

Es wird deutlich, daß mit zunehmendem Flüssigkeitsdurchsatz im Melkzeug bei hochverlegter Milchleitung selbst unter Verwendung eines modernen Sammelstückes erhebliche Vakuumschwankungen an der Zitzenspitze auftreten, die den Mittelwert des Vakuums naturgemäß senken. In der Folge variieren trotz unveränderter Dauer der Saugphase die Zitzengummi-offen-Phase um ca. 10 % und die Milchflußphase um ca. 20 % absolut. Analog zu Bild 4 führt eine Senkung des Vakuums an der Zitze bei gleichbleibendem Einfaltdruck zu einer Verlängerung der Zitzengummi-offen-Phase. Zitzengummi-offen-Phase und Milchflußphase gleichen sich bei steigendem Flüssigkeitsdurchsatz einander immer mehr an, da das Gummi infolge Senkung der durchschnittlichen Vakuumhöhe schneller seine halboffene, die Milchflußphase bestimmende Position erreicht.

Die dargestellten Abweichungen bestätigen die Ergebnisse der Modellrechnungen und zeigen, daß die tatsächliche Milchabgabe der Kuh nur sehr unzureichend durch fabrikatspezifisch ausgewählte Größen von Vakuumhöhe und Dauer der Saugphase charakterisiert wird. Die Abweichungen stehen einer optimalen Anpassung von Vakuum und Pulsierung an die Bedürfnisse des Tieres entgegen, da diese Anpassung biotechnisch nur möglich ist, wenn beide Faktoren konstant gehalten und ggf. in milchflußgesteuerten Melkanlagen sogar gezielt variiert werden können. Die dargestellten Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, stabile Vakuumverhältnisse in Melkanlagen zu schaffen und dem Einfaltdruck bei der konstruktiven Festlegung des Pulszyklus mehr Beachtung zu schenken.

4. Zusammenfassung

In Abhängigkeit von der Dauer der Evakuierungsphase a und der Belüftungsphase c im Pulszyklus, von Einfaltdruck des Zitzengummis und Vakuumhöhe unterhalb der Zitzen treten z.T. erhebliche Abweichungen zwischen Milchflußphase und Saugphase auf. Die

dargelegten Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, stabile Vakuumverhältnisse in Melkanlagen zu schaffen und Einfaltdruck und Form des Pulszyklus konstruktionstechnisch aufeinander abzustimmen.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] *Mielke, H.*: Probleme der Eutergesundheit (II). Sonderheft der Tierhygiene Information, Institut f. Tierhygiene Eberswalde-Finow/DDR 7 (1975) S. 64.
- [2] –: DIN 11 845 Melkanlagen, Begriffe und Mindestanforderungen. (1976) (in Vorbereitung).
- [3] *Thiel, C.C., D.R. Westgarth u. D.N. Akam*: Mechanics of machine milking; the flowrate pattern within single pulsation cycles. J. Dairy Sci. Bd. 33 (1966) S. 171/91.
- [4] ● *Whittelstone, W.G.*: The principles of mechanical milking. Auckland/New Zealand: Blackwood and Janet Paul Ltd. 1968.
- [5] *Clough, P.A.*: The short term effects of changes in the vacuum level, pulsation and cluster design on the rate of milk flow. Symp. on Mach. Milking, Hamra/Schweden 1963. Sonderdruck.
- [6] *Hupfauer, M.*: Vergleichende Untersuchungen von Vakuumventilen und Pulsatoren. Alfa-Laval-Kongreß 1966, Berlin. Sonderdruck.
- [7] ● *Walser, K.*: Melkmaschine und Mastitis. Berlin und Hamburg: Paul Parey 1966.
- [8] *Rabold, K.*: Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkung der Faktoren Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Melkvakuum auf Melkarbeit und Merkmale der Melkbarkeit. Habilitationsschrift Univ. Hohenheim 1967.
- [9] *Worstorff, H.*: Zum Einfluß strömungstechnischer Bedingungen in Melkanlagen auf die Anzahl somatischer Zellen in der Milch. Diss. Univ. Kiel 1970.

Optimierung der Arbeitsqualität des Schlagleistendreschwerkes

Von Manfred Eimer, Göttingen*)

DK 631.354:62-53

Ausgehend von den Bewertungsgrößen des Dreschprozesses wird entsprechend ihren Anteilen an den Gesamtverlusten eines Mähdreschers eine Verlustgröße bestimmt. Optimale Zuordnungen von Getreidedurchsatz und Trommelumfangsgeschwindigkeit werden an Beispielen dargelegt und über Versuche mit einer Einrichtung zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit und Dreschtrommel-drehzahl nach dem Erntegutdurchsatz an einem Mähdrescher berichtet. Die Einbeziehung weiterer Größen in die Optimierung wird diskutiert und der Ausbau einer Anlage zur Prozeßoptimierung am Mähdrescher entworfen.

Diese Arbeiten wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens durchgeführt, das auch von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wurde. Für die Bereitstellung der Mittel sei an dieser Stelle gedankt.

Vortrag anlässlich der VDI-Tagung "Landtechnik" in Braunschweig am 23. Oktober 1975.

*) Privatdozent Dr. sc. agr. Dipl.-Ing. Manfred Eimer ist akademischer Oberrat am Landmaschinen-Institut (Direktor: Prof. Dr.-Ing. F. Wieneke) der Universität Göttingen.

1. Einleitung

Unter den vielfältigen Bedingungen des Feldeinsatzes erzielt von den bekannten Dreschorganen [1] das Schlagleistendreschwerk bis heute noch für die meisten Körnerfrüchte – mit Ausnahme von Reis und Sorghum – bei hohen Durchsatzleistungen die beste Arbeitsqualität. Eine weitere Leistungssteigerung der Dreschorgane über eine Vergrößerung der Abmessungen lassen die derzeit gültigen Vorschriften für Fahrzeuge (in der BRD die StVZO) kaum noch zu. So stellt sich die Aufgabe, durch eine bessere Anpassung der Einstellung des Schlagleistendreschwerkes an den Durchsatz und die dreschtechnischen Eigenschaften des Ernteguts die Leistung heutiger Mähdrescher zu steigern. Dies aber setzt vertiefte Kenntnisse über die Zusammenhänge beim Drusch von Körnerfrüchten voraus.

2. Aufgabenstellung und Versuchsdurchführung

Grundlage für die Abschätzung einer Dreschleistungs-Qualitäts-Relation bilden die Bewertungsgrößen des Dreschprozesses (Kornabscheidung durch den Dreschkorb, Ausdruschverluste und Bruchkornanteil) aus zahlreichen Versuchsreihen bei variiertem Erntegutdurchsatz sowie unterschiedlichen Einstellungen von Umfangs-

geschwindigkeit der Dreschtrommel und Korbspalt. Diese Zusammenhänge zwischen Getreidedurchsatz und den vorstehenden Bewertungsgrößen zeigt Bild 1 bei Weizen für verschiedene Trommelumfangsgeschwindigkeiten in der üblichen Darstellungsweise.

Die Untersuchungen wurden an einem Schlagleistendreschwerk mit einem Trommeldurchmesser von 600 mm, einem Korbumschlingungswinkel von 130° und einer Kanalbreite von 1 m ange stellt. Die Beschickung erfolgte durch Einzugsschnecke und Schrägelevator eines konventionellen Mähdreschers. Das Erntegut trat in Höhe des halben Dreschtrommelradius, gemessen von der Tangente an den Trommelkreis, in den Dreschspalt ein. Versuchsmaterial war eingelagerter Weizen mit einem Feuchtegehalt von 12 %, der durch ein Förderband mit den Ähren voran dem Dreschversuchsstand zugeführt wurde.

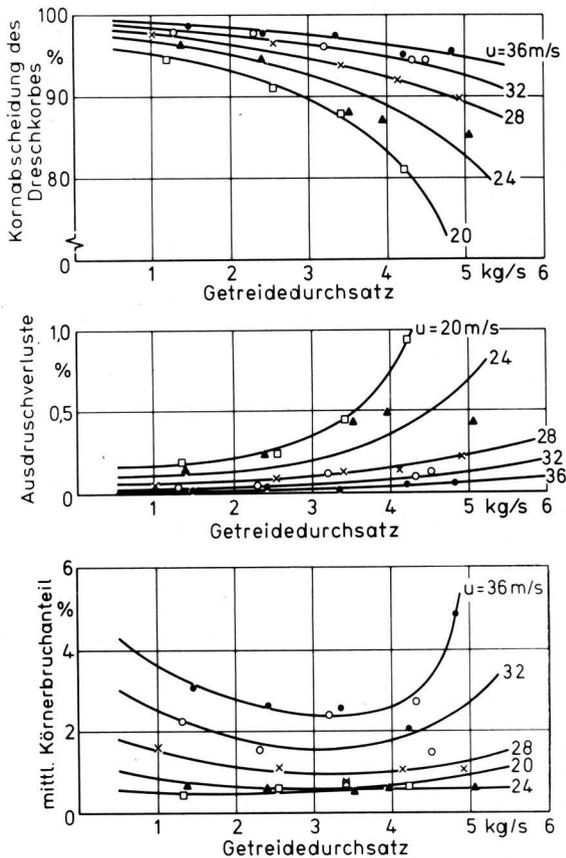


Bild 1. Einfluß der Trommelumfangsgeschwindigkeit u und des Getreidedurchsatzes auf Kornabscheidung durch den Dreschkorb, Ausdruschverluste und Bruchkornanteil.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspaltweite vorn 16 mm hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

Die Ergebnisse der Versuchsreihe, Bild 1, zeigen, daß auch bei höheren Getreidedurchsätzen der Anteil der durch den Dreschkorb abgeschiedenen Körner deutlich über 90 % liegen kann. Die Ausdruschverluste sind unter diesen Voraussetzungen gleichfalls gering und betragen weniger als 0,2 %. Der Anteil an Bruchkorn nimmt anfänglich mit wachsendem Getreidedurchsatz, also mit zunehmender Schichtdicke, ab. Erst bei einem Durchsatz über 3,5 kg/s und gleichzeitig hohen Umfangsgeschwindigkeiten steigt er steil an. Diese Zunahme des Bruchkornanteils ist überwiegend auf den wachsenden Anteil an zerstörtem Stroh zurückzuführen; ein größerer Teil der freigesetzten Körner bleibt ohne den Schutz einer Strohmatten und wird zerschlagen.

Ziel ist es, die genannten Bewertungsgrößen entsprechend ihrem Anteil an den Gesamtverlusten des Mähdreschprozesses und der Qualitätsminderung der erdroschenen Körner zu einer Kenngröße zusammenzufassen.

3. Optimierung des Druschprozesses

3.1 Optimierungsansatz

Die Optimierung des Druschergebnisses erfordert eine dem jeweiligen Produktionsziel, Saat-, Brot- oder Futtergetreide, entsprechende differenzierte Bewertung der verschiedenen Verlustanteile. Als Grundlage hierzu dienen die Bewertungsgrößen des Dreschprozesses, die tendenzmäßig über dem Durchsatz in Bild 2 aufgetragen sind.

Die vom Dreschkorb nicht abgeschiedenen Körner, die aber vom nachgeschalteten Arbeitsorgan, dem Schüttler, noch zurückgewonnen werden können, bilden die erste Verlustbezugsgröße. Diese Kornmasse wird nachfolgend als Abscheidungsdefizit bezeichnet. Das Abscheidungsdefizit multipliziert mit dem Verlustgrad der Schüttlerabscheidung ergibt einen Verlustanteil. Dieser, der Abscheidungsverlustgrad, ist vorrangig eine Funktion des Strohdurchsatzes.

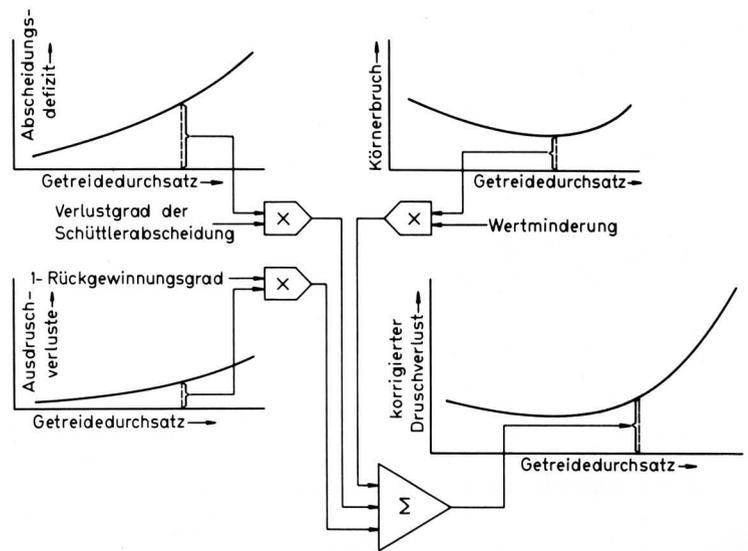


Bild 2. Ermittlung des korrigierten Druschverlustes aus den Bewertungsgrößen des Dreschprozesses.

Die Ausdruschverluste sind, solange es sich um unausgedroschene Körner in den Ähren des Langstrohs handelt, in voller Höhe als Verlust anzusetzen. Bei durch den Korb abgeschiedenen, aber nicht vollkommen ausgedroschenen Ähren kann ein Teil durch erneutes Dreschen (Überkehr) zurückgewonnen werden. Dieser Anteil wird durch die Größe Rückgewinnungsgrad berücksichtigt.

Der Bruchkornanteil stellt ein Erntegut geringeren Wertes dar. Dies wird durch einen Wertminderungsfaktor zum Ausdruck gebracht. Ein besonders hoher Bruchkornanteil beim Dreschen von Saatgetreide oder Braugerste kann darüber hinaus Anlaß sein, daß die gesamte geerntete Körnermasse in eine geringere Wertklasse eingestuft werden muß.

Die Zusammenfassung dieser drei Verlustanteile ergibt die Verluste des Dreschprozesses, die als korrigierter Druschverlust bezeichnet werden. Für das gewählte Beispiel weist der korrigierte Druschverlust bei mittleren Durchsätzen des dargestellten Bereiches ein Verlustminimum auf. Diese Verlustkurven sind für unterschiedliche Kombinationen der Einstellgrößen des Dreschwerks zu erstellen.

3.2 Bewertungsgrößen des Dreschprozesses in der Trommelumfangsgeschwindigkeits-Getreidedurchsatz-Darstellung

Einen besseren Überblick über die Schwerpunkte der beim Dreschen auftretenden Verluste unter Einbeziehung der Trommelumfangsgeschwindigkeit als weiterer Variablen ergeben Trommelum-

fangsgeschwindigkeits-Getreidedurchsatz-Diagramme, in denen sich die Bewertungsgrößen des Dreschprozesses als Kurven konstanten Wertes darstellen lassen.

Für das eingangs bereits angeführte Beispiel Weizen ergeben sich in dieser Darstellungweise für das Abscheidungsdefizit die Kurven in Bild 3. Der Zusammenhang zwischen Abscheidungsdefizit und Durchsatz läßt sich durch eine Exponentialfunktion beschreiben und ebenfalls derjenige zwischen Abscheidungsdefizit und Trommelumfangsgeschwindigkeit aber mit negativem Exponenten. Für ein einzuhaltendes Abscheidungsdefizit müßte man in erster Näherung eine mit dem Durchsatz proportionale Erhöhung der Dresch-trommeldrehzahl vornehmen. Der Schwerpunkt schlechter Abscheidung liegt im Bereich hoher Durchsätze und niedriger Umfangsgeschwindigkeiten.

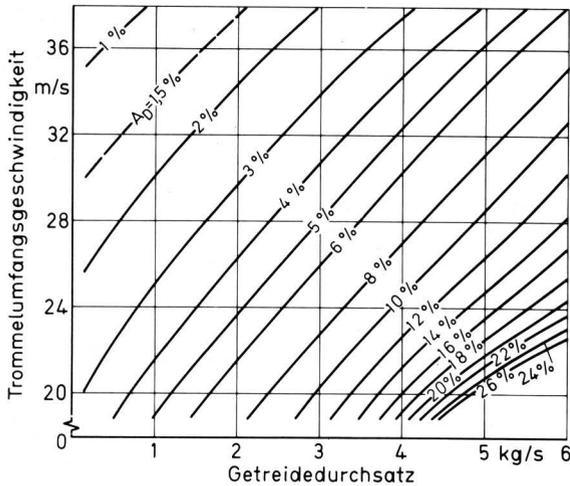


Bild 3. Kurven gleichen Abscheidungsdefizits A_D in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspalt- vorn 16 mm weite hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

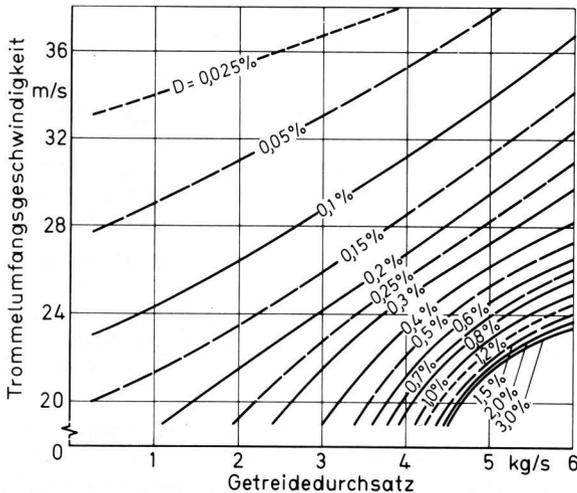


Bild 4. Kurven gleichen Ausdruschverlustes D in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspalt- vorn 16 mm weite hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

Die Kurven gleicher Ausdruschverluste, Bild 4, zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die des Abscheidungsdefizits, aber mit geringerer Steigung. Sie lassen sich mathematisch durch die gleiche Grundfunktion beschreiben. Auch hier zeichnet sich der Bereich hoher

Durchsätze und niedriger Umfangsgeschwindigkeiten durch ein hohes Verlustniveau aus.

Beim Bruchkornanteil, Bild 5, überlagern sich zwei einander entgegengerichtete Einflüsse, die zu einem ausgeprägten Minimum dieses Verlustanteiles im Bereich praxisnaher Durchsätze führen. Unter den gegebenen dreschtechnischen Voraussetzungen wäre mit Rücksicht auf einen minimalen Bruchkornanteil eine Trommelumfangsgeschwindigkeit von 21 bis 23 m/s zu wählen. Ein besonders großer Bruchkornanteil tritt bei hohen Durchsätzen sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten auf.

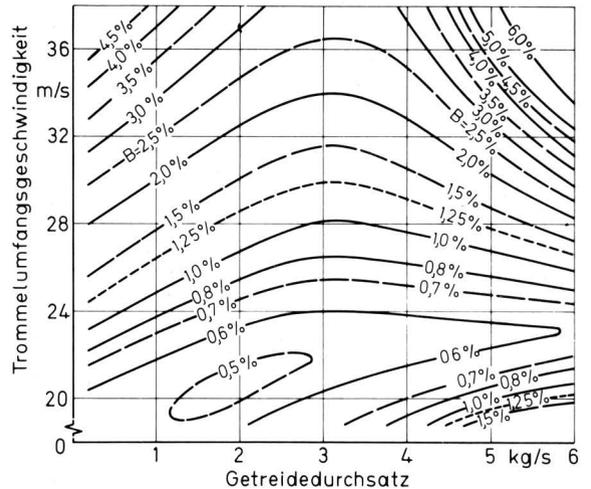


Bild 5. Kurven gleichen Bruchkornanteils B in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspalt- vorn 16 mm weite hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

3.3 Optimierung des Dreschprozesses bei Weizen

Die Bewertungsgrößen des Dreschprozesses lassen sich für das Beispiel Weizen als Brotgetreide wie folgt nach den bereits erläuterten Kriterien, s. Bild 2, zusammenfassen:

1. Das Abscheidungsdefizit wird multipliziert mit dem vom Strohdurchsatz abhängigen Verlustgrad der Schüttlerabscheidung;
2. Der Ausdruschverlust ist voll als Verlust anzusetzen (Faktor 1), da nur Ausdruschverluste im Langstroh nachzuweisen waren;
3. Der Bruchkornanteil wird multipliziert mit dem Wertminderungsfaktor, der für das Beispiel mit 0,4 angesetzt wurde.

Die Summe dieser Teilverluste, den korrigierten Druschverlust, zeigt in der Umfangsgeschwindigkeits-Durchsatz-Darstellung Bild 6. Der schraffierte Bereich hebt die optimale Zuordnung zwischen Umfangsgeschwindigkeit und Durchsatz heraus. Im Bereich kleiner Durchsätze ist näherungsweise eine proportionale Abhängigkeit zwischen Dresch-trommeldrehzahl und Durchsatz gegeben, die Abscheidungsdefizit und Ausdruschverluste erforderten, Bild 3 und 4. Im Bereich hoher Durchsätze wird durch den stark zunehmenden Bruchkornanteil der optimale Wert in Richtung kleiner Umfangsgeschwindigkeiten verschoben und diese somit auf etwa 30 bis 31 m/s begrenzt.

Bei dem Beispiel Weizen mit geringer Strohfeuchte von 12 %, die unter den Erntebedingungen in Mitteleuropa nicht häufig anzutreffen ist, ergibt sich für eine natürliche Bestandsunregelmäßigkeit und konventionelle Beschickung der Dreschorgane bei drehzahleregelter Dresch-trommel eine Verlustsenkung bis zu einem Zehntel gegenüber dem Dreschen mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit.

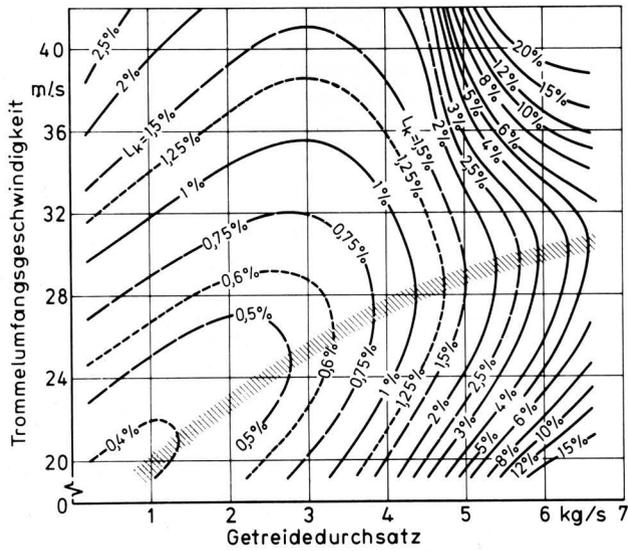


Bild 6. Kurven gleichen korrigierten Druschverlustes L_k in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei eingelagertem Weizen.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspaltweite vorn 16 mm hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

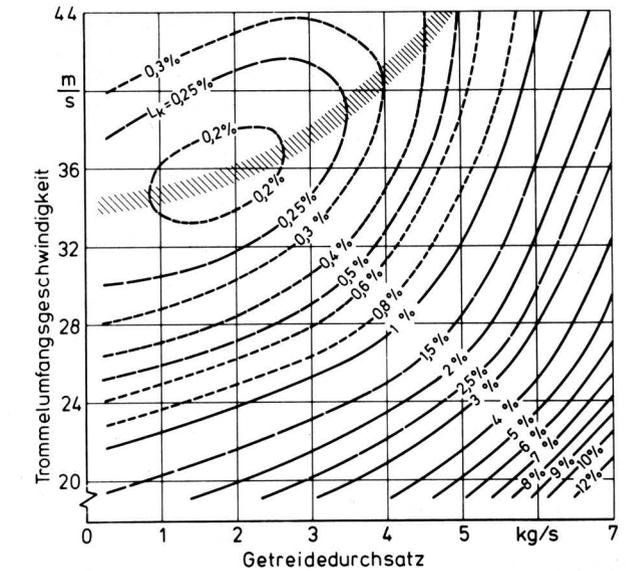


Bild 8. Kurven gleichen korrigierten Druschverlustes L_k in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei nassem Weizen.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 26 % Körner 22 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,37	Dreschspaltweite vorn 16 mm hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	5,8 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	68,9 cm	

Größere Strohfeuchten, Bild 7 und 8, bewirken die Verlagerung der optimalen Zuordnung nach höheren Umfangsgeschwindigkeiten bei deutlich niedrigeren korrigierten Druschverlusten. Beim Dreschen von feuchtem Getreide gegenüber trockenem tritt im Bereich hoher Trommelumfangsgeschwindigkeiten weitaus geringerer Körnerbruch auf. Hinsichtlich der Verlustminimierung, der optimalen Zuordnung von Durchsatz und Umfangsgeschwindigkeit, ergibt sich der gestrichelte Bereich, ein progressives Ansteigen der Umfangsgeschwindigkeit mit dem Durchsatz.

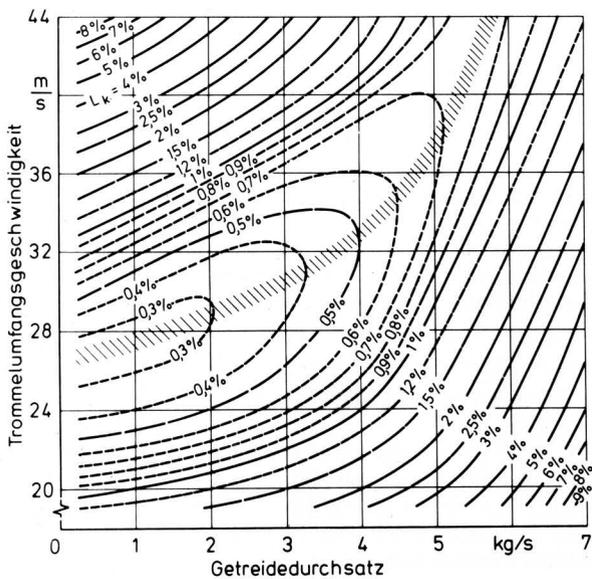


Bild 7. Kurven gleichen korrigierten Druschverlustes L_k in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei erntefrischem Weizen.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 18 % Körner 18 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,29	Dreschspaltweite vorn 16 mm hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	5,8 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	69,6 cm	

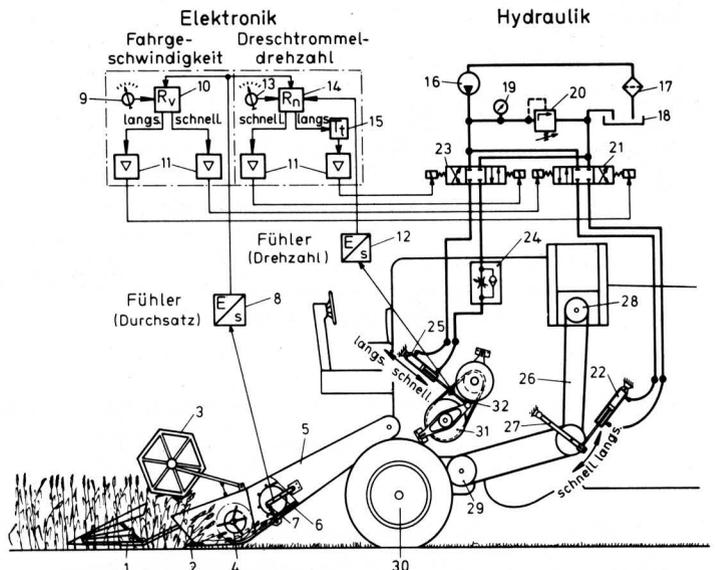


Bild 9. Elektrohydraulische Einrichtung zur Regelung der Fahr-geschwindigkeit und Dreschtrommeldrehzahl nach dem Erntegut-durchsatz [2].

- | | |
|--|---|
| 1 Halmteiler | 19 Manometer |
| 2 Schneidbalken | 20 Druckbegrenzungsventil, verstellbar |
| 3 Haspel | 21 4/3 Wegeventil, elektromagnetisch betätigt |
| 4 Einzugsschnecke | 22 doppelwirkender Hydrozylinder am Fahrvariator |
| 5 Schrägelevator | 23 4/3 Wegeventil, elektromagnetisch betätigt |
| 6 Schwinde an d. vorderen Umlenkwalze d. Schrägelevators | 24 Drosselrückschlagventil, verstellbar |
| 7 Zugfeder | 25 doppelwirkender Hydrozylinder am Dreschtrommelvariator |
| 8 Durchsatzmeßfühler | 26 Fahrvariator |
| 9 Sollwertsteller f. Fahr-geschwindigkeit | 27 Schwinde d. Fahrvariators |
| 10 Regler f.d. Fahr-geschwindigkeit | 28 Motor d. Mähdreschers |
| 11 Verstärker | 29 Fahrgetriebe |
| 12 Drehzahlmeßfühler | 30 Triebäder d. Mähdreschers |
| 13 Steller f.d. Zuordnung Durchsatz zu Dreschtrommeldrehzahl | 31 Dreschtrommelvariator |
| 14 Regler f.d. Dreschtrommel-drehzahl | 32 Betätigungsgestänge d. Dreschtrommelvariators |
| 15 Zeitglied | |
| 16 Zahnradpumpe | |
| 17 Hydrofilter | |
| 18 Hydrobehälter | |

Die unter feuchten Erntebedingungen notwendigen sehr hohen Trommelumfangsgeschwindigkeiten wären für den praktischen Einsatz allerdings zu begrenzen. Es erscheint derzeit eine Begrenzung auf etwa 40 m/s sowohl vertretbar als auch realisierbar. Unter dieser Einschränkung und bei steigenden Feuchten zunehmende Bestandsunterschiede unterstellt [2] sind mit drehzahlregelter Dreschtrommel gegenüber dem Dreschen mit der maximalen Umfangsgeschwindigkeit heutiger Mähdrescher von etwa 34 m/s bei einer Strohfeuchte von 18 %, Bild 7, bis zu einem Viertel und bei 26 % Feuchte, Bild 8, deutlich mehr als ein Drittel der sonst auftretenden Verluste einzusparen.

3.4 Versuchseinsatz eines Mähdreschers

Im Feldeinsatz wurden über mehrere Jahre bei konstantem Verlustniveau durch eine durchsatzabhängige Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Dreschtrommeldrehzahl, Bild 9, mit einem Mähdrescher etwa 20 % höhere Fahrgeschwindigkeiten im Bestand erzielt. Die Aufgabe der Fahrgeschwindigkeitsregelung war es, ein mittleres Durchsatzniveau einzuhalten, die Aufgabe der Regelung der Dreschtrommeldrehzahl, die verbliebenen Ungleichmäßigkeiten im zugeführten Erntegut durch ein in seiner Intensität abgestuftes Dreschen auszugleichen.

4. Erweiterung des Optimierungsansatzes

4.1 Kurzstrohanteil

Neben den bereits genannten Verlustanteilen ist der Einfluß der Strohzerstörung beim Dreschen auf die Arbeitsbedingungen der nachgeschalteten Abscheideorgane, Schüttler und Reinigung, mit in die Bewertung einzubeziehen. Der Anteil an Kurzstroh hängt in ähnlicher Weise wie der Bruchkornanteil von Durchsatz und Umfangsgeschwindigkeit ab, Bild 10. Dies bestätigt die eingangs angestellten Überlegungen über den Zusammenhang zwischen den Anteilen an Bruchkorn und Kurzstroh. Die bisher nicht vollständig vorliegenden Grundlagen über die Auswirkung des Kurzstrohanteils und seiner Halmlängenverteilung auf die Arbeitsqualität von Schüttler und Reinigung lassen es noch nicht zu, diese Verlustursache mit in die Optimierung einzubeziehen.

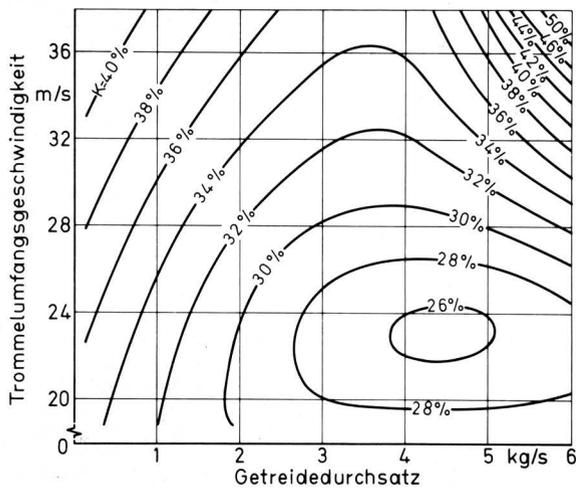


Bild 10. Kurven gleichen Kurzstrohanteils K in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei Weizen.

Erntegut	Weizen, Heines Koga II	Feuchtegehalt: Stroh 12 % Körner 14 %
Korn/Stroh-Verhältnis	1 : 1,75	Dreschspaltweite vorn 16 mm hinten 8 mm
spez. Halmvolumen	9,2 dm ³ /kg	
mittlere Halmlänge	84,5 cm	

4.2 Korbspaltweite

Durch eine Veränderung des Korbspalts läßt sich der Dreschprozeß in ähnlicher Weise beeinflussen wie durch das Verändern der Trommelgeschwindigkeit, aber nicht in demselben Maße und auch nicht über einen so weiten Stellbereich wie bei der Trommelumfangsgeschwindigkeit. Eine schnell umlaufende Dreschtrommel zieht das Erntegut auseinander und erreicht so eine intensivere Dreschwirkung. Einer engeren Korbstellung sind nicht so große dreschtechnische Vorteile einzuräumen. Es wird häufig die Grenze überschritten, bei der es zu Störungen in der Erntegutannahme und damit zu Verstopfungen kommt. Somit ist der Korbstellung mehr eine Unterstützung der Arbeit der Dreschtrommel zuzuweisen.

4.3 Erntegutfeuchte

Die Erfassung wechselnder Erntegutfeuchte ist für die Optimierung des Dreschprozesses die nächst wichtige Größe. Nach ersten Feldversuchen scheint die Erfassung der Erntegutfeuchte durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit eine vorteilversprechende Möglichkeit zu sein; sie erlaubt vorrangig den Oberflächenfeuchteanteil zu erfassen [3], der maßgeblich den Grad der Kornabscheidung durch den Dreschkorb und in erhöhtem Umfang bei Schüttlern und Sieben herabsetzt. Die Anordnung des Feuchtemeßfühlers im Bereich der Durchsatzmeßstelle macht es möglich, störende Einflüsse auf das Meßsignal, wie die bereits erfaßte Getreideschichtdicke und den bekannten Anpreßdruck, zu eliminieren, Bild 11.

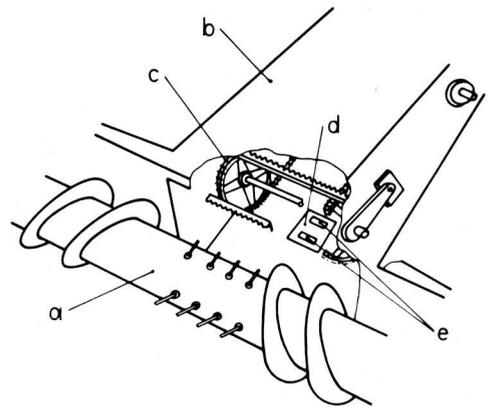


Bild 11. Feuchtemeßfühler für Getreide; eingelassen im Boden des Elevatorkanals [4].

- a Einzugschnecke
- b Elevator kanal
- c Schrägelevator
- d Feuchtemeßfühler
- e Kontaktplatten

4.4 Prozeßoptimierung des Mähdrusches

Den Entwurf einer Anlage, die eine weitgehende Optimierung des Dreschprozesses erlaubt, zeigt Bild 12. Die bereits in der Praxis erprobten Teile der Anlage zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Dreschtrommeldrehzahl nach dem Erntegutdurchsatz sind hier durch stärkere Linien hervorgehoben.

Die dünner ausgezogenen Linien weisen auf Einrichtungen hin, deren technische Ausführung ohne Schwierigkeiten möglich ist. Dies sind eine der Fahrgeschwindigkeit angepaßte Verstellung der Haspelumfangsgeschwindigkeit, die Begrenzung des Erntegutdurchsatzes nach dem Auslastungsgrad des Antriebsmotors und die Einstellung des Korbspaltes nach den dreschtechnischen Erfordernissen sowie seine Öffnung auf maximale Spaltweite für den Fall sich anbahnender Verstopfung der Dreschorgane.

Darüber hinaus eröffnen die Meßsignale für Erntegutfeuchte und geernteten Körnerstrom (strichpunktierte Linien) die Möglichkeit zu einer exakteren Adaption der Einstellung des Dreschwerkes an die Erntebedingungen. Eine weitere Forderung, die Steuerung des Mähdruschprozesses nach auftretenden Verlusten, setzt noch die Lösung der Messung eines repräsentativen Verlustanteils voraus (gestrichelte Linien). Dieser Anteil müßte unabhängig von wechselnden Erntebedingungen erfassbar sein und auf die geernteten Körner bezogen werden.

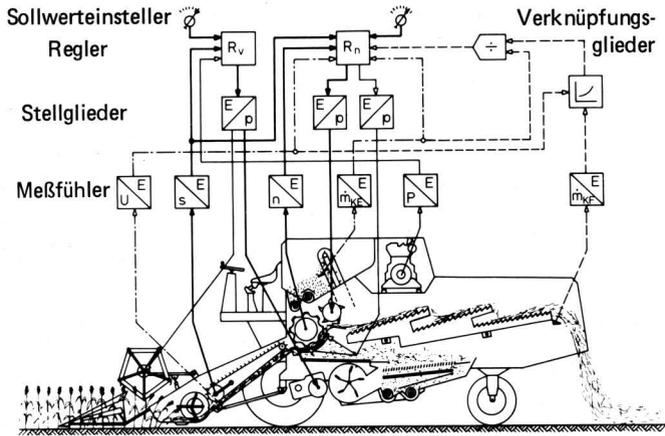


Bild 12. Regelungseinrichtung zur Optimierung des Dreschprozesses beim Mähdrusch.

E	elektrisches Meß- oder Steuersignal	n	Dreschtrommeldrehzahl
P	Leistung des Antriebsmotors	\dot{m}_{KE}	Massenstrom der geernteten Körner
R_n	Regler für die Dreschtrommeldrehzahl	\dot{m}_{KF}	Massenstromanteil der freigesetzten Körner im Stroh
R_v	Regler für die Fahrgeschwindigkeit	p	hydraulischer Druck
U	Feuchtegehalt des Getreides	s	Schichtdicke des Erntegutstroms

5. Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Abscheidungsdefizit, Ausdruschverlusten und Körnerbruch unter Berücksichtigung von Verlustgraden und -faktoren wurde versucht, über einen errechneten Gesamtverlust – den korrigierten Druschverlust – zu einer Bewertung des erzielten Druschergebnisses zu kommen. Diese Größe ermöglicht eine Optimierung des Dreschprozesses durch Verändern der Einstellgrößen des Dreschwerkes. Für die Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel und den Getreidedurchsatz wurden die Wechselbeziehungen dargelegt. Sie weisen darauf hin, daß es vorteilhaft ist, beim Mähdrusch von den Förderorganen zu den Dreschorganen angeliefertes Erntegut mit einer dem momentanen Erntegutdurchsatz angepaßten Umfangsgeschwindigkeit zu verarbeiten, was auch durch Feldversuche mit einer Regelungseinrichtung belegt werden konnte.

Eine weitere wichtige Einflußgröße ist die Feuchte des Ernteguts, die bei genauerer Adaption der Einstellgrößen an die Erntebedingungen mit in eine Optimierung einzubeziehen ist. Sie stellt überdies auch eine bessere Körnerverlustfassung am Schüttler in Aussicht.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] Caspers, L.: Systematik der Dreschorgane. Grndl. Landtechnik Bd. 19 (1969) Nr. 1, S. 9/17.
- [2] Eimer, M.: Untersuchungen zur Durchsatzregelung am Mähdrusch. Habilitationsschrift Univ. Göttingen 1973.
- [3] ● Lück, W.: Feuchtigkeit; Grundlagen, Messen, Regeln. München und Wien: R. Oldenbourg Verlag 1964.
- [4] Eimer, M.: Automatic control of combine threshing process. IFAC Symposium on Automatic Control for Agriculture Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 18.–20. June 1974, Report F–5.

Zur Kennzeichnung unebener Fahrbahnen

Von Wolfgang Paul, Braunschweig-Völkenrode*)

Mitteilung aus dem Institut für landtechnische Grundlagenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode

DK 519.2:625.032

Die Unebenheit einer Fahrbahn wird im allgemeinen durch die Leistungsspektralfunktion der Fahrspuren gekennzeichnet. Stillschweigend wird dabei meist angenommen, die Amplituden der Fahrbahnunebenheiten seien gaußverteilt. Es existiert auch ein Normierungsvorschlag (ISO-Vorschlag TC 108/WG 9), in dem Fahrbahnen nur anhand des Verlaufes der Leistungsspektralfunktion in sehr gut, gut, mittel, schlecht und sehr schlecht eingeteilt werden [1].

Schlechte Fahrbahnen sind z.B. künstlich angelegte Erprobungsbahnen oder landwirtschaftlich genutzte Flächen. Es wird gezeigt, daß für solche Fahrbahnen die übliche Kennzeichnung allein mit Hilfe der Leistungsspektralfunktion unter stillschweigender Annahme einer Gaußverteilung der Unebenheiten nicht ausreichend ist.

Besonders bei der Berechnung der die Belastung eines Fahrzeugs kennzeichnenden Maße treten Fehler auf, was an zwei Beispielen gezeigt wird.

1. Einleitung

Die Schwingungsanregung eines Fahrzeuges durch Fahrbahnunebenheiten ist im Normalfall stochastischer Natur. Das stochastische (zufällig zeitlich veränderliche) Signal "Fahrbahnunebenheiten" wirkt auf das dynamische System "Fahrzeug", in dem als Folge der Anregung Belastungen auftreten, deren Größe bestimmt wird von:

1. den Eigenschaften des Eingangssignals,
2. den Transformationsgesetzen, nach denen ein Eingangssignal beim Durchlaufen eines Systems zum Beanspruchungsort hin abgebildet wird,
3. der Bewertung der Eigenschaften des Signals am Beanspruchungsort je nach dem Untersuchungskriterium.

Der folgende Beitrag behandelt jeden dieser Einflußkomplexe in einem eigenen Abschnitt: Die Beziehungen zur Beschreibung der Eigenschaften eines Signals werden in Abschnitt 2 angegeben, der Abschnitt 3 beschäftigt sich mit den Transformationsgesetzen,

*) Dr.-Ing. W. Paul ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für landtechnische Grundlagenforschung (Prof. Dr.-Ing. W. Batel) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.