrehzahleinfluß vom Strohdurchsatzniveau abhängig. Für die Ausdrusch- und Schüttlerverluste nehmen die Kennlinienabstände bei größer werdenden Strohdurchsätzen zu. Für die Kornbeschädigung liegen erwartungsgemäß umgekehrte Verhältnisse vor. Bei Dreschtrommeldrehzahlerhöhung fallen zunächst die Ausdruschverluste progressiv. Im Bereich der größten Drehzahlen ist die Verlustabnahme nur noch gering. Die Schüttlerverluste verhalten sich ähnlich, wobei im Drehzahlbereich von  $750$  bis  $950 \text{ min}^{-1}$  ein Schüttlerverlustminimum erreicht wird. Die Kornbeschädigung verläuft progressiv steigend über den Drehzahlanstieg. Sie ist im Bereich mittlerer bis hoher Strohdurchsätze vernachlässigbar. Bei den vorgefundenen Einsatzbedingungen ist es günstig, die Dreschtrommeldrehzahl um so größer zu wählen, je größer der Strohdurchsatz ist. Dabei sind Grenzen gegeben, die bei extrem brüchigem Stroh durch eine erhöhte Kurzstrohbelastung für die Reinigung entstehen. Das äußert sich durch einen starken Anstieg der Reinigungsverluste.

Insgesamt bestätigen die unter Feldlaborbedingungen gewonnenen Ergebnisse den aus Laborversuchen bekannten Wissensstand. Es existieren statistisch signifikante Durchsatz-Verlust-Kennlinien für die einzelnen Dreschwerkeinstellungen. Wichtigste Einflußgröße ist der Strohdurchsatz. Dreschspaltweite und Dreschtrommeldrehzahl sind dem untergeordnet und werden bei Strohdurchsätzen

Tafel 5. Einstellungen der Betriebsparameter am Mähdrescher E516

		Fruchtart	
		Weizen	Roggen
Obersieböffnung	mm	13	12
Untersieb	mm	$\varnothing 12,5$	$6 \times 20$
Gebüsedrehzahl	$\text{min}^{-1}$	2 100	2 000
Dreschtrommeldrehzahl	$\text{min}^{-1}$	850	800
(bei Dreschspaltvariation konstant gehalten)			
Dreschspaltweite <sup>1)</sup>	Kerbe	3,0	-
(bei Dreschtrommeldrehzahlvariation konstant gehalten)			
Dreschtrommeldrehzahleinstellungen	T1	$650 \text{ min}^{-1}$	
(Leerlaufdrehzahl)	T2	$750 \text{ min}^{-1}$	
	T3	$850 \text{ min}^{-1}$	
	T4	$950 \text{ min}^{-1}$	
Dreschspalteinstellungen		Einlaufspaltweite mm	Auslaufspaltweite mm
	K1	$2,0^{\text{II}}$	7
	K2	$3,0^{\text{II}}$	9
	K3	$4,5^{\text{II}}$	13
	K4	$6,0^{\text{II}}$	18,4

1) Skalenwert

> 3,5 kg/s zunehmend wirksam. Unterschiede der Arbeitsqualitätsmerkmale sind infolge der sehr großen Meßwertstreuung nur schwer nachweisbar. Für den Anwendungserfolg einer Automatisierungslösung, die eine optimal angepaßte Grundeinstellung realisiert, ist die Festlegung des Sollverlustes bzw. des schlagspezifischen Strohdurchsatzes maßgeblich.

### 2.3. Einfluß der Gutfeuchte

Entsprechend den Erfahrungen in der Mähdruschpraxis und früherer wissenschaftlicher Untersuchungen wird die Gutfeuchte, besonders die Strohfeuchte, als eine entscheidende Einflußgröße für die Funktionsgüte der Arbeitsorgane bewertet. Sie bestimmt vor allem, ob Druschfähigkeit vorliegt oder nicht und wie das Dreschwerk vor einzustellen ist (s. a. Feuchtegruppen auf den Einstellstäben für Mähdrescher). Hilfsmittel zur exakten und vor allem schnellen Feuchtebestimmung vor Ort sind nicht vorhanden. Ebenso ist der Einfluß der Gutfeuchte auf das Prozeßergebnis nicht ausreichend bekannt. Im breiten Spektrum der Gutfeuchte kann der Fahrer nur stark graduierte Unterschiede wahrnehmen. Zur Zeit stellt lediglich der Probedrusch eine geeignete Möglichkeit dar, angepaßte Einstellunterschiede aufzufinden.

Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen wurde deshalb der Einfluß von Korn- und Strohfeuchte auf die Arbeitsqualitätsmerkmale des Teilsystems Dreschwerk und Korn-Stroh-Trennung ermittelt.

#### 2.3.1. Versuchsbedingungen und -durchführung

An 5 Einsatztagen konnte in der Fruchtart Roggen ein Versuchsumfang von  $n = 99$  mit der in [2] erläuterten Versuchstechnik realisiert werden. Die Einstellung der Betriebsparameter am Mähdrescher E516 (Tafel 6) blieb unverändert. Feuchteunterschiede ergaben sich durch natürliche Feuchteschwankungen und den Reifeprozess auf dem Getreideschlag, wobei die Meßparzellen nach visueller Einschätzung ausgewählt wurden. Die Arbeitsgeschwindigkeit war den Ertragsbedingungen so angepaßt, daß Durchsatz-Verlust-Kennlinien im Bereich von 80 bis 120 % des Nenndurchsatzes erzielt werden konnten.

Tafel 6. Grundeinstellung des Mähdreschers E516

Dreschtrommeldrehzahl	800 min <sup>-1</sup>
Dreschspaltweite	Kerbe 4,5
Obersieböffnung	12 mm
Reinigungsgebläsedrehzahl	2 000 min <sup>-1</sup>
Untersieb	6 × 20

Tafel 7. Maßzahlen der Dreschwerksverluste für die Strohfeuchteklassen SF1 bis SF5

SF-Klasse	Dreschwerksverluste				n
	$\bar{x}$ %	maximal %	minimal %	S %	
1	0,29	0,33	0,26	18,13	2
2	0,46	0,62	0,22	27,23	17
3	0,57	0,97	0,29	28,75	35
4	0,87	2,67	0,33	67,84	31
5	1,39	1,94	0,33	37,96	14

Für die Ermittlung der Strohfeuchte wurden aus den Strohschwaden der Meßparzellen jeweils 9 Proben entnommen und einzeln ausgewertet.

#### 2.3.2. Ergebnisse

Trotz augenscheinlich ausgewogener Bestandsbedingungen sind erhebliche Streuungen der 9 Strohfeuchteproben in der 20-m-Meßstrecke zu verzeichnen ( $SF_3 \approx 40\%$ ). Ursache sind die natürlichen unterschiedlichen Bestands- und Bodenverhältnisse. Es kommt im Verlauf der Ernte zu quantitativen Änderungen der Feuchte. Der qualitative Feuchteverlauf bleibt jedoch auch bei Änderung der meteorologischen Daten weitgehend bestehen.

Zur Auswertung wurde eine formale Einteilung in Strohfeuchteklassen vorgenommen (Klassenbreite 5%;  $30\% \leq SF \leq 45\%$ ). Sortiert man die Versuchsergebnisse entsprechend den angegebenen Strohfeuchteklassen, so ergibt sich für die Dreschwerksverluste ein deutliches Ansteigen des Verlustniveaus in Abhängigkeit von der Strohfeuchte (Tafel 7). Die Dreschwerksverluste lassen sich für Strohdurchsatz und Strohfeuchte mit einem Bestimmtheitsmaß von  $B = 0,64$  beschreiben:

$$DV = 1,0 + 0,02 SF + 0,25 SDS. \quad (1)$$

Allein durch die Strohfeuchte werden die

Verluste mit einem Bestimmtheitsmaß von  $B = 0,33$  beeinflusst:

$$DV = 1,46 + 0,06 SF. \quad (2)$$

Wesentlich bessere Zusammenhänge können für eine tageweise Verrechnung erzielt werden (Bild 4). Analysiert man die mit Hilfe multipler Regression erzielten Ergebnisse, so wird deutlich, daß der wesentliche Einfluß auf die Verluste durch den Strohdurchsatz verursacht wird. Der strohfeuchteabhängige Restanteil im Einfluß auf die Dreschwerksverluste ist aufgrund eines objektiv begrenzten Stichprobenumfanges, auftretender Streuungen und wechselseitiger Verknüpfung der Feuchte mit anderen physikalischen Kennwerten (z. B. Strohelastizität, Auslösekraft des Kornes aus der Ähre u. a.) schwierig zu bestimmen. Die mit der Stroh- und Kornfeuchte verknüpften Wirkungen auf den Druschprozeß lassen sich folglich nicht eindeutig ableiten.

#### Literatur

- [1] Uhlig, T.; Dreesen, W.; Ziems, K.: Ergonomische Aspekte bei der Automatisierung selbstfahrender Landmaschinen. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 1, S. 21–23.
- [2] Hofmann, G.; Meißner, G.; Müller, A.: Methodik der experimentellen Prozeßanalyse unter Feldbedingungen am Beispiel Mähdrusch. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 4, S. 154–155.
- [3] Eimer, M.: Optimierung der Arbeitsqualität des Schlagleistendreschwerks. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 27 (1977) 1, S. 12–17.
- [4] Arnold, R. E.: Die Bedeutung einiger Einflußgrößen auf die Arbeit der Schlagleistentrommel. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 14 (1964) 1, S. 22–28.
- [5] Regge, H.: Erweiterung und Vertiefung der wissenschaftlichen Grundlagen des Entkörnens und Korn-Stroh-Trennens von Getreidekulturen mittels Schlagleistendrescheinrichtungen – ein Beitrag zur weiteren Vervollkommnung des Hochleistungsmähdreschers konventioneller Bauart. Technische Universität Dresden, Dissertation B 1984. A 4785

## Laboruntersuchungen zur Auslegung und Führung des Separationsprozesses in einer Mähdrescherreinigungseinrichtung

Dipl.-Ing. J. Baumgarten, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

#### Verwendete Formelzeichen

a	mm	Amplitude
$f_e$	s <sup>-1</sup>	Erregerfrequenz
l	mm	Sieblänge
$p_{dyn}$	Pa	dynamischer Druck
$p_{ges}$	Pa	Gesamtdruck
$p_{stat}$	Pa	statischer Druck
$q_0$	kg/s · m	spezifischer Durchsatz
$R_x$	%	Reinheitsgrad
$V_x$	%	Kornverlust
$x_0$	%	relative Beimengungsfeuchte

#### 1. Problemstellung

Beim Drusch in Trockengebieten mit extrem niedrigen Gutfeuchten erweist sich die konventionelle Mähdrescherreinigung infolge

höherer Belastung durch brüchiges Stroh als leistungsbegrenzende Baugruppe hinsichtlich Kornverlust. Das gleiche Ergebnis wird beim Einsatz der konventionellen Reinigungseinrichtung in hochleistungsfähigen Mähdreschern mit intensiven Drusch- und Trennsystemen erreicht [1]. Deshalb existiert international eine Vielzahl von Lösungen zu verbesserten Reinigungseinrichtungen, die z. T. schon den Stand der Technik darstellen. Prinzipiell gibt es zur Leistungssteigerung dieser Baugruppe zwei Wege:

- komplexe Optimierung der Konstruktions- und Betriebsparameter
- neue Arbeitsprinzipie bzw. neuartige Paa-

rung bekannter Arbeitsprinzipie.

Zum ersten Weg sollen einige Ergebnisse theoretischer und experimenteller Untersuchungen an der Technischen Universität Dresden dargestellt werden, bei denen der Einfluß der mechanischen und pneumatischen Parameter auf den Separationsprozeß für ausgewählte Guteigenschaften betrachtet wurde.

#### 2. Versuchsmethodik

Die komplexe Optimierung von Konstruktionsparametern ist nur auf einem Laborversuchsstand rationell durchführbar. Die experimentellen Untersuchungen zur Reinigungs-