

Zum Sorteneinfluß auf Berechnung, Entwicklung und Konstruktion von Mähreschern

Teil I. Verlustlokalisierung – Prüfvarianten – Leistung

In Theorie und Praxis der Landmaschinenkonstruktion hat der Begriff der Sorte bislang noch keinen Platz gefunden. Der Konstrukteur betrachtet vielmehr die Getreide- bzw. Halm- oder Hackfruchtart pauschal und versucht, den Sorten in ihrer Gesamtheit innerhalb einer Art landwirtschaftlicher oder gärtnerischer Kulturpflanzen gerecht zu werden. Diese pauschale Beurteilung der einzelnen Sorten und damit auch ihrer Eigenschaften war bislang auch nicht zu umgehen, da die spezifischen Kenntnisse über die einzelnen Sorteneignungen und damit des Einflusses der Sorten und Sortengruppen auf die Berechnung und Entwicklung von Maschinen nicht bekannt waren. Es bestand vor allem keine exakte Kenntnis der spezifischen Verlustvarianten und ihrer Lokalisierung und keine Klassifizierung einzelner Sorten und Sortengruppen hinsichtlich ihrer Erntefähigkeit.

Welche Bedeutung diese Kenntnis hat, geht allein daraus hervor, daß mit Hilfe der Ergebnisse der MD-Sortenprüfung nicht nur die bereits in dieser Zeitschrift (H. 1/1962) geschilderten volkswirtschaftlichen Vorteile zu erreichen sind, sondern daß auch die konstruktiven Arbeiten dadurch eine gute Förderung erfahren, wie die Zusammenarbeit der Prüfstelle für MD mit der Industrie auf dem Gebiet der Störfreimachung beweist. Aber nicht nur die Störfreimachung, sondern auch die Entwicklung einer besseren Dreschwerksteuerung sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen. Ferner bieten die „praktischen Schlußfolgerungen“ für unsere MD-Fahrer die Möglichkeit, die Leistung zu steigern und vor allem die Verluste zu senken. Diese Möglichkeiten sollen vor Beginn der Ernte hier noch einmal ausführlich dargestellt werden, damit die MD-Besatzungen daraus erkennen, welche Vorteile sie als Mitglieder der LPG selbst daraus ziehen können.

Vergleichen wir einmal die Ausfälle und Verluste, die durch den Einsatz der Technik entstehen, mit denen, die durch ungeeignete Sorten eintreten. Mährescher heutiger höchster konstruktiver Reife erreichen in guten Getreidebeständen oftmals Verlustwerte, die weit unter 1% liegen. Diese niedrigen Verluste sind natürlich im Schnitt des Mähreschereinsatzes nicht gegeben und auch weitestgehend von der Maschineneinstellung zu beeinflussen. Im Mittel können jedoch – sowohl nach den umfangreichen Untersuchungen landtechnischer Institute als auch nach den Untersuchungen der Mähdruschsortenprüfung – die Verlustwerte beim Einsatz der Mährescher, die durch technische Bedingungen entstehen, etwa bis zu 50 kg/ha angenommen werden, während sie infolge Aussaat ungeeigneter Sorten heute noch durchschnittlich 150 kg/ha betragen.

Wenn die Dreschwerkverluste, die ja im wesentlichen auf einen zu starken Spelzenschluß und damit eigentlich auch auf eine spezifische Sorteneignung zurückzuführen sind, mit in die technisch bedingten Verluste gerechnet werden, so können Spitzenverluste von 200 kg beim Drusch von Weizen und Roggen auftreten, wohingegen die Spitzenverluste durch falschen Sorteneinsatz bei anderen Kulturen oft ein Mehrfaches betragen können.

So kommt es also, daß auch die am weitesten gesteigerte Vervollkommnung des Mähreschers – sie ist bei der intensiven Arbeit der Erprobungsstellen der Landmaschinenindustrie, der landtechnischen Institute und vor allen Dingen der Abteilungen „Forschung und Entwicklung“ der Werke zu erwarten – in der Endkonsequenz nur ein Teil dessen erbringen kann, was eine sachgemäße Sortenstaffelung, Sortenverteilung, Zulassung und vor allem Berücksichtigung aller spezifischen Eigenschaften der Sorten ergeben dürfte.

Warum wurden diese Faktoren bisher nicht berücksichtigt?

Die Grundlage für eine solche Berücksichtigung der Sorteneigenschaften war erst dann gegeben, als in großem Maßstabe

begonnen wurde, die Sorten in Mähdruschgroßversuchen auf ihre spezifische Ernteeigenschaft zu prüfen. Diese Versuche wurden im Jahre 1960 nach entsprechenden Voruntersuchungen durch die ZfS – Prüfstelle für Mähdrusch – aufgenommen und können jetzt auch hinsichtlich der Technologie und Konstruktion soweit ausgewertet werden, daß man statistisch gesicherte (signifikante) Ergebnisse hinsichtlich des Sorteneinflusses auf die Landmaschinenberechnung, -entwicklung und -konstruktion erhält. Hier sollen nun, ohne auf die einzelnen Etappen der Mähdruschprüfung einzugehen, schlußfolgernd einzelne konstruktive Maßnahmen erörtert werden, die für die Weiterentwicklung der Maschinen Bedeutung haben könnten.

1. Verlustlokalisierung und Qualitätsminderungen

Von den Prüfvarianten der Mähdruschsortenprüfung sind für eine konstruktive Auswertung natürlich nur solche Verlustquellen interessant, die direkt beim Mähdrusch oder durch die Arbeit des Mähreschers auftreten. Alle Verlustanteile, die außerhalb des praktischen Mähreschereinsatzes zu verzeichnen sind (Ausfall, Knickfäden u. a.), so hoch sie auch oft sind und so stark sie auch von einer guten Organisation, d. h. dem zeitlichen Ablauf des Mähdruschs beeinflußt werden, können selbstverständlich nicht für eine konstruktive Auswertung herangezogen werden. Die anderen Varianten sind in Bild 1 und seiner Legende dargestellt bzw. erläutert.

Dabei gibt *a* die in technischen Prüfungen ermittelten Grenzwerte der wichtigsten Verlustvarianten, *b* die Verlustanteile im optimalen Druschtermin und *c* die Verlustanteile bei ungünstigen Druschzeiträumen (Frühdrusch oder Überständigkeit) an.

Man erkennt daraus, daß das Verlustminimum technischer Prüfungen dem Sortenmittel aller Winterweizen-, Sommerweizen- und Sommergerstensorten entspricht, während das Verlustmaximum technischer Prüfungen den Ernteverlusten in für die einzelnen Sorten ungünstigen Bedingungen entspricht, z. T. aber, z. B. in den Ausdruschverlusten, weit übertroffen wird.

Wenn dabei trotzdem einzelne Sorten in ungünstigen Erntezeiträumen geringere Verluste aufweisen als andere zum optimalen Druschtermin, so zeigt dies nur den unterschiedlichen Erntewert einzelner Sorten und damit den großen Einfluß, den die Pflanzenphysiologie auch auf die Technik nehmen kann.

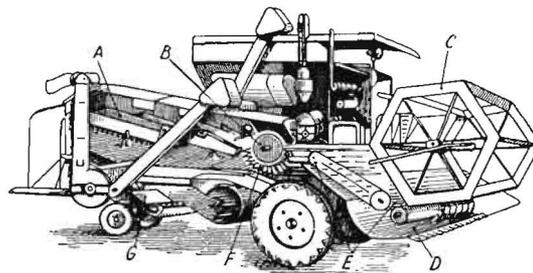


Bild 1. Die Verteilung der Mähdruschverluste bei technischen Versuchsanstellungen (nach SEGLER) bei der Mähdruschsortenprüfung im optimalen Druschtermin und zur Zeit größter Verluste während des Frühdruschs oder in der Überständigkeit bei optimaler Maschineneinstellung.

<i>a</i> technische Versuche,	<i>b</i> im optimalen Erntetermin,	<i>c</i> in Spät- oder Frühdrusch;
A Schüttlerverluste k_v :	<i>a</i> 0,3 bis 2%,	<i>b</i> 0,01%, <i>c</i> 0,3%;
B Ausdruschverluste k_a :	<i>a</i> 0,1 bis 0,2%,	<i>b</i> 0%, <i>c</i> 3%;
C Haspelverluste s_c :	<i>a</i> 0,3 bis 1,5%,	<i>b</i> 0,1%, <i>c</i> 1,5%;
D Schneidwerkverluste s_d :	<i>a</i> 0,1 bis 4,5%,	<i>b</i> 0,01%, <i>c</i> 1,5%;
E Spritzverluste s_e :	<i>a</i> 0,01%,	<i>b</i> 0,01%, <i>c</i> 1%;
F Körnerbruch:	<i>a</i> 1 bis 2,5%,	<i>b</i> 0,5%, <i>c</i> 10%;
G Reinigungsverluste k^1 :	<i>a</i> 0,1 bis 0,3%,	<i>b</i> 0,01%, <i>c</i> 0,6%

Man muß deshalb die Materialien der MD-Sortenprüfung technisch auswerten, einige bisher bestehende Ansichten und Meinungen korrigieren und dann komplexe Vorschläge und konstruktive Details für die Berechnung, Entwicklung und Konstruktion von Mähdruschern erarbeiten. Im einzelnen sind folgende Faktoren beachtenswert:

1.1. Einlagerungsabschluß und Druschfähigkeit

Hierzu konnte festgestellt werden, daß die Körnerverletzungen bei Sommer- und Wintergerste vor allem im frühen Erntezeitraum (Frühdrusch) durch hohe Quetschkornanteile nicht unbeträchtlich sind, im Verlaufe der Ernte, also des Abreifezeitraums bis in die Überständigkeit, aber stetig abnehmen.

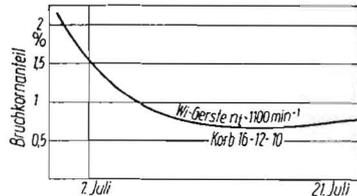


Bild 2 Abnahme des Bruchkornanteils (Quetschkorn) bei Wi-Gerste bei gleicher Dreschwerkeinstellung im Verlaufe der Ernte

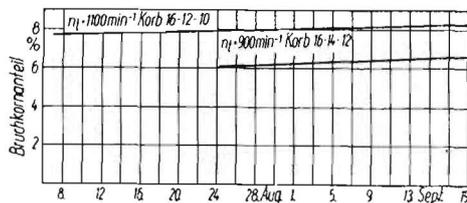
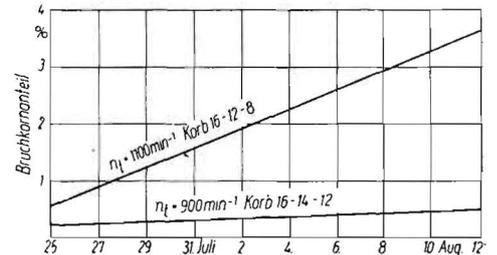


Bild 3. Einfluß der Dreschtrommeldrehzahl auf den Bruchkornanteil von Wi-Weizen 1961, bezogen auf 14% Kornfeuchte

Bild 4. Einfluß der Dreschtrommeldrehzahl n_1 und der Korbeneinstellung auf die Körnerverletzung bei So-Gerste im Versuchsjahr 1961 (Sortenmittel)



Damit ist die Wintergerste als Fruchtart gekennzeichnet, die zu Beginn der Ernte einen schonenderen Drusch verlangt als im späteren Erntezeitraum. Das stellt die Wintergerste in Gegensatz zum Weizen und Roggen, die mit zunehmender Trockenheit bruchempfindlicher werden (Bild 2 und 3).

Sommergerste wird ebenfalls mit zunehmender Reife und damit erfolgreicher Umlagerung im Kornbruch empfindlicher, so daß hier bei den einzelnen Getreidearten schon große Unterschiede auftreten (Bild 4).

Für die Anwendung einer automatischen Korb- und Dreschtrommeldrehzahlverstellung, über die noch zu sprechen sein wird, kann daraus eine Steuerung nach der Feuchte empfohlen werden (wie sie jetzt auch in der Sowjetunion beim ferngesteuerten Mähdrusch in der Erprobung läuft), um die Körnerverletzungen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

1.2. Kornfeuchte und Bruchkornanteil

Die Bruchkornunterschiede bei den einzelnen Sorten lassen erkennen, daß der Hauptanteil an erhöhtem Bruchkorn im wesentlichen auf der Feuchte beruht. Eine Versuchsarbeit, diese Einflüsse zu lokalisieren, ließ in einer Darlegung der Zahlen für die Kornfeuchte und den Bruchkornanteil für drei Prüfungen des Winterweizens im Jahre 1961 erkennen, daß die einzelnen Bruchkornanteile im wesentlichen mit zunehmender Reife anstiegen. Diese Tatsache war in der Technik und in der Maschinenprüfung bereits seit Jahren bekannt und wurde im wesentlichen auf die zunehmende Reife des Korns zurückgeführt. Die Lehrmeinung jedoch, daß das Korn mit zunehmender Reife und der Umsetzung von Inhaltsstoffen in Reservestoffe und der vollen Ausbildung der Bauchfurchung und damit zunehmender Bruchigkeit zu Bruchkorn neigt, muß widerlegt werden. Es kann nun gesagt werden, daß das Korn von dem Augenblick an, da die physiologische Reife wirklich erreicht ist und einmal einen Wert unter 15% Kornfeuchte zu verzeichnen war, eine Bruchigkeit aufweist, die bis über die Überständigkeit hinaus stets gleichbleibend ist. Nur die Sommergerste bildet hier bei hohen Trommeldrehzahlen eine Ausnahme.

Den Beweis für diese Anschauung liefert die Prüfung 1961 der Winterweizensorten. Hier zeigte sich, daß der Bruchkornanteil mit ansteigender Reife offensichtlich zunimmt. Es ist aber so,

daß sich der Bruchkornanteil im Verlauf der Druschperiode stetig erhöht, diese Erhöhung aber fast nur auf die unterschiedliche Kornfeuchte zurückzuführen ist. Um diese Tatsache zu beweisen, wurden von allen Sorten Zwischenbilanzen gezogen, die die durchschnittliche Kornfeuchte zu der jeweiligen Prüfung sowie die durchschnittliche Bruchkornziffer zeigten. Bei der Verrechnung der einzelnen Druschprüfungen gegeneinander auf eine Basisnorm von 14% konnte die immerhin erstaunliche Feststellung gemacht werden, daß dabei die Bruchkornanteile stets gleich blieben (1. Prüfung 7,77%, 2. Prüfung 7,81%). Diese Zahlen beweisen eindeutig, daß die Bruchigkeit des Korns eine Funktion des jeweiligen Trockengrades ist und nicht, wie bisher angenommen, auch eine Funktion des Abreifegrades (Bild 3). Die Berechnung und Analysierung der jeweiligen Feuchten auf eine Basisnorm von 14% ermöglichte, den Einfluß der Kornfeuchten zu lokalisieren. Dabei ergab sich, daß nur Dreschtrommeldrehzahl und Korbeneinstellung für die Erhöhung oder Erniedrigung der Bruchkornziffer verantwortlich gemacht werden konnten. Weitere vielfältige Prüfungen ließen als Hauptmoment der Bruchkorn-erhöhung im wesentlichen die Dreschtrommeldrehzahl erkennen. Dabei konnte im Mittel festgestellt werden, daß eine

Verminderung der Drehzahl um rund 200 min^{-1} bei vollreifem Korn ein Absinken der Bruchkornziffer um rund 2% oder um ein knappes Drittel mit sich brachte; pauschal gesehen also, etwa für Winterweizen die Erhöhung der Dreschtrommeldrehzahl um ungefähr 100 min^{-1} mit einer Erhöhung des Bruchkornanteils um 1% gleichzusetzen war. Eine Erweiterung des Spalts zwischen Korb und Trommel ermöglicht also eine Senkung des Bruchkornanteils nur um etwa 0,5% bei vollreifem Stroh und bei äußerster Korbtrommelweite (Bild 5). Der Sorteneinfluß auf den Bruchkornanteil bei verschiedenen Feuchten ist in der Tendenz gleich, in den Abweichungen untereinander aber groß.

Deshalb ist die hydraulische Verstellung der Dreschtrommel einer Zentralverstellung des Dreschkorbs vorzuziehen, zumal die Dreschtrommeldrehzahl außerdem noch den größten Einfluß auf die Ausdruschverluste ausübt. Da auch die Ausdruschverluste stark feuchtegebunden sind, und vor jedem Drusch ohnehin eine Feuchteprüfung erfolgt, kann nach den ermittelten Kennwerten für Bruchkorn, Ausdrusch und Strohlängen-

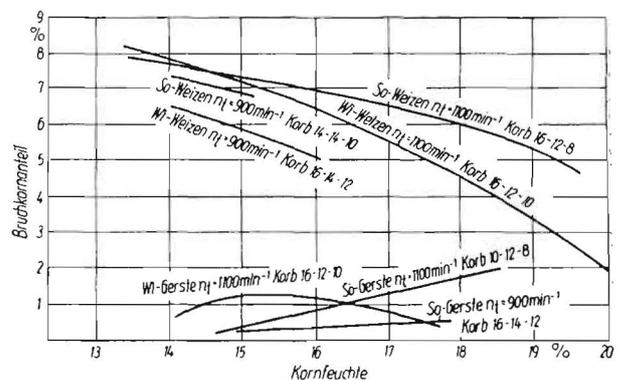


Bild 5. Mittlerer Einfluß der Kornfeuchte und der Dreschwerkeinstellung auf den Bruchkornanteil einiger Getreidesorten. Durchschnitt aller Prüfsortimente 1961 (der erhöhte Bruchkornanteil im feuchten Bereich der So-Gerste ist Quetschkorn)

fraktionen sowie nach den Schüttelverlusten, die ebenfalls eine Funktion der Dreschtrommeldrehzahlen darstellen, eine Steuerung der Dreschtrommeldrehzahlen nach den jeweiligen Feuchtebilanzen erfolgen, um optimale Verhältnisse für Ausdrusch, Qualität und Leistung zu schaffen.

1.3. Dreschtrommeldrehzahl, Strohlängenfraktion und Schüttelverluste

Ein weiterer Punkt unserer Prüfung der einzelnen Sorten war der Einfluß der Strohlängenfraktion auf die Körnerverluste im Stroh bzw. in der Spreu. Es ergab sich eindeutig, daß dieser Einfluß nicht den Umfang hat, wie bislang angenommen wurde. Vielmehr ermittelten wir, daß ein sehr trockenes und brüchiges Stroh, auch wenn es vollkommen klein gehäckselst wird, ein besseres Korndurchflußvermögen zeigt, als ein etwas feuchteres und dadurch nicht so stark gehäckseltes Stroh. Damit kann die Ansicht, daß ein großer Häckselanteil starke Verluste mit sich bringt, nicht bestätigt werden. Eine Ausnahme bilden nur die Sonderkulturen, bei denen hoher Häckselanteil starke Schüttelverluste verursachen kann. Bei Getreide bewies aber gerade die Haferprüfung, wie die Schüttelverluste bei klammem Stroh anstiegen.

Hingegen konnte beobachtet werden, daß die Schüttelverluste am stärksten von der Dreschtrommeldrehzahl abhängig sind. Der Grund hierfür liegt darin, daß eine hohe Dreschtrommeldrehzahl eine schnelle und völlige Ausreibung der Körner verursacht sowie das Druschgut mehr bewegt. Der Anteil der Korbscheidung erhöht sich dadurch wesentlich, so daß die auf die Schüttler geschleuderten Körner geringeren Anteil am Gesamtdruschgut haben. Es konnte im Mittel der Getreidearten Wi-Weizen, So-Weizen und vor allem Roggen festgestellt werden, daß sich durch eine Senkung der Dreschtrommeldrehzahl um 200 min^{-1} die Verluste über den Schüttlern nahezu verdoppelten. So wurde z. B. im Mittel aller Sorten bei einer Dreschtrommeldrehzahl von 1100 min^{-1} in der ersten Druschprüfung (bei klammem Stroh und schlechter Absiebung) ein Verlust von $5,26 \text{ kg}$ ermittelt, in der zweiten Druschprüfung sank dieser Verlust bei gleicher Trommeldrehzahl auf $3,01 \text{ kg}$, in der dritten Prüfung stieg er wieder auf $3,52 \text{ kg}$ an. Ursache dafür war hier die verminderte Drehzahl der Dreschtrommel. Damit ist im Mittel der Arten und Sorten erwiesen, daß die im späten Druschzeitraum auftretenden Körnerverluste über den Schüttlern im wesentlichen durch die etwas verminderte Dreschtrommeldrehzahl verursacht werden. Diese muß aber vermindert werden, um den Bruchkornanteil bei niedrigen Kornfeuchten nicht übermäßig zu erhöhen (Bild 5). Ein Einfluß der Strohlängenfraktion oder des Häckselanteils auf die Schüttel- und auch Reinigungsverluste konnte hingegen nicht festgestellt werden. Auch der Einfluß der Strohlängenfraktionen auf die Schüttel- und Reinigungsverluste anderer Getreidearten zeigt ähnliche Verhältnisse (Bild 6).

1.4. Ausdruschverluste und Dreschtrommeldrehzahl

Von Interesse ist hier neben der Tatsache, daß mit abnehmendem Spelzenschluß, also zunehmender Reife, die Reaktion der einzelnen Sorten sich ändert (Bild 7), vor allem der Einfluß der Feuchte auf die Druschfähigkeit und damit die Ausdrusch-

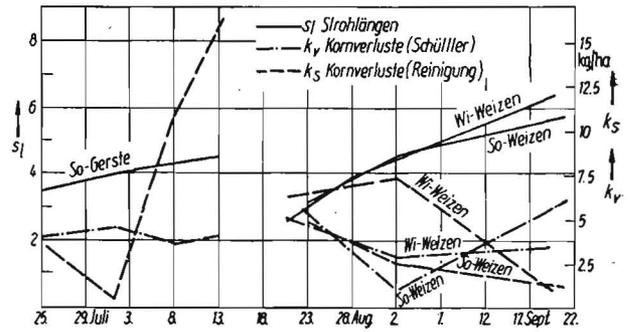


Bild 6. Einfluß der Strohlängen auf die Schüttel- und Reinigungsverluste bei So-Gerste, Wi-Weizen und So-Weizen

verluste, die in der Mähdruschsortenprüfung genau lokalisiert werden konnten (Bild 8). Daraus ergibt sich eine klare Feststellung:

Haupteinfluß auf die Verlustvarianten im Dreschwerk hat in jedem Fall die Körnerfeuchte. Dabei verlangen natürlich die einzelnen Getreidearten verschiedene Kennwerte für eine optimale Dreschwerkeinstellung. Hauptforderung für ein verlustarm und schonend arbeitendes, hochleistungsfähiges Dreschwerk wäre also in jedem Fall eine hydraulische Drehzahlverstellung, die automatisch oder von Hand nach den aus der Mähdruschsortenprüfung abgeleiteten Kenndaten nach den jeweiligen Feuchtebilanzen des Druschgutes gesteuert werden könnte. Diese Vorrichtung brächte eine Begrenzung der Hauptverlustquelle mit sich, denn die Schüttelverluste liegen ja im Schnitt ohnehin nur bei 5 kg/ha (Bild 6). Dagegen ist der Verlustanteil beim Ausdrusch wesentlich höher (Bild 9).

2. Prüfvarianten

Während die Verlustlokalisierung bei den Dreschwerk- und Schüttelverlusten näher erläutert wurde, sollen die übrigen Prüfvarianten nur in ihrer Verbindung zur Theorie, Berechnung und Konstruktion dargelegt werden.

2.1. Die Siebfähigkeit

Die Siebfähigkeit des Kornes, also sein Längen-Dicken-Index ist für die Beurteilung der Mähdruschreignung nicht nur pflanzenphysiologischer Art, sondern auch für die Technik von Bedeutung. Sorten mit gut siebfähigen Körnern (Qualitas) lassen Höchstdurchsätze (Qualitas 1960 = $5,0 \text{ kg/s}$) zu.

2.2. Der Grannenbesatz

Der Grannenbesatz ist ein wichtiger Faktor für das Belegen von Schüttlern und Sieben und die damit eintretenden höheren Verluste über Reinigung und Schüttler.

2.3. Der Besatz

In diesem Zusammenhang ist es auch sehr günstig, innerhalb der Mähdruschsortenprüfung zu untersuchen, wie der Besatz sich nach Bruchkorn, Grannenanteil, Strohbestandteilen und Spreubestandteilen aufteilt.

2.4. Spelzenschluß und Ährenform

Spelzenschluß und Ährenform sind in ihrer Auswirkung auf die Haspelgeschwindigkeit und vor allen Dingen bei exzentrischen

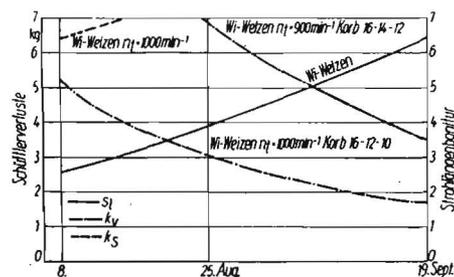
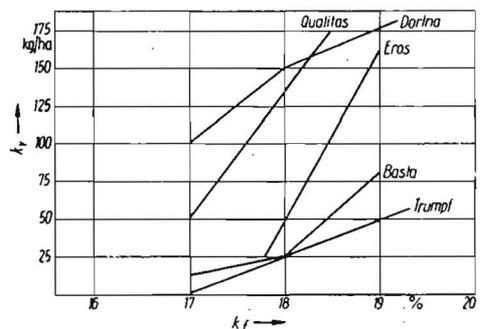


Bild 7 Das Abnehmen der Schüttelverluste mit zunehmender Reife - Spelzenschluß - und der Einfluß der Dreschwerkverstellung auf die Schüttelverluste sowie das Ansteigen des Häckselanteils im Stroh

Bild 8 Ausdruschverluste und Kornfeuchte im Vergleich einiger Wi-Weizensorten



Haspeln auf die Haspelsteuerung groß. Ferner wirken sich Spelzenschluß und Strohelastizität ausschlaggebend aus auf den Anstellwinkel der Halmteiler; ebenso beeinflussen Spelzenschluß, Ährenform, Ähren- und Spindelbrüchigkeit die im wesentlichen schon besprochene Druschfähigkeit. Ihr Einfluß auf Dreschtmeldrehzahl, Breite der Korbspalte, Form und Zahl der Schlagleisten, Umschlingungswinkel usw. ist gleichfalls wesentlich.

2.5. Die Strohlängenfraktion

Die Strohlängenfraktion interessiert vor allen Dingen für die Schüttler- und Siebauslegung und damit auch für die Verlustsenkung in diesen Bereichen. Während die Kornform im wesentlichen für die Siebgestaltung und den Körnerweg im Mähdrescher interessiert, ist die Strohelastizität, die durchschnittliche Längenfraktion und nicht zuletzt das Strohvolumen für die Auslegung, für die Form der Pressen entscheidend. Ferner sind die Schnittähren Ausdruck der Standfestigkeit (Bild 10), wie auch die Spritzverluste von der Standfestigkeit beeinflusst werden (Haspel).

3. Durchflußvolumen (Durchsatz) und damit Leistung

Die in den Meßstrecken der Mähdruschsortenprüfung getätigten Messungen, die ja in erster Linie pflanzenphysiologischen Prüfungen dienen, werden gewonnen, nachdem in einer Vorbereitungsstrecke der für den jeweiligen Bestand und den

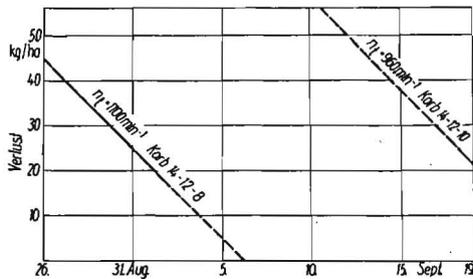


Bild 9. Der Einfluß der Dreschtmeldrehzahl auf die Ausdruschverluste bei Wi-Weizen

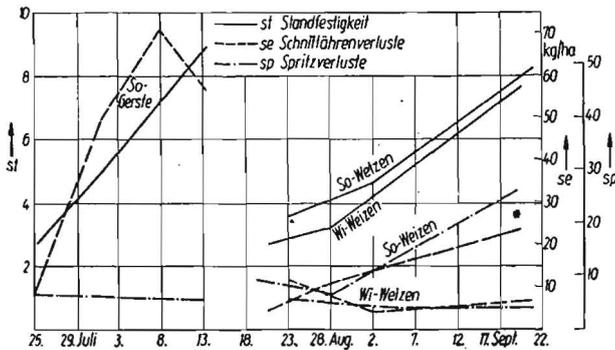


Bild 10. Das Verhältnis von abnehmender Standfestigkeit zu den Schnittähren- und Spritzverlusten

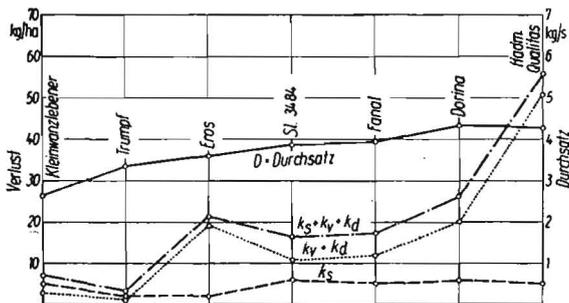


Bild 11. Wi-Weizen-Durchsatzverluste. $k_s + k_v + k_d =$ Gesamtdruschverluste, $k_v + k_d =$ Körnerverluste in Stroh und Ähren, $k_s =$ Körnerverluste in der Spreu

Versuchszeitraum günstigste Maschineneinstellwert ermittelt worden ist, der dann im Schnitt für alle Sorten und damit auch für die verschiedenen Durchflußvolumen gleich bleibt. Als Beispiel mögen die Unterschiede und Berechnungen dienen, die bei der zweiten Druschprüfung des Jahres 1960 innerhalb der Mähdruschprüfung gesammelt wurden. Durch die hohen Erträge waren hier besonders günstige Möglichkeiten geschaffen. Im ganzen gesehen, konnte im Jahre 1960 die Normalkurve für die Verluste über das Durchflußvolumen bestätigt werden, d. h. die Verluste nehmen mit steigendem Durchsatz zu. Die Unterschiede innerhalb der einzelnen Sorten (Bild 11) zeigen jedoch, daß hier große Sorteneinflüsse vorhanden sind. Bei Durchsätzen, die im Mittel des Prüfsortiments liegen, mußten deshalb zum Teil höhere Verluste in Kauf genommen werden als bei solchen Durchsätzen, die bereits annähernd an die höchste Grenze der Durchsatzmöglichkeit eines Mähdreschers, nämlich fast 5 kg/s, herankamen. Vor allem ist es interessant, festzustellen, in welcher Weise sich die Verluste bei steigendem Durchsatz verteilen. Fast immer erhöht sich bei steigenden Durchsätzen der Kornverlustanteil im Stroh (Schüttlerverluste). Es sind in den wenigsten Fällen Kornverluste über die Reinigung, und zwar im wesentlichen nur dann, wenn die Strohlängenfraktionen so kurz werden, daß eine Überbelastung der Maschine mit ganz fein gehäckseltem Stroh auftritt, was nur sehr selten in der Überständigkeit zu verzeichnen ist. Bei den Prüfungen des Jahres 1960 konnten wir beobachten, daß die Körnerverluste bei einer Sorte, die nur etwa die Hälfte des Durchsatzes der am höchsten liegenden Sorte zeigte, die Verluste im Stroh und in nicht ausgedroschenen Ähren das 55fache ausmachten, während die Verluste in der Spreu gleich waren. Ähnliche Verhältnisse fanden sich auch in anderen Prüfungen und in anderen Sorten. Die Spreuverluste gehen dabei mit zunehmender Reife und damit zunehmendem Häcksel- und Strohanteil nach oben.

Im ganzen gesehen, lassen sich daraus folgende Schlußfolgerungen ableiten:

- die Verluste steigen in der Tendenz mit dem Durchsatz, wie die in zahllosen Maschinenprüfungen erarbeitete Kurve des Verlustes über den Durchsatz zeigt, aber
- der Sorteneinfluß beim Mähdrescher ist im mittleren Durchsatzbereich weitaus höher als der Einfluß des höheren Durchflußvolumens.

Im zweiten Teil dieses Beitrages sollen dann, ausgehend von diesen Erfahrungen und unter Zuhilfenahme aller anderen Werte konstruktive Beispiele gegeben werden, die helfen können, die Landmaschinen zu verbessern und in ihrer Leistungsfähigkeit zu steigern. Die Mähdruschsortenprüfung kann der Konstruktion und Entwicklung im wesentlichen folgende Möglichkeiten geben: Erstens die schon genannte Lokalisierung aller Verlustquellen und die dadurch mögliche Einsicht in alle Einzelheiten des praktischen Mähdruschablaufs, wie sie aus den bisherigen Mähdruschprüfungen noch nicht gegeben war. Zweitens kann aus dem neuen Zuchtmaterial und den geprüften Stämmen, die in der Mähdruschsortenprüfung stehen, eine Aussage gemacht werden, welche Sorten in drei bis sechs Jahren zur Verfügung stehen. Der dann in der Praxis vorhandene Sortenspiegel kann so die Konstruktion beeinflussen, damit Maschinenentwicklung und Konstruktion mit der Pflanzenphysiologie Hand in Hand gehen. Drittens können zur technischen Ausreife einzelner konstruktiver Details Hinweise über Möglichkeiten und Grenzen von Verbesserungen und Änderungen an den Maschinen aus den umfangreichen Ermittlungen der Mähdruschsortenprüfung gegeben und die Maschinenprüfung in Parallelversuchen unterstützt werden.

4. Praktische Schlußfolgerungen

Welche praktischen Schlußfolgerungen können nun die Mähdrescherfahrer aus diesem lediglich als Unterlage für weitere konstruktive Maßnahmen erarbeiteten Material ziehen?

- Wi-Gerste ist im Mittel der Sorten im frühen Reifestadium quetschempfindlich und muß daher zunächst

schonend gedroschen werden – Verringerung der Trommel-drehzahl,

- b) So-Gerste zeigt als einzige Getreideart höhere Druschempfindlichkeit mit zunehmender Reife, unabhängig von der Trockenheit als Funktion der Dreschtrommeldrehzahl – Verringerung der Trommeldrehzahl im späten Erntetermin auf mindestens 950 min⁻¹,
- c) Weizen ist hinsichtlich der Trommeldrehzahl nur nach der Feuchte zu dreschen – bei Totreife etwa von 1150 min⁻¹ (18%) bis 900 min⁻¹ (13%),
- d) im frühen Erntezeitraum muß spelzenfester Weizen („Dorina“, „Fanal“, „Qualitas“) auch bei großer Trockenheit auf Grund der sonst hohen Druschverluste „scharf“ gedroschen werden (1150 min⁻¹, 14–12–18),
- e) Wi-Weizen und Roggen zeigen hinsichtlich ihrer Schüttlerverluste große Abhängigkeit von der „Druschschärfe“. Bei mangelnder Druschschärfe kommt es erst auf den letzten Korbsegmenten zur Auslösung der Körner aus den Ähren und somit zur Schüttlerüberlastung. – Bei viel Körnern im

Stroh („Bornimer Klatsche“ verwenden!) etwas schärfer dreschen,

- f) die Spritzverluste sind nicht unbeträchtlich, also muß die Haspeleinstellung so gehalten werden, daß die Haspel-latten bzw. -zinken nie direkt auf die totreifen Ähren aufschlagen,
- g) der Hauptverlustanteil bei Gerste wird im späteren Erntezeitraum durch Schnittähren verursacht, deshalb bei fortgeschrittener Ernte – bei Wi-Gerste immer – auf tiefste Schneidwerkeinstellung achten. Ein Monatslohn des Mäh-drescherfahrers geht hier leicht an einem Arbeitstag seiner LPG und damit ihm selbst verloren.

Literatur

- FEIFFER, P.: Näher zur optimalen Leistungsgrenze im Mähdrusch. Deutsche Agrartechnik (1962) H. 1, S. 18 bis 25.
FEIFFER, P. / MORITZ, D.: Hohe Leistungen in der Erntetechnik durch technologische Sortenprüfungen. IZL (1962) H. 3.
FEIFFER, P.: Zum Mähdrusch des Hafers. Die Deutsche Landwirtschaft (1959) H. 4.

A 4461

Dipl.-Ing. E. STIEGLITZ*)

Tandem-Schlepper – eine Möglichkeit zur besseren Ausnutzung des vorhandenen Schlepperbesatzes

Seit einiger Zeit taucht in der landtechnischen Fachpresse der Begriff des Tandem-Schleppers auf, und aus einer Reihe von Ländern sind derartige Entwicklungen bekanntgeworden. Im allgemeinen wird unter der Bezeichnung „Tandem“ eine Art „Reihenschaltung“ an sich gleichartiger Aggregate verstanden. So sind z. B. aus dem Energiemaschinen- und Kraftfahrzeugbau die Bezeichnungen „Tandem-Maschine“ bzw. „Tandem-Achsen“ allgemein bekannt. Die Tandem-Anordnung ist eine Möglichkeit, die Leistung mehrerer Aggregate an einem Punkt, z. B. an einer Turbinenwelle oder am Zughaken eines Fahrzeugs, zu konzentrieren. In diesem Sinne ist auch der „Tandem-Schlepper“ als die Vereinigung zweier normaler, hinterachsgetriebener Radschlepper zu einer vom Sitz des hinteren Schleppers bedienbaren Einheit zu verstehen, mit dem Ziel, die Motorleistung zweier Schlepper an einem Zughaken zur Wirkung zu bringen.

Sind Tandem-Schlepper notwendig?

Zweifellos waren die Beweggründe zur Schaffung von Tandem-Schleppern in den einzelnen Ländern unterschiedlicher Art. Der einheitliche, aus allen bisherigen Veröffentlichungen hervorgehende Grundgedanke ist jedoch, aus zwei leichten oder mittleren Schleppern bei Bedarf eine leistungsfähige, bedeutend stärkere Energiequelle zu schaffen, die jederzeit wieder getrennt werden kann. Dieser Gedanke lag auch der von DOMSCH [1] schon im Jahre 1953 durchgeführten Vereinigung zweier „Maulwurf“-Triebachsen zugrunde, mit der nachgewiesen werden konnte, daß eine derartige Vereinigung das Zugvermögen des einzelnen Schleppers mehr als verdoppelt.

Man kann in der Praxis beobachten, daß einerseits schwere Schlepper besonders während der Bestelungs- und Pflegekampagne zu leichten Arbeiten herangezogen werden müssen, andererseits sieht man besonders während der Hackfruchternte, daß zwei leichte oder mittlere Schlepper in doppeltem Zug hintereinander arbeiten, weil das Zugvermögen des einzelnen Schleppers nicht ausreicht. Diesen teilweise unzuweckmäßigen und unwirtschaftlichen Einsatz der vorhandenen Schlepper wird man immer akzeptieren müssen, wenn in Perioden maximalen Arbeitsanfalls oder in witterungsbeding-

ten Spitzenzeiten alle verfügbaren Zugmittel benötigt werden, um größere Ertragsverluste zu vermeiden.

Hier jedoch bietet die Schaffung stärkerer Schlepper durch Vereinigung zweier leichter zu „Tandem-Schleppern“ bzw. deren Trennung den nicht zu unterschätzenden Vorteil, die vorhandenen Schlepper auch unter den dargestellten Verhältnissen zweckentsprechend einzusetzen. Außerdem kann man durch die Tandem-Anordnung einiger Schlepper eines Betriebes dessen Schlepperbesatz der Schwere der anfallenden Arbeiten anpassen, d. h. es könnten jeweils leichte oder schwere Schlepper zur Bewältigung des Arbeitsanfalls geschaffen werden. Es wäre also denkbar, daß sich der erforderliche Schlepperbesatz verringert, da keine „Spitzenbrecher“ mehr benötigt würden.

Die hierzu noch notwendigen eingehenden ökonomischen Untersuchungen werden zweifellos interessant und aufschlußreich sein. So berichtet beispielsweise JAKOBI [2], daß sich in einigen Betrieben durch Anwendung von Tandem-Schleppern der Bedarf an Kettenschleppern vermindert hat und daß einige Brigaden ihre Kettenschlepper, die ohnedies nur kurze Zeit wirtschaftlich einsetzbar sind, vollkommen durch Tandemschlepper ersetzen konnten. Vieles hängt hierbei natürlich von der Qualität der Konstruktion ab, insbesondere vom erforderlichen Zeitaufwand zum Vereinigen und Trennen, sowie von der Beweglichkeit und Betriebssicherheit des Tandems.

Die Verbindung zweier Schlepper zu einem Tandem

Bei der Vereinigung zweier Schlepper zu einem Tandem-Schlepper werden von beiden die Vorderachsen entfernt. Ein am Heck des vorderen und an Stelle der Vorderachse am hinteren Schlepper befestigtes Zwischenstück verbindet die beiden Schlepperrümpfe gelenkig miteinander. Die so entstandene Einheit, der Tandem-Schlepper (Bild 1), ist praktisch ein Allradschlepper, bei dem jede Triebachse durch einen besonderen Motor angetrieben wird.

Das beide Schlepper verbindende Zwischenstück muß dem vorderen Schlepper gestatten, sich gegenüber dem Heckschlepper um eine vertikale und um eine horizontale Längsachse zu drehen. Die Drehbewegung um die vertikale Achse (Bild 2) ermöglicht die Lenkfähigkeit des Tandems nach Art einer Knicklenkung. Die Lenkung selbst erfolgt bei allen bisher

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.