

Senkung des Leistungsbedarfs für den Dreschtrommelantrieb beim Mähdrescher E 516

Dipl.-Ing. K. Kugler, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

1. Aufgabenstellung

Ein entscheidender Weg zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs in der Landwirtschaft ist die aus funktioneller und energetischer Sicht optimale konstruktive Gestaltung der Wirkelemente. In vielen Fällen ist die Wirkung unterschiedlicher Werte der Konstruktionsparameter auf die Funktion, den Energiebedarf und auch auf den Materialverbrauch bzw. die Gesamtfertigungskosten jedoch gegensätzlich. Deshalb sind erst aus der umfassenden Kenntnis aller Zusammenhänge gesicherte Entscheidungen zu treffen.

Beim Mähdrescher ist vor allem der zweckmäßigen konstruktiven Gestaltung der Drescheinrichtung besondere Bedeutung beizumessen, weil durch sie der Antriebsleistungsbedarf für die gesamte Maschine bis zu 40% bestimmt wird und die Drescheinrichtung sowohl selbst eine materialintensive Baugruppe ist, ihre äußeren Abmessungen aber auch wesentliche Auswirkungen auf den gesamten Mähdrescher haben.

Bei der Entwicklung des Mähdreschers E 516 im VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen war es deshalb notwendig, entsprechende zielgerichtete Forschungsarbeiten durchzuführen, da zum damaligen Zeitpunkt bereits vorliegende Erkenntnisse keine eindeutigen Schlußfolgerungen zur Auswahl optimaler Werte der Konstruktionsparameter einer Schlagleistendrescheinrichtung für die angestrebten hohen Durchsätze $\dot{Q} \geq 12 \text{ kg/s}$ zuließen. In [1, 2] wurde bereits über durchgeführte experimentelle Untersuchungen und erzielte Teilergebnisse berichtet.

Da die mögliche Arbeitsbreite der Drescheinrichtung zur Einhaltung der Bestimmungen des Transports auf $b_T \approx 1600 \text{ mm}$ begrenzt werden mußte, waren für einen Durchsatz $\dot{q}_0 = 8 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$ (\dot{Q} bezogen auf $b_T = 1 \text{ m}$) bzw. für einen Absolutdurchsatz $\dot{Q} \approx 12,8 \text{ kg/s}$ die Werte der übrigen Konstruktionsparameter des Dreschkorbs und der Dreschtrommel vor allem unter der Bedingung einer gesicherten Entkörnung, eines ausreichenden Kornabscheidegrades A_K sowie eines geringen Strohabscheidegrades A_S so festzulegen, daß keine unzulässige Erhöhung des Materialeinsatzes eintritt und der Antriebsleistungsbedarf der Dreschtrommel und damit der spezifische Energiebedarf möglichst gering sind.

2. Ergebnisse

Zur Einhaltung zulässiger Gesamtkornverluste des Mähdreschers sind je nach Leistungsfähigkeit der nachfolgenden Elemente zur Restkornabscheidung aus dem Langstroh möglichst hohe Werte des Kornabscheidegrades des Dreschkorbs anzustreben. Beim Mähdrescher E 516 wurde der für die Restkornabscheidung vorgesehene Hordenschüttler in seinen Parametern so festgelegt, daß er bei einem Durchsatz $\dot{Q} = 12,8 \text{ kg/s}$ unter den Bedingungen der durchgeführten Laboruntersuchungen [1] rd. 15% der Gesamtkornmasse abscheiden konnte, d. h., daß ein Kornabscheidegrad des Dreschkorbs $A_K \approx 85\%$ erforderlich war. Entsprechend den Darlegungen in [1, 2] kon-

zentrierten sich die Untersuchungen besonders darauf, welche Werte folgender Konstruktionsparameter zu wählen waren:

- Dreschkorbradius r_K bzw. Dreschtrommeldurchmesser d_T
- Dreschkorblänge l_K bzw. Dreschkorbwinkel β_K
- Korbleistenzahl i_{KL} bzw. Korbleistenteilung β_{Ki}
- Schlagleistenzahl i_{SL} bzw. Schlagleistenteilung β_{Ti} .

Obwohl im Ausland, besonders in der UdSSR, durchgeführte Laobruntersuchungen erkennen ließen, daß für Mähdrescher mit hohen Durchsatzleistungen die Vergrößerung des Dreschtrommeldurchmessers offensichtlich zweckmäßig ist, erfolgte bisher keine praktische Realisierung in Serienmaschinen, und der fachliche Meinungsstreit wurde vor allem aufgrund nicht immer abgesicherter Forschungsergebnisse weitergeführt. So wurde noch im Jahr 1978 von Pustygin [3] die Vergrößerung des Dreschtrommeldurchmessers auf $d_T = 800 \text{ mm}$ mit dem Hinweis auf den Mähdrescher E 516 aus der Sicht des Kornabscheidegrades des Dreschkorbs abgelehnt. Er weist auf die Zweckmäßigkeit der Anwendung kleinerer Dreschtrommeldurchmesser mit verlängerten Dreschkörben und die Anwendung von Mehrtrommeldrescherwerken hin. Allerdings wird von Pustygin vor allem der Leistungsbedarf nicht gewertet, und das ist, wie nachfolgend gezeigt wird, ein entscheidendes Kriterium. Bei Mehrtrommeldrescherwerken ist ein erhöhter Leistungsbedarf nachgewiesen [4]. Ebenso ist die von Pustygin vorgeschlagene Erhöhung der Schlagleistenzahl bei kleineren Trommeln [3] nicht begründet.

Folgt man den bereits im Jahr 1964 veröffentlichten Aussagen von Arnold [5] und Baader [6], so hat die Schlagleistenzahl auch bei verschiedenen Trommeldurchmessern d_T keinen gesicherten bzw. bedeutsamen Einfluß auf die Bewertungsgrößen Korn- und Strohabscheidegrad sowie Leistungsbedarf. Für Untersuchungen zum Einfluß des Trommeldurchmessers wurde diesem Problemkreis bisher kaum Bedeutung beigemessen. So wurden bei Untersuchungen mit $d_T = 800 \dots 830 \text{ mm}$ z. B. Schlagleistenzahlen $i_{SL} = 12 \dots 16$ verwendet [1]. Ohne an dieser Stelle näher auf eigene durchgeführte Untersuchungen einzugehen, ist aus Bild 1 ersichtlich, daß sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Baader und Arnold für die geringen Durchsätze $\dot{q}_0 \leq 2 \dots 4 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$ kein entscheidender Einfluß z. B. auf den dargestellten Kornabscheidegrad A_K nachweisen läßt. Erst bei höheren Durchsätzen liegt ein gesicherter und vor allem bedeutsamer funktioneller Zusammenhang vor.

Diese Tatsache wurde auch für weitere Bewertungsgrößen, z. B. den Strohabscheidegrad und den Leistungsbedarf, und auch bei Untersuchungen zum Einfluß anderer Konstruktions- und Einstellparameter der Schlagleistendrescheinrichtung auf die Bewertungsgrößen festgestellt.

Deshalb sind bei der Ermittlung optimaler

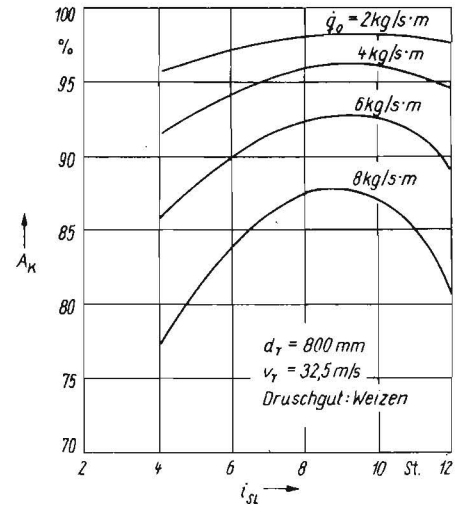


Bild 1. Abhängigkeit des Kornabscheidegrades des Dreschkorbs A_K von der Schlagleistenzahl i_{SL} .

Werte für hochleistungsfähige Mähdrescher die bisher für geringe Durchsätze erzielten Ergebnisse sehr kritisch zu werten und gezogene Schlußfolgerungen möglicherweise auch zu korrigieren.

Im Fall der Schlagleistenzahl wurde aufgrund der durchgeführten eigenen Untersuchungen und der Analyse bewährter Mähdrescherkonstruktionen für alle untersuchten 5 Trommeldurchmesser $d_T = 500 \dots 800 \text{ mm}$ $i_{SL} = 8$ einheitlich als günstiger Wert bestimmt. Bezüglich des erreichbaren Kornabscheidegrades liegen im unteren Durchmesserbereich $d_T = 500 \dots 600 \text{ mm}$ die optimalen Werte bei $i_{SL} = 6 \dots 8$ und im oberen Durchmesserbereich $d_T = 700 \dots 800 \text{ mm}$ (s. Bild 1) bei $i_{SL} = 8 \dots 10$. Aus der Sicht des Leistungsbedarfs und der Trommelmasse sind die unteren Werte, aus der Sicht des Strohabscheidegrades die oberen Werte für die Schlagleistenzahl zu wählen. Die einheitliche Schlagleistenzahl $i_{SL} = 8$ ist als günstiger Kompromiß zu werten.

Bei den o. g. im Ausland durchgeführten Untersuchungen wurden für die Trommeldurchmesser $d_T = 800 \dots 830 \text{ mm}$ Korbleistenabstände $l_{Ki} = 20 \dots 38 \text{ mm}$ gewählt, ohne daß auch dafür ausreichende Begründungen angegeben waren. Aufgrund spezieller eigener Untersuchungen wurde als zweckmäßiger Wert $l_{Ki} = 51 \text{ mm}$ für alle Trommeldurchmesser bestimmt. Für die Konstruktionsparameter Korbleistenbreite, Korbleistenhöhe, Korbdrahtdurchmesser, Korbdrahttiefe, Korbdrahtteilung, Form und Abmessungen der Schlagleisten, für die Einstellparameter Ein- und Ausgangsdreschspalt und Trommelumfangsgeschwindigkeit sowie für die Zuführgeschwindigkeit wurden ebenfalls Festwerte gewählt [1, 2], da diese Parameter keinen erheblichen Einfluß auf die Hauptbewertungsgrößen haben bzw. als weitestgehend optimal vorausgesetzt werden können.

Mit der Festlegung dieser Werte läßt sich der Materialaufwand für Dreschkorb und -trommel

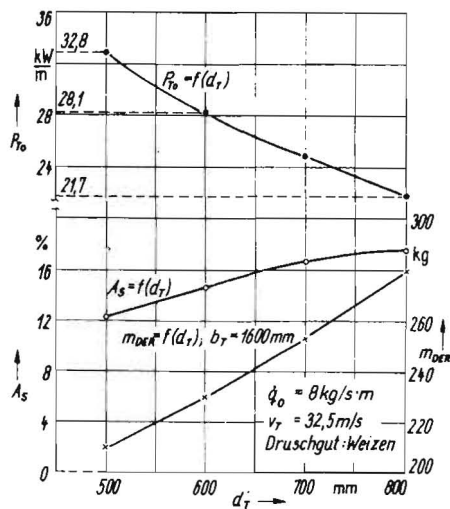


Bild 2
Abhängigkeit des spezifischen Leistungsbedarfs P_{TO} , des Strohabscheidungsgrades A_S und der Masse von Dreschkorb und Dreschtrommel m_{DER} vom Dreschtrommeldurchmesser d_T für gleiche Kornabscheidegrade des Dreschkorbs $A_K = 84,5\%$

Tafel 1. Werte der Konstruktionsparameter Korbwinkel β_K , Korblänge l_K , Korbleistenteilung β_{Kl} , Korbleistenabstand l_{Kl} , Korbleistenzahl i_{KL} und Schlagleistenzahl i_{SL} für verschiedene Dreschtrommeldurchmesser d_T zur Erzielung gleicher Kornabscheidegrade $A_K = 84,5\%$ (spezifischer Durchsatz $q_0 = 8 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$, Druschgut Weizen)

d_T mm	β_K	l_K mm	β_{Kl}	l_{Kl} mm	i_{KL} St.	i_{SL} St.
500	157	722	11,11 ¹⁾	51 ¹⁾	15	8
600	137	751	9,33 ¹⁾	51 ¹⁾	16	8
700	126	798	8,05 ¹⁾	51 ¹⁾	17	8
800	120	865	7,06	51	18	8

1) letzte Korbleistenteilung bzw. letzter Korbleistenabstand abweichend

in Abhängigkeit vom Trommeldurchmesser bei verschiedenen Dreschkorblänge näherungsweise berechnen.

Unter den getroffenen Voraussetzungen wurden für einen Durchsatz $q_0 = 8 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$ und für einen aus der Sicht der Leistungsfähigkeit des Schütters notwendigen Kornabscheidegrad des Dreschkorbs $A_K = 84,5\%$ die in Tafel 1 angegebenen erforderlichen Werte der Dreschkorblänge l_K für unterschiedliche Trommeldurchmesser ermittelt. Im Bild 2 sind die Werte des spezifischen Leistungsbedarfs P_{TO} , des Strohabscheidungsgrades A_S und des Materialbedarfs m_{DER} für Dreschkorb und -trommel in Abhängigkeit vom Dreschtrommeldurchmesser dargestellt.

Danach ist aus energetischer Sicht der Trommeldurchmesser $d_T = 800 \text{ mm}$ festzulegen. Im Vergleich zu $d_T = 600 \text{ mm}$ beträgt der Leistungsbedarf für den Dreschtrommelantrieb nur 77,4%, im Vergleich zu $d_T = 500 \text{ mm}$ sogar nur 66,3%. Demgegenüber wird bei $d_T = 800 \text{ mm}$ ein um 2,9% höherer Strohabscheidungsgrad A_S im Vergleich zu $d_T = 600 \text{ mm}$ nachgewiesen. Das erfordert eine leistungsfähigere Reinigungseinrichtung.

Der um 49 kg höhere Materialbedarf m_{DER} bei $d_T = 800 \text{ mm}$ im Vergleich zu $d_T = 600 \text{ mm}$ ist ebenfalls ein Nachteil und erfordert höhere Aufwendungen des Herstellers.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde während des Entwicklungsprozesses des Mähdreschers E 516 vor allem zum Nutzen des Anwenders entschieden, eine Erhöhung des Dreschtrommeldurchmessers $d_T = 600 \text{ mm}$ (Mähdrescher E 512) auf $d_T = 800 \text{ mm}$ bei einem Korbwinkel $\beta_K = 120^\circ$ vorzunehmen. Die durchgeführten Untersuchungen zum Einfluß der Korblei-

stenteilung β_{Kl} bzw. der Korbleistenzahl i_{KL} ermöglichten außerdem aufgrund ihres geringen Einflusses auf Korn- und Strohabscheidungsgrad sowie Leistungsbedarf die Reduzierung der Anzahl der Korbleisten um zwei Stück auf $i_{KL} = 16$ (Serienausführung Mähdrescher E 516) und damit eine Massereduzierung um rd. 7,5 kg.

3. Zusammenfassung

Aus den dargelegten Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß die Anwendung des erstmals in einem Serienmähdrescher realisierten vergrößerten Dreschtrommeldurchmessers wissenschaftlich begründet und durch die Praxis inzwischen bestätigt ist.

Die Anwendung von Dreschtrommeldurchmessern $d_T = 500 \dots 600 \text{ mm}$ in einem hochleistungsfähigen Mähdrescher (z. B. E 516) wäre prinzipiell möglich, würde aber Dreschkorbwinkel $\beta_K = 135 \dots 160^\circ$ erfordern und zu einem um 30 bis 50% höheren Leistungsbedarf zum Dreschtrommelantrieb P_{TO} führen.

Obwohl Drescheinrichtungen mit kleinerem Trommeldurchmesser bezüglich Entkörnung und Kornabscheidung bei gleicher Dreschkorblänge intensiver arbeiten [2, 3], überwiegen bei großen Trommeldurchmessern die Vorteile der möglichen Vergrößerung der Drusch/Abscheidefläche und vor allem die geringeren energetischen Aufwendungen für den Dreschprozeß. Die Vorteile des vergrößerten Dreschtrommeldurchmessers treten jedoch erst bei hohen Durchsätzen $q_0 \geq 8 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$ entscheidend in den Vordergrund.

Mit der Vergrößerung des Dreschtrommeldurchmessers auf $d_T = 800 \text{ mm}$ beim Mähdrescher E 516 waren beim Hersteller erhöhte

Aufwendungen für die Drescheinrichtung selbst und für weitere durch sie beeinflusste Baugruppen notwendig.

Vor allem mußte die Reinigungseinrichtung so leistungsfähig gestaltet werden, daß die erhöhten Strohabscheidungen des Dreschkorbs nicht zu größeren Reinigungsverlusten führten. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht rechtfertigen jedoch die erhöhten Aufwendungen beim Hersteller, die auch keine Vereinheitlichung mit der Drescheinrichtung des Mähdreschers E 512 zuließen, den eingeschlagenen Entwicklungsweg und führen zu einem erheblichen Nutzen beim Anwender.

Literatur

- [1] Kugler, K.: Einfluß des Dreschtrommeldurchmessers auf Drehmoment- und Leistungsbedarf der Dreschtrommel. *agrartechnik* 27(1977) H. 6, S. 255—257.
- [2] Kugler, K.: Abhängigkeit der Korn- und Strohabcheidung des Dreschkorbes vom Dreschtrommeldurchmesser. *agrartechnik* 29(1979) H. 8, S. 346—349.
- [3] Pustygin, M. A.: Puti povyšeniya i rasčeti propusknoj sposobnosti zernouboročnych kombajnov (Wege zur Steigerung und Berechnung der Durchsatzleistung von Mähdreschern). *Traktory i sel'chozmašiny* (1978) H. 11, S. 17—21.
- [4] Kugler, K.: Leistung und technischer Aufwand von Mähdreschern mit Mehrtrommeldreschwerken. *agrartechnik* 26(1976) H. 12, S. 573—576.
- [5] Arnold, R. E.; Lake, G. R.: Experiments with rasp bar threshing drums (I, II, III) (Untersuchungen an Schlagleistendrescheinrichtungen). *Journal of Agricultural Engineering Research* (1964) Nr. 2, S. 99—131; Nr. 3, S. 250—251; Nr. 4, S. 348—355.
- [6] Baader, W.: Schlagleistenzahl und Trommeldurchmesser. *Grundlagen der Landtechnik* (1964) H. 1, S. 29. A 3032

Ein Hilfsmittel zur „Eichung“ des elektronischen Verlustkontrollgeräts beim Mähdrescher E 516

In Zusammenarbeit zwischen dem FZM Schlieben/Bornim und dem VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen wurde ein Tabellenschieber zur Optimierung des Druschprozesses entwickelt. Er ermöglicht die Auswahl der günstigsten Einstellung und Fahrgeschwindigkeit bei Einhaltung geringster Verluste im Mähdrusch und die Übertragung des gewonnenen Optimums auf das elektronische Verlustkontrollgerät. Letzterer Vorgang wird als „Eichung“ des Geräts bezeichnet. Der Tabellenschieber nutzt bewährte Elemente

der Optimierung des Druschprozesses und kombiniert sie mit neuen Elementen. Er ist für den Einsatz bei den Getreidearten Winterweizen, Roggen, Sommergerste und Wintergerste geeignet.

Neu und sehr wesentlich ist, daß für jede der Einstellkombinationen des Mähdrusches nach dem Kornertrag eine Fahrgeschwindigkeit vorgegeben wird.

Auf der Rückseite des Tabellenschiebers sind alle Verlustquellen analog zum Tabellenschieber für Qualitätsprüfer angegeben. Farbige

Abstufungen zeigen den Bereich minimaler, optimaler und maximaler Verluste an. Über die Körnerzahlen kann jetzt sofort die Höhe der Verluste in Prozent vom Ertrag abgelesen werden.

Die Hülle des Tabellenschiebers gibt mit Arbeitsschritten für die Durchführung des Vergleichsdrusches und die „Eichung“ des Verlustkontrollgeräts die nötigen Hinweise.

Bezugsmöglichkeit: agrabuch, 7113 Markkleeberg.

Dr. agr. P. Feiffer, KDT