

# Näher zur optimalen Leistungsgrenze im Mähdrusch

Technologie

Pflanzenphysiologie

Prüfverfahren



Dipl.-Landw. P. FEIFFER, KDT, Löderburg\*)

Die Frage nach der Leistung ist wohl immer gleichzeitig eine Frage nach dem technischen Aufwand. Gleichlaufend dazu bilden aber meistens natürliche Bedingungen und geschaffene Gegebenheiten begrenzende Faktoren. Beim Mähdrusch sind es die Pflanzenphysiologie, also die Tatsache, daß hier eine Verarbeitung organischen Materials von stets wechselnder Konsistenz vorgenommen wird, und die physische und psychische Leistungskraft des Menschen, die es gestatten, die Frage nach dem Bestehen einer absoluten Leistungsgrenze für den praktischen Mähdrusch zu bejahen.

Die Frage, ob die absolute Leistungsgrenze sich in der Praxis nicht ständig nach oben hin verschiebt, muß dahingehend beantwortet werden, daß hier etwa gleichgeartete Bedingungen vorherrschen wie in der Kraftfahrzeugtechnik. Ständig werden zwar neue Spitzenleistungen bekannt, jedoch sind diese derartig an höchste Materialbeanspruchung und Überforderung des Menschen gebunden, daß sie in naher Zukunft niemals zu Dauerleistungen werden können.

In der landwirtschaftlichen Praxis muß man vielmehr anstreben, durch optimale Gestaltung und zweckmäßigstes Zusammenwirken der natürlichen Bedingungen, der geschaffenen Verhältnisse und der technischen Gegebenheiten beim Mähdrusch so nahe wie möglich an jene Leistungsgrenze heranzukommen, die ohne Überlastung der Besatzung erreichbar ist. Übersicht 1 zeigt die große Vielfalt dieser Bedingungen.

Welche Grenzen hat nun die Technologie bei optimaler Gestaltung der natürlichen Bedingungen und geschaffenen Verhältnisse der Ernteleistung eines Mähdreschers (MD) gesetzt.

## 1. Die technologischen Leistungsgrenzen

Der Mähdrescher ist konstruktiv für ein Korn-Stroh-Verhältnis von etwa 1:1,1 ausgelegt.

Ein sinkendes Korn-Stroh-Verhältnis verursacht hohe Schüttelbelastung, vollste Ausnutzung des Schneidwerks, aber

\*) Zentralstelle für Sortenwesen, Prüfstelle für Mähdrusch Nordhausen.

Minderbelastung sämtlicher Siebeinrichtungen und vor allen Dingen des Körnerwegs im MD. Steigendes Korn-Stroh-Verhältnis führt zur Elevatorüberlastung, zu einer Überlastung der Siebe, jedoch sind Schneidwerk und Schüttler nicht ausgelastet. Deshalb ist weder die Leistungsberechnung nach Tonnen noch nach Hektar im Mähdrusch folgerichtig und stichhaltig.

Aus diesem Grunde soll im folgenden die Berechnung nach dem Durchsatz [1] oder dem Durchflußvolumen [2] angewendet werden. Nach KOSWIG [1] steigen die Verluste besonders mit erhöhtem Durchsatz steil an. So ist bei den MD heutiger, höchster konstruktiver Reife und günstigstem Getreidebestand bei etwa 4,5 kg/s Durchsatz oder Durchflußvolumen eine Grenze erreicht, bei der die Verluste unkontrollierbar werden. Diese Leistung entspricht etwa bei Winterweizen, mit gutem Ertrag von 50 dt/ha, der Fahrgeschwindigkeit im 2. Gang untersetzt, oder umgerechnet einer möglichen Stundenleistung von 1 ha bei hohem Anteil der Operativzeit an der Gesamtschicht. An welche technologischen Bedingungen ist diese Leistung von vornherein geknüpft?

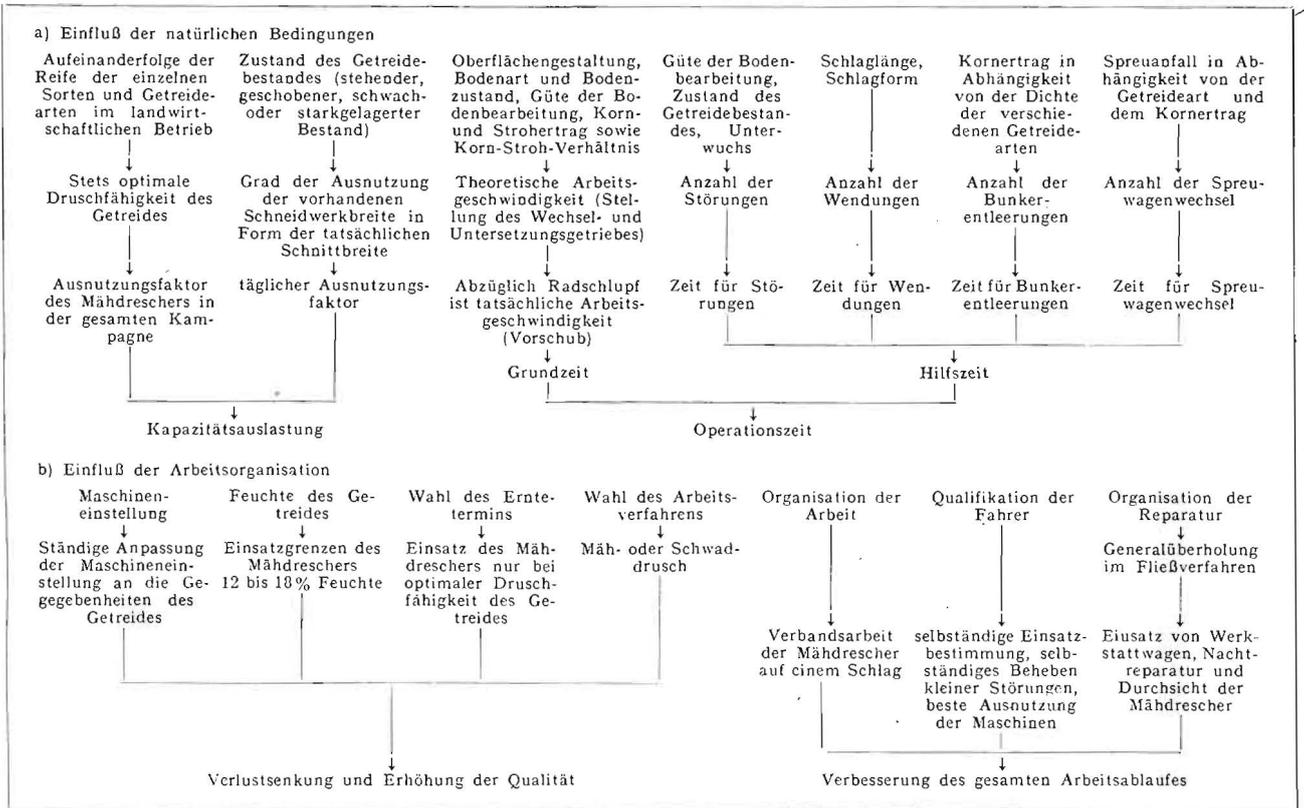
### 1.1. Natürliche Voraussetzungen

Hier können als Vergleich die westeuropäischen Länder und Nordamerika herangezogen werden, die etwa über die gleichen natürlichen Voraussetzungen für den Mähdrusch verfügen, wie z. B. das

#### 1.1.1. Klima,

das für eine Leistung des MD die 400-h-Grenze mit unter 75% relativer Luftfeuchte je Erntekampagne voraussetzt. Schon hier zeichnet sich ab, daß der MD etwas über 400 h reine Operativzeit aufweisen kann, wenn alle anderen Bedingungen optimal gestaltet werden. Das Feuchte-Gleichgewicht zur 75%-Grenze der relativen Luftfeuchte liegt bei etwa 15% Kornfeuchte und gestattet somit auch einen Drusch im normalen Kornfeuchtebereich. Von weiterer Bedeutung ist die

**Übersicht 1.** Zusammenwirken der natürlichen Bedingungen, der geschaffenen Verhältnisse und der technischen Gegebenheiten beim Mähdrusch



**1.1.2. Bodengestaltung**

Höchstleistungen werden bei den gegenwärtigen Konstruktionen nur dann erreicht werden, wenn Hänge 6 bis 8% Neigung im Mittel nicht überschreiten.

**1.2. Die geschaffenen Voraussetzungen**

zeigen die eigentliche Organisation und hier liegen die großen Reserven, die in der Ausnutzung der Erntetechnik noch vorhanden sind. Es beginnt mit der

**1.2.1. Güte der Bodenbearbeitung**

Weder Querrinnen noch Furchen sollten im Feld vorhanden sein, da sie durch Schaukeln des Schneidwerks eine zu hohe Belastung der Schneidwerksaufhängung mit sich bringen.

**1.2.2. Schlaglänge und Form**

Die Schlaglänge soll 300 oder 600 m betragen, um das Abbunkern entweder doppelseitig oder bei kurzen Schlaglängen einseitig vornehmen zu können. Ein Abbunkern auf dem Felde stört den Mähdruschablauf und beeinflusst die Bodenstruktur nachteilig. Die Schlagform soll so beschaffen sein, daß man Kloben von 40 bis 80 m Breite in die Schläge schneiden kann, um mit geringsten Wendezeiten auskommen zu können.

**1.3. Die Einsatztechnik**

Hier beginnt der Verantwortungsbereich des Fahrers, der den hohen Lohn in der Mähdruschernte rechtfertigen soll.

**1.3.1. Die Maschineneinstellung**

soll höchste Korbabscheidung bei geringster Schüttlerbelastung, jedoch unter der Buchgrenze der Körner ermöglichen. Wind- und Reinigungsregulierung nach Spreuprobe und Prüfung des Strohschwades auf unausgedroschene Körner gehören zur Selbstverständlichkeit. Die Korbstellung muß täglich des öfteren den Feuchtebedingungen des Bestandes angepaßt werden [3]. Fernerhin ist die

**1.3.2. Kornfeuchte**

für einen optimalen Drusch ausschlaggebend. Sie soll nicht unter 13% und nicht über 18% Feuchte betragen, um den

Anteil an Bruch- und Quetschkorn optimal gering halten zu können. Die

**1.3.3. Wahl des Erntetermins (Bild 1)**

ist von großer Bedeutung. Die Druschfrüchte sollen dann geerntet werden, wenn sie sich leicht und ohne große Maschinenbelastung dreschen lassen, aber noch nicht ausfallen. Hierüber wird bei der Sortenprüfung noch etwas gesagt [3].

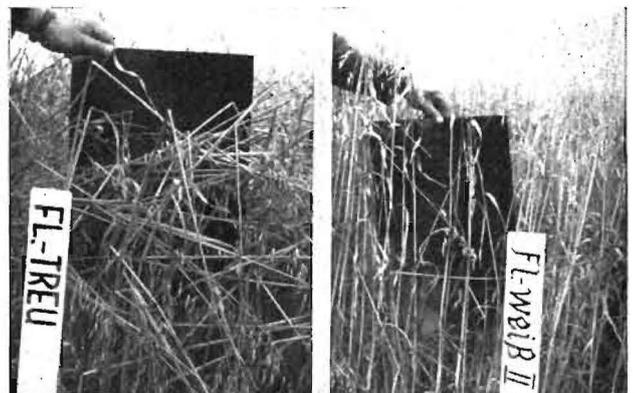
**1.3.4. Die Wahl des Ernteverfahrens**

Mäh- und Schwad- drusch muß man bei den einzelnen Getreidebeständen je nach Zustand, Unkrautbesatz, Zwiewuchs und anderen Verhältnissen stets so wählen, daß bei geringster Maschinenbelastung und höchster Qualität optimale Leistungen zu erreichen sind.

**1.4. Organisation**

Die Organisation muß sich vor allen Dingen auf Anwendung der Fließmethode, zweckentsprechende Folgearbeiten und gute Organisation der Reparatur erstrecken. Vor allen Dingen ist

**Bild 1.** „Flämingsreu“ darf nicht überständig werden, während dagegen „Flämingsweiß“ sehr viel unempfindlicher ist



#### 1.4.1. die Bewertung des praktischen Einsatzes von Bedeutung

Beim Einsatz der ersten MD wurde die Norm so gestaltet, daß ungeachtet der Qualität und der Ernteverluste höchste Leistungen möglich waren. So betrug die Tagesnorm beim Mähdrusch 7,5 ha, verbunden mit einer Grundausruschnorm von 150 dt. Dieses Bewertungssystem war ein starker materieller Anreiz zur höchstmöglichen Auslastung der MD, trug aber weder den Belangen der Verlustsenkung noch der Frage der Qualität des Erdrusches Rechnung. Deshalb wurde seit dem Jahre 1956 auf die Erhöhung der Qualität und die Verlustsenkung mehr Wert gelegt. Bei der

#### 1.4.2. Organisation des praktischen Mähdrusches

hat sich eingebürgert, daß je drei oder vier Maschinen auf einem Schlag gleichzeitig arbeiten. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß das Abbunkern des Kornes mit weniger Transportfahrzeugen möglich ist und außerdem eine gute gegenseitige Hilfe der Fahrer bei kleineren Reparaturen stattfinden kann. Diese gegenseitige Hilfe setzt jedoch eine gute

#### 1.4.3. Qualifikation der Fahrer

voraus. Als zweckmäßig hat sich erwiesen, den MD mit je einem Traktorist und Schlosser zu besetzen. Dann werden die Maschinen nicht nur gut bedient, sondern auch erforderliche Kleinreparaturen schnell erledigt. Auch die

#### 1.4.4. Organisation der Reparatur

ist für die Leistung des MD in der Kampagne wichtig. In mehreren Jahren durchgeführte Überholungen des MD im stationären Fließverfahren, bei dem sämtliche Maschinenelemente genau überprüft werden, haben gezeigt, daß in diesen Fällen die Ausfallzeiten durch Störungen im praktischen Mähdrusch während der Ernte am geringsten sind. Das stationäre Fließverfahren stellt fernerhin von den z. Z. in der Praxis eingeführten das am wenigsten aufwendige Instandsetzungsverfahren dar.

#### 1.5. Die physische Leistungsgrenze

Wenn der Mähdreschereinsatz so abläuft, dann sind technologisch alle Voraussetzungen zur Erreichung der absoluten Leistungsgrenze gegeben. Diese Leistungsgrenzen sind an die vorgenannten Bedingungen geknüpft, haben aber eine absolute Grenze, die auf dem physischen und psychischen Leistungsvermögen des Menschen beruht. Wo liegen nun diese Leistungsgrenzen?

Selbst bei günstigsten Erntebedingungen steigt die Leistung fast nie über 4,5 kg/s Durchsatz oder Druschdurchflußvolumen, umgerechnet 1 ha/h Weizen mit 50 dt/ha Ertrag. Dies entspräche also rein theoretisch bei stets günstigsten Arbeitsbedingungen und einer Arbeitszeit von mindestens 400 h einer Spitzenleistung von 400 ha je Kampagne. Pflege der Maschinen, Anfahrt, gesetzliche Ruhepause, Störungen, Reparaturen, Umsetzungen usw. erfordern jedoch auch bei guten Mähdrescherfahrern meist noch einmal die gleiche Stundenzahl. So kommen wir zu einer Monatsgesamtzeit von annähernd 400 bis 500 h hochproduktiver Arbeit. Das entspricht (Regentage nicht gerechnet) etwa einem 16stündigen Arbeitstag. Die Grenze der Leistungsfähigkeit eines 3-m-Mähdreschers wird also bei ungefähr 400 bis 500 ha Leistung erreicht, auch wenn man eine zweite Schicht einsetzt und die Pflege sowie die Reparaturen während der Nachtstunden vornimmt.

#### 1.6. Der internationale Stand

Blättert man in den Statistiken des In- und Auslands, dann findet man große Unterschiede zwischen den Mähdrescherleistungen in den einzelnen Ländern. Ehe wir hier Vergleiche anstellen, sei daran erinnert, daß früher der Vorteil des Mähdreschers vor allem in den niedrigen Ernteverlusten gesehen wurde. Allerdings sah man immer nur den reinen Druschverlust. Alle anderen Verluste hingegen, wie z. B. Ausfall, Knickähren, Strohzusammenbruch bei Überständigkeit, die Qualitätsminderungen und die sonstigen Schäden am Getreide, blieben unberücksichtigt (Bild 2 und 3). Heute können die Verlustquellen bereits klar herausgestellt werden und geben der Praxis, dem Landmaschinenkonstrukteur, dem Züchter und dem land-

wirtschaftlichen Versuch wertvolle Hinweise. Zur Zeit geht man in manchen Ländern noch so vor, daß die Flächenleistung der MD beschränkt wird, um den genannten Verlusten aus dem Wege zu gehen. Das scheint jedoch nicht der richtige Weg zu sein. Vielmehr müssen die Faktoren, die zu Qualitätsminderungen und Verlusten führen, bekannt werden, um diese Verluste und Qualitätseinbußen zu vermeiden. Dazu einige Vergleiche. Die UdSSR besitzt bei einer Getreideanbaufläche von über 100 Mill. ha über 1/2 Mill. MD. Umgerechnet auf eine Normalschnittbreite ergibt das knapp 1 Mill. MD und einen Auslastungsgrad von 120 bis 140 ha/MD bei 3 m Schnittbreite. Da das Getreide nahezu ausschließlich mit dem MD abgeerntet wird, entspricht dies einer Durchschnittsleistung von über 100 ha Getreide in der Kampagne. Durch das Schwadlegen der Bestände kann man unter der Gunst des stark kontinentalen Klimas die Ernte über einen großen Zeitraum nahezu verlustlos durchführen. In den USA lastet man den MD, umgerechnet auf je 3 m Schnittbreite, nur etwa mit 70 bis 80 ha/MD aus. Dieser hohe Schnitt dürfte von keinem anderen kapitalistischen Land übertroffen werden. Das günstige Klima und die bereits sehr lange Zeit des Mähdrusches mit ihren Erfahrungen haben zu diesem Ergebnis geführt. Man sieht also, daß nicht nur klimatische Unterschiede für die Auslastung des MD von Bedeutung sein können.

Stellen wir diesem Beispiel nun die DDR und Westdeutschland gegenüber. Westdeutschland besitzt bei einer mittleren Anbaufläche von etwa 4,4 Mill. ha über 45 000 MD. Die zumeist geringe Schnittbreite (im Durchschnitt etwa 1,7 bis 2,3 m) ergibt umgerechnet auf 3 m Schnittbreite eine Flächenauslastung von 140 ha/MD. Da man aber nur geringe Teile der Ernteflächen (nach eigenen Angaben knapp 20%) mit dem MD erntet [4], leistet also ein 3-m-MD kaum mehr als 40 ha in der Kampagne.

Wie sieht es dagegen in der DDR aus? Hier sind auf etwa 2,4 Mill. ha Getreidefläche rund 8000 MD vorhanden. Auf einen MD entfallen also rund 300 ha, die Durchschnittsleistung der MD liegt bereits über 150 ha, so daß rd. 50% der Getreidebestände im Mähdrusch geerntet werden. Diese höhere Leistung in der DDR beruht auf der besseren Einsatztechnik infolge der sozialistischen Landwirtschaft auf Großflächen und zweckentsprechender Sortenwahl. Die westdeutschen Bauern ernten praktisch nur zu bestimmten Zeiträumen und auch nur bei günstigstem Wetter ihre Mähdruschflächen ab, so daß sie nicht die Leistungen vollbringen können, wie es bei den MD in der Sowjetunion, in den USA oder der DDR der Fall ist. Auch die gegenseitige Hilfe und der Austausch von Gebiet zu Gebiet, wie es in der DDR gehandhabt wird, fehlen in Westdeutschland. Es sind also nicht so sehr die technologischen Voraussetzungen einschließlich des Klimas oder die physische und psychische Arbeitskraft des Menschen, die die Leistungsfähigkeit einschränken, sondern neben den gesellschaftlichen Verhältnissen – Großflächenwirtschaft – wird die Einsatzgrenze entscheidend von der Pflanzenphysiologie bestimmt, die wir im folgenden Abschnitt näher behandeln wollen.

## 2. Die Pflanzenphysiologie

Die Pflanzenphysiologie ist von eminenter Bedeutung für den Mähdrusch. Nur wenn es gelingt, die einzelnen Sorten pflanzenphysiologisch so aufzubauen, daß sie einen möglichst langen optimalen Druschtermin zeigen und ihre Reife hinsichtlich der einzelnen Sorten so aufeinanderfolgt, daß stets vollreife und gut druschfähige Getreidesorten zur Verfügung stehen, dann wird es gelingen, die hier festgelegte absolute Einsatzgrenze und ihre Möglichkeiten voll auszuschöpfen.

### 2.1. Die Mähdruschfähigkeit

einer Getreidesorte wird von so vielen Faktoren bestimmt, daß sie in der Züchtung nicht sämtlich auf einmal berücksichtigt werden können. Nach den bisherigen Untersuchungen des Verfassers sind es etwa 80 bis 90 Einzelfaktoren, die bei einer Getreidesorte Einfluß auf die Mähdruschfähigkeit haben. Die wichtigsten von ihnen sind die gleichmäßige Abreife, die Standfestigkeit, die Druschfähigkeit, der Spindelbruch, die Elastizi-

tät des Strohs, die Kornform (Bild 4 und 5), die Oberflächenbeschaffenheit der Körner, der Körnerbruch, Grannenbesatz und der Auswuchs.

Der Auswuchs begrenzt sehr oft den Mähdruschzeitraum einer Getreidesorte; sie muß dann z. T. eher gedroschen werden, als es hinsichtlich Erntetechnik und Standfestigkeit nötig wäre. Aus den genannten Faktoren ergibt sich nun, daß die für den Mähdrusch physiologisch geeigneten Sorten einen sehr langen und möglichst ausgeglichenen Druschtermin haben.

### 2.2. Der „optimale Druschzeitraum“

Der „optimale Druschzeitraum“ (Bild 6) ist das hervorstechendste Kennzeichen, das eine Getreidesorte im Komplex der Mähdruschsigenschaften besitzen soll.

Eine optimal druschfähige Sorte weist eine gleichmäßige Abreife von Korn und Stroh auf und befeuchtet somit das Korn nicht mehr durch den vorzunehmenden Drusch. Der optimale Druschzeitraum ist erreicht, wenn der Spelzenschluß soweit nachgelassen hat, daß ein sauberer Drusch bei nicht zu scharfer Maschineneinstellung möglich ist. Er ist gegeben, wenn der Drusch mit geringen Verlusten, ohne Qualitätsminderungen und ohne zusätzliche Maschinenbelastung einwandfrei möglich ist, auf der anderen Seite aber noch keine Brüchigkeit des Strohs, noch keine Ausfallverluste und keine Überständigkeit der Getreidesorte besteht. Je länger der Zeitraum ist, in dem sich eine Sorte optimal in den genannten Eigenschaften hält, ohne die angedeuteten Nachteile zu zeigen, desto besser ist sie für den Mähdrusch geeignet. Hat aber eine Sorte nach ihrer Abreife 8 bis 14 Tage oder sogar bis zu 20 Tagen eine gute Druschfähigkeit, ohne Verluste oder Qualitätsminderungen zu zeigen, dann ist sie für den Mähdrusch optimal. Wenn wir diese optimalen Druschzeiträume der einzelnen Sorten nun exakt ermitteln und die Einzelsorten in den Kreisen, in den einzelnen Betrieben und innerhalb der einzelnen Fruchtarten so verteilen, daß ein optimaler Druschzeitraum den anderen ablöst oder ihn nur kurz überschneidet, dann wird es möglich sein, die angedeuteten technologischen Möglichkeiten, die zum Teil in den landwirtschaftlichen Betrieben der DDR schon weitgehend genutzt werden, voll auszuschöpfen. Dann wird die technische Einsatzgrenze nicht mehr durch die Pflanzenphysiologie begrenzt, sondern beide zusammen erreichen einen Wert bis zu etwa 500 ha je Mähdrusch in der Kampagne, die dann weitaus eher erreichbar sind, als das bisher der Fall war. Alle diese Vorteile können aber nur dann voll zur Geltung kommen, wenn ein Prüfverfahren besteht, das in exakter Weise festhält, wie die Sorten zu dreschen sind, welche Kennziffern für den einzelnen Mähdruschfahrer hinsichtlich der Maschineneinstellung genannt werden müssen, in welcher zeitlichen Aufeinanderfolge die Sorten angebaut werden sollen, und in welchem optimalen Druschzeitraum ihre Ernte erfolgen muß. Erst wenn diese pflanzenphysiologischen Bedingungen, die auf die Technologie der Ernte einen unerhörten Einfluß haben, bekannt sind, kann eine Ernte in der vorgeschriebenen Form möglich werden.

Ein solches Prüfverfahren wurde deshalb nach Vorversuchen durch den Verfasser aus den Jahren 1957 bis 1959 im Rahmen eines Überleitungsauftrages über die Forschungsstelle für

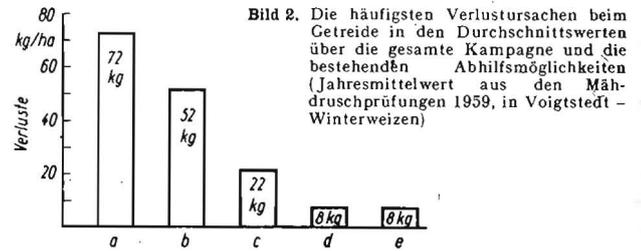


Bild 2. Die häufigsten Verlustursachen beim Getreide in den Durchschnittswerten über die gesamte Kampagne und die bestehenden Abhilfsmöglichkeiten (Jahresmittelwert aus den Mähdruschprüfungen 1959, in Voigtstedt - Winterweizen)

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| Verlustursache               | Abhilfe   |
| a unausgedroschene Körner    | frühreife Sorten - dadurch kein verfrühter Drusch     |
| b Ausfall                    | durch gute Sortenverteilung Überständigkeit vermeiden |
| c lose Körner über Schüttler | richtige Dreschkorbeneinstellung                      |
| d Spreuverluste              | rechtzeitiger Drusch - Windregulierung                |
| e Spritzverluste             | rechtzeitiger Drusch                                  |

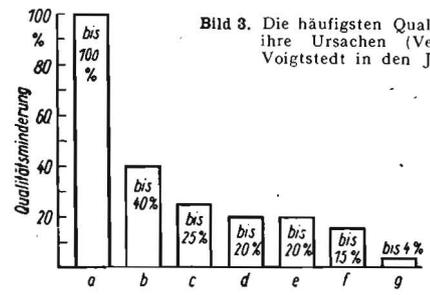


Bild 3. Die häufigsten Qualitätsminderungen und ihre Ursachen (Versuchsergebnisse aus Voigtstedt in den Jahren 1937 bis 1959)

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| Qualitätsminderung         | Ursachen  |
| a Backqualitätsminderung   | feuchter Drusch - feuchte Lagerung                      |
| b Keimschädigung           | Trommeldrehzahl über 1100 min <sup>-1</sup>             |
| c Quetschkorn              | hohe Drehzahlen bei feuchtem Getreide                   |
| d Bruchkorn                | hohe Drehzahlen bei brüchigem Korn                      |
| e Grünkornanteil           | ungleichmäßige Düngung - unzureichender Striegeleinsatz |
| f Besatz                   | später Drusch - brüchiges Stroh (Unterwuchs)            |
| g Grannenanteil bei Gerste | Drusch verfrüht oder bei zu hohen Feuchten              |

Getreidezüchtung Kloster-Hadmersleben von der Zentralstelle für Sortenwesen im Jahre 1960 in technologischen Großversuchen eingeleitet.

### 3. Das Prüfverfahren

Das Prüfverfahren umfaßt alle vorstehend genannten Faktoren sowie folgende wichtige Merkmale:

- Feststellung der frühesten Sorten zur Vorverlegung des Druschtermins;
- Feststellung spätdruschreifer Sorten, um stets Sorten zur Verfügung zu haben, die auch im späten Druschzeitraum noch ohne Überständigkeit verlustlos geerntet werden können;
- exakte Darstellung aller Verlustquellen beim Mähdrusch (Bild 7);
- Mähdruschstellendiagramm für jede Sorte, mit dessen Hilfe unmittelbar vor dem Mähdruschereinsatz die Maschi-

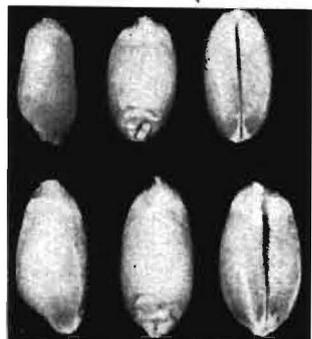
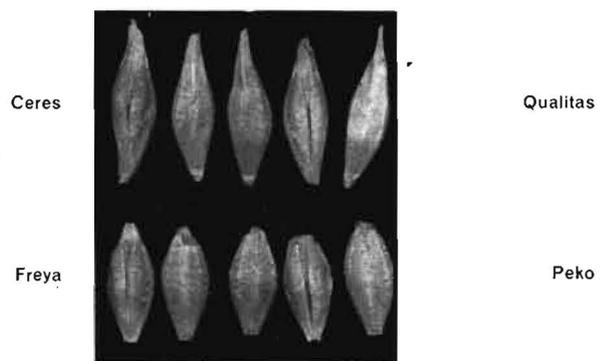


Bild 4 (links). Schüttwinkel und Siebfähigkeit der Sorte „Freya“ sind weitaus besser als bei der Vergleichsorte „Ceres“

Bild 5 (rechts). Das runde, kugelige Korn des Winterweizens „Qualitas“ zeigt eine außerordentlich gute Druschfähigkeit

Ähren dreschen  
sich sehr leicht  
aus

Ähren dreschen  
sich leicht aus

Ähren dreschen  
sich mittelmäßig  
aus

Ähren dreschen  
sich schwer aus

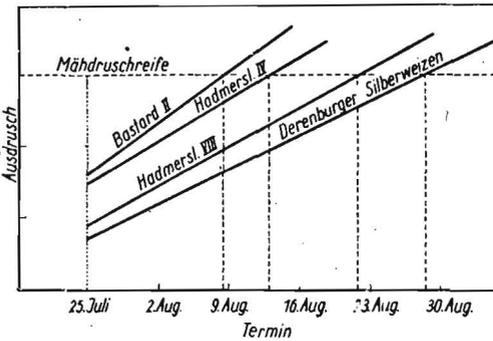


Bild 6. Die Aufeinanderfolge des optimalen Druschtermins bei einigen Weizensorten in der Getreideernte des Jahres 1959

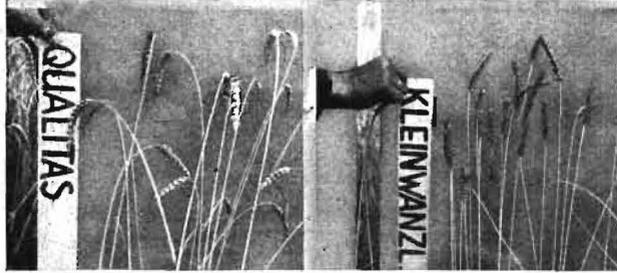


Bild 7. Kleinwanzlebener Weizen hat durch die aufrechtstehenden Ähren mehr Ausfallverluste als der Qualitätsweizen „Qualitas“

nen optimal eingestellt werden können, um bei nur geringen Korrekturen geringste Verluste auftreten zu lassen;

- e) Einfluß des MD auf die Nachbehandlungsverfahren. Einfluß von Mäh- oder Schwadddrusch auf den Drusch von Sonderkulturen;
- f) Feststellen der Sorten, die sich auch bei größter Feuchte ohne Beschädigungen und Verluste dreschen lassen, um einer künstlichen Nachtröcknung unterzogen werden zu können.

Neben diesen Gesichtspunkten werden noch eine ganze Reihe anderer Faktoren untersucht, wie z. B. die Strohlängenfraktionen, der Grannenbesatz usw.

Seit Einführung des Mähdrusches wurden Versuche vorgenommen, diese Dinge rein technisch zu erfassen, um ein Arbeitsbild für den Mähdrusch zu schaffen.

Die Prüfung des MD auf Prüfflächen sowie der verschiedenen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen auf ihre Druschfähigkeit mit dem MD macht jedoch große Schwierigkeiten. Die größte besteht darin, daß organisches Material von stets wechselnder Konsistenz bearbeitet wird, wobei auch die äußeren Faktoren, wie z. B. Luftfeuchtigkeit, starke Sonneneinstrahlung, Wind usw. von größerem Einfluß auf die Prüfung der Sorten und Maschinen sind. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß die Auswertung stets nur für wenige Faktoren möglich ist und so eine Vergleichsmöglichkeit der einzelnen Sorten und Maschinentypen sehr erschwert wird. Eine Sorte z. B. besitzt große Vorzüge hinsichtlich ihrer Standfestigkeit und ihrer Ausfallfestigkeit. Eine andere wieder ist sehr auswuchsfest und zeigt geringe Verluste beim praktischen Drusch. Welche Sorte ist nun im Mähdrusch überlegen?

Ein Mähdruschertyp drischt sehr sauber und ohne Verluste, ein anderer hingegen außerordentlich schonend und dadurch mit geringen Qualitätsminderungen. Auch hier ist es sehr schwer, die grundverschiedenen Faktoren miteinander in einen exakten Vergleich zu bringen. Viele Versuchsansteller prüfen deshalb nur den Verlustanteil beim Drusch, nur die hohe Leistungsfähigkeit der Maschine oder nur andere Faktoren. Durch ein Mähdruschkenntlinienfeld wird nunmehr eine komplexe Prüfung aller Faktoren möglich. Diese komplexe Prüfung soll für jede Sorte auf Mähdruschreife für die Maschine, aber auch die Druschreife unter Berücksichtigung der Pflanzenphysiologie durchgeführt werden. Somit sollen auch untereinander und über Jahre hinaus parallel Vergleichsmöglichkeiten gegeben sein. Außerdem soll durch eine Anwendung einheitlicher Bonituren die Reproduzierbarkeit der Versuchsdurchführung der einzelnen Jahre für alle Länder und alle Maschinentypen sowie Sorten der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen gesichert werden. Welche Vorteile verspricht die Anwendung eines entsprechenden Kennlinienfeldes:

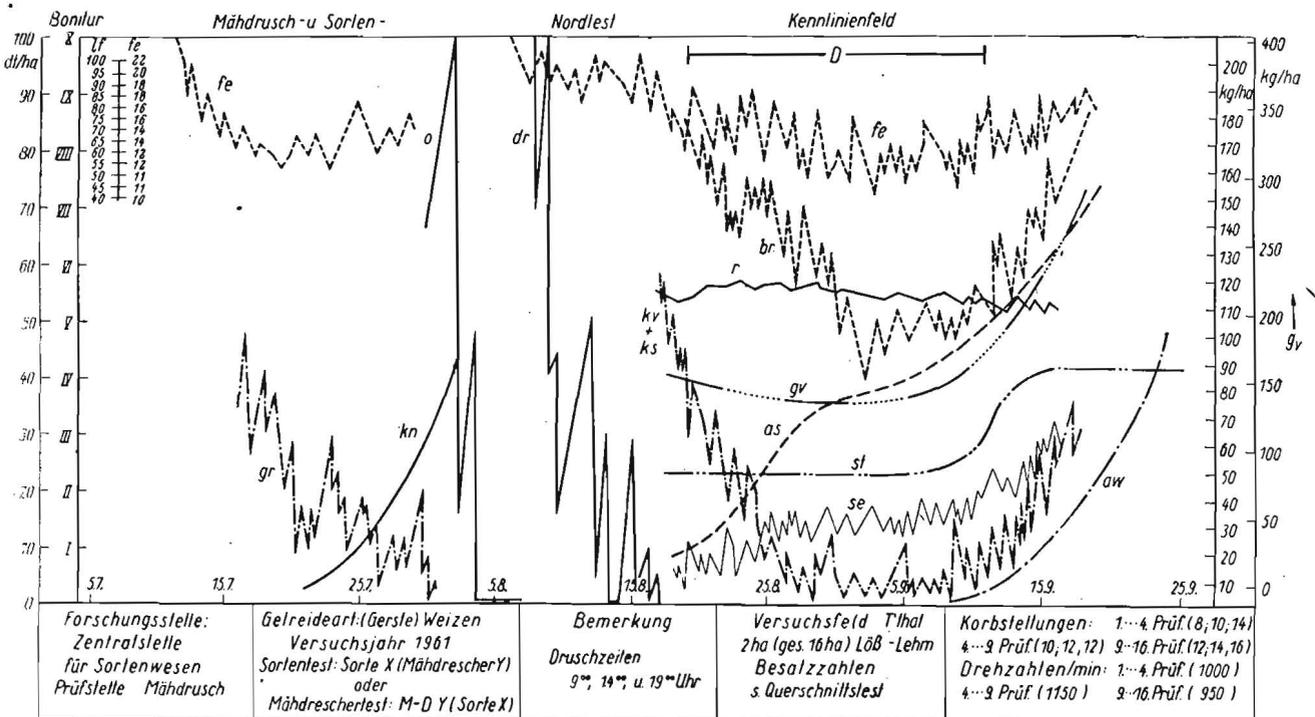


Bild 8. Das Getreidekenntlinienfeld (Nordtest)

- a) Die Zusammenfassung aller Faktoren, die beim Drusch und beim Mähdrusch auftreten, ist gesichert;
- b) die Druschprüfung wird durch eine einheitliche Versuchsmethode vereinfacht und verbilligt;
- c) durch die Anwendung des Testverfahrens im Kennlinienfeld können die Vorteile von Sorten und Maschinen innerhalb der Länder des RgW und darüber hinaus international besser abgeschätzt werden;

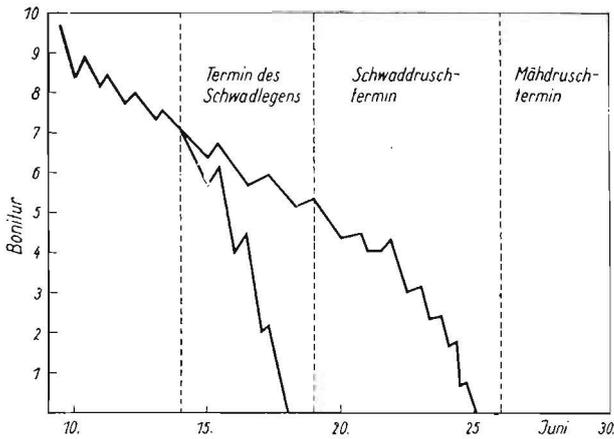


Bild 9. Der Nährstoffeinlagerungsabschluß ist beim Schwad- und Mähdrusch von Raps sehr unterschiedlich

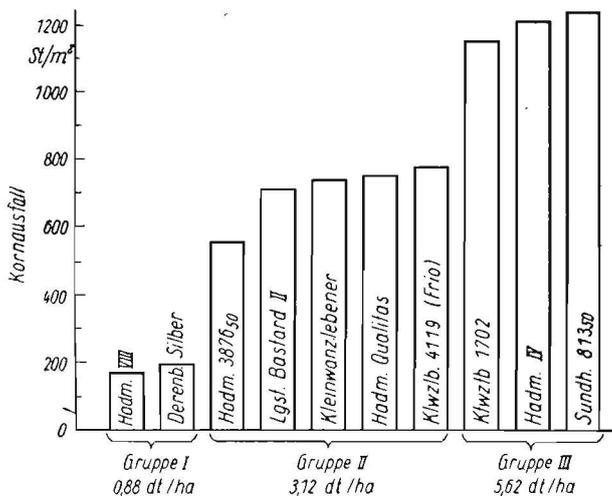


Bild 10. Auch bei Winterweizen sind die Ausfalldifferenzen außerordentlich hoch (Hauptprüfung 1956 - Fo. St. Klost. Hadm.)

- d) das Kennlinienfeld ermöglicht durch Feststellung aller Druschfaktoren die Festlegung des „optimalen Druschzeitraums“ der verschiedenen Sorten und damit eine außerordentliche Hilfe bei der Sortenplanung und Verteilung im landwirtschaftlichen Betrieb;
- e) durch Erarbeitung von Kennziffern für die Einstellung des MD wird die Maschineneinstellung für Sorten oder Sortengruppen vorher festgelegt;
- f) das Kennlinienfeld erlaubt Rückschlüsse auf die Maschinenleistung hinsichtlich der Druschleistung, der Druschqualität und der maximalen Verluste, so daß Leistungsvergleiche von MD und damit konstruktive Verbesserungen hinsichtlich Qualität, Druschleistung und Verlustquellen aus den Kurven des Kennlinienfeldes abzuleiten sind.

Schließlich ermöglicht es das Kennlinienfeld, daß den Maschinenprüfstellen die Sortenkennwerte übergeben werden, was besonders deshalb große Bedeutung hat, weil bislang Maschinenvergleiche mit verschiedenen Sorten durchgeführt wurden,

was nicht immer die Gewähr für eine exakte Vergleichsmöglichkeit der Maschine gibt, denn der Sorteneinfluß auf den Drusch ist außerordentlich groß. Hier kann die technologische Sortenprüfung mithelfen an den großen Aufgaben der Maschinenprüfung, und auch das Ziel, Maschinen konstruktiv bis zum annähernd verlustlosen Drusch zu verbessern und nur noch Sorten der Praxis zur Verfügung zu stellen, die sich verlustlos über einen möglichst unbegrenzten Zeitraum dreschen lassen, kann dadurch erreicht werden. Wenn man bedenkt, daß allein die Verlustdifferenzen einzelner Getreidesorten untereinander hinsichtlich ihrer Gesamtanbaufläche im DDR-Maßstab mehrere Mill. DM ausmachen, dann läßt sich ermesen, welche Vorteile eine komplexe Mähdrusch-Prüfung von Sorten für die Praxis der DDR erbringt. Darüber hinaus kann durch die Schaffung eines exakten Kennlinienfeldes für alle Mähdruschfrüchte und den MD der Absatz von Sorten und Maschinen im Ausland verbessert werden. Das Mähdruschkennlinienfeld gliedert sich in den Haupttest und die Querschnittsteste.

Der Haupttest zeigt alle Faktoren der Mähdruschprüfung einer Sorte mit einem MD, während die Querschnittsteste oder die Querschnittskennlinienfelder Auskunft über die Merkmale aller geprüften Sorten oder Maschinen hinsichtlich eines Prüffaktors z. B. der Schüttelverluste oder Druschfähigkeit geben.

### 3.1. Der Haupttest

(Nordtest), also das Hauptkennlinienfeld (Bild 8), ist gekennzeichnet durch ein Koordinatensystem, in dem die Erträge in dt/ha, die Bonituren im Dezimalsystem (1:10), die Verluste in den einzelnen Verlustquellen von 0 bis 200 kg/ha und die Gesamtverluste der entsprechenden Sorte oder Maschine von 0 bis 400 kg in der Senkrechten sowie die Druschdaten in der Waagerechten eingezeichnet sind, außerdem durch die Einzeichnung aller Werte in dieses Koordinatensystem, die in der betr. Druschprüfung gewonnen wurden.

#### 3.1.1. Eosinkurve (Bild 8 und Bild 9)

Die Nährstoffablagerung und damit die physiologische Reife des Bestands wird geprüft, indem jeweils Bündel von fünf bis acht Ähren mit 20 cm Halm in eine 4prozentige Eosinlösung gestellt werden und die Einlagerung von Anfang (10) bis Ende (0) bonitiert wird. Die Bonitur erfolgt jeweils 24 h nach Einstellen der Halme in die Lösung und wird zweimal täglich vorgenommen.

#### 3.1.2. Kleindruschkurve

Die Druschfähigkeit beim Kleindrusch (*dr*) ist dadurch gekennzeichnet, daß 30 Ähren 5 s lang in der Ährendreschmaschine gedroschen werden.

Bonitiert wird: 0 = völliger Ausdrusch,  
1 - 5 Körner unausgedroschen und  
10 = mehr als 50 Körner unausgedroschen.

#### 3.1.3. Der Ausfall

vor dem Drusch (*as*) ist gekennzeichnet durch das Auszählen der am Boden liegenden Körner auf m<sup>2</sup>-Flächen oder Schalen verschiedener Größe und Umrechnung auf kg/ha und 14% Kornfeuchte bezogen (Bild 10). Die genannten Faktoren sowie die relative Luftfeuchte und Kornfeuchte werden täglich zweimal festgehalten und in die Kurve eingetragen. Das gleiche gilt für die Knickähren bei Gerste und den Auswuchs bei Roggen und Weizen.

#### 3.1.4. Die Kornverluste im Stroh (*kv*)

werden durch Auffangen des Strohs, Nachschüttern und Nachdrusch ermittelt. Jede Druschprüfung ergibt einen Punkt der Kurve. Die Kornverluste im Stroh werden in kg/ha, bezogen auf 14% Kornfeuchte, angegeben.

#### 3.1.5. Die Kornverluste in der Spreu (*ks*)

werden durch Reinigen der Spreu nach Umrechnung der darin enthaltenen Körner auf 14% Kornfeuchte in kg/ha angegeben (Bild 11).

### 3.1.6. Die Schnittären,

die beim Drusch auftreten (*se*), werden in einem Zählrahmen ausgezählt, gedroschen, gewogen und in kg/ha, bezogen auf 14% Kornfeuchte, angegeben.

### 3.1.7. Der Ertrag

je Druschprüfung (*r*) wird durch Entnehmen des Bunkerinhaltes nach vollem Durchfahren von 100 m Meßstrecke



Bild 11. Vorauswertung in den Prüfstrecken



Bild 12. Ertragsermittlung in der Meßstrecke



Bild 13. Laborarbeiten bei der Bruchkornfeststellung

(Bild 12) oder nach völligem Einernten eines Meßstreifens ermittelt.

### 3.1.8. Die Standfestigkeit

vor dem Drusch (*st*) wird bonitiert von  $I$  = bester Stand bis  $\bar{5}$  = völliges Lager.

### 3.1.9. Das Bruch- und Quetschkorn

wird aus 100-g-Proben ermittelt (*br*). Handelt es sich nur um Bruchkorn bzw. nur um Quetschkorn, so wird dies in einer Bemerkung angegeben (Bild 13).

### 3.2. Der Grannenanteil

wird in Gramm je 100 g Erdrusch angegeben und von 0 bis 10 g mit 1 bis 10 bonitiert (*gr*).

#### 3.2.1. Knickähren

Die Knickähren, die zu Boden gefallen sind, werden täglich zweimal ermittelt, aufgelesen, gedroschen, gewogen und in kg/ha, bezogen auf 14% Kornfeuchte, angegeben (*kn*).

#### 3.2.2. Der Auswuchs (*aw*)

wird bereits im Stadium des leichtesten versteckten Auswuchses (*l*) bis zum sichtbaren vollen Auswuchs (*10*) bonitiert. Tägliche Beobachtung und Eintragung ergibt die im Test vorhandene Kurve.

#### 3.2.3. Die Gesamtverluste (*gv*)

setzen sich zusammen aus den bereits gekennzeichneten Verlusten (*as*, *kv*, *ks*, *se*, *kn*).

#### 3.2.4. Luftfeuchte (*lf*) und Kornfeuchte (*je*)

werden zu den Zeiten, an denen die übrigen Messungen erfolgen, vom Thermohygrographen abgelesen bzw. mit Trockenschrank bestimmt.

#### 3.2.5. Der optimale Druschzeitraum (*D*)

Wenn alle Kurven im Hauptkennlinienfeld eingetragen worden sind, dann kann aus dem Kurvenverlauf exakt festgelegt werden, wann der Beginn der Druschfähigkeit mit dem Mäh-drescher für die betreffende Sorte oder Maschine liegt. Der Beginn der Druschfähigkeit liegt bei Druschfähigkeit im Kleindrusch =  $\bar{5}$  bis  $\bar{0}$ , bei Gesamtverlusten unter 100 kg/ha und bei einem Bruchkorn sowie Quetschkornanteil unter 6%. Der optimale Druschzeitraum hält solange an, bis die Verluste über 120 kg/ha steigen oder der Bruchkornanteil 6 bis 8% erreicht. Ist Auswuchs vorhanden, dann begrenzt dieser ebenfalls bei Boniturzahl  $\bar{4}$  den optimalen Drusch. So kann der Zeitraum, in dem der Mäh-drescher in den verschiedensten Sorten arbeiten kann oder der Zeitraum, den verschiedene Mäh-drescher in einer Sorte erreichen, genau im Test festgehalten werden und bildet somit eine der wichtigsten Schlußfolgerungen aus dem Kennlinienfeld.

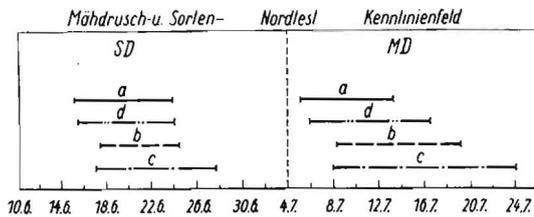
### 3.3. Der Querschnittstest

Der Querschnittstest als zweiter Teil des „Nordtestes“ beinhaltet eine beliebige Zusammenstellung einzelner aus dem Haupttest entnommenen Kurven. So wird z. B. von Interesse sein, die Vegetationsabschlüsse, die Bruchkornanteile oder die Ausfallverluste mehrerer gleichzeitig geprüfter Sorten nebeneinander auf einen Testbogen aufzutragen. Es wird ferner interessant sein, z. B. die Kornverluste über Stroh oder Spreu von MD verschiedener Schnittbreite nebeneinander aufzutragen. Der Querschnittstest ist also im Aufbau der Koordination genauso gehalten wie der Haupttest. In dieses Koordinatenfeld werden dann die Vergleiche eingetragen. Der Querschnittstest dient damit dem exakten Vergleich einzelner aus dem Haupttest entnommenen Faktoren. Er ist ein gutes Mittel, den Haupttest zu ergänzen und einen Querschnittsvergleich zu geben, wenn viele Sorten oder viele Maschinen nebeneinander geprüft werden (Bild 14).

#### 3.4. Die Vorteile von Mähdruschkennlinienfeldern

Zunächst seien die wesentlichsten Nachteile der bisherigen Arbeitsweise genannt. Heute noch wird der Druschbeginn oft durch zu spät abreifende Sorten verzögert. Durch Drusch feuchten Getreides treten verstärkt Lagerungsschäden auf. Auch hohe Quetschkornanteile sind oft auf Drusch bei zu hohen Feuchten zurückzuführen.

Die Verluste zu Beginn der Ernte liegen heute noch nach den Untersuchungen der Jahre 1957 bis 1960 bei 100 bis zu 600 (!)

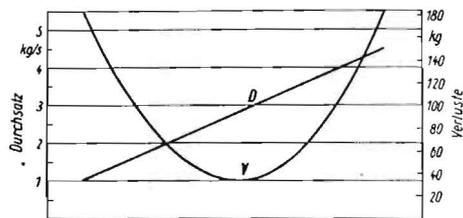


**Bild 14.** Für Raps sind die Querschnittstests in einen Schwad- (SD) und einen Mähdruschtest (MD) unterteilt. Dieser Test zeigt den optimalen Druschtermin für Raps und Rüben (Versuchsjahr 1961 - Versuchsfeld Artern/N.; Teilstückgröße 2 ha, Korbstellungen 16-12-8, 12-8-6, Drehzahl 1000 min<sup>-1</sup>)

kg/ha (Bild 15 und 16). Die Durchschnittsverluste stellen sich etwa auf 200 kg/ha.

Nach dem Drusch einer Getreideart treten oft Lücken im Arbeitsfluß auf, da neue druschreife Sorten nicht vorhanden sind. Arbeitsspitzen, die bei Überständigwerden einzelner Sorten auftreten, wechseln also mit unausgefüllten Zeiträumen, in denen die vorhandene Maschinenkapazität ungenutzt bleibt.

Früher Ausfallbeginn einzelner Sorten steigert die Verluste bereits vor dem Drusch. Die überreifen Körner zeigen einen hohen Bruchkornanteil.

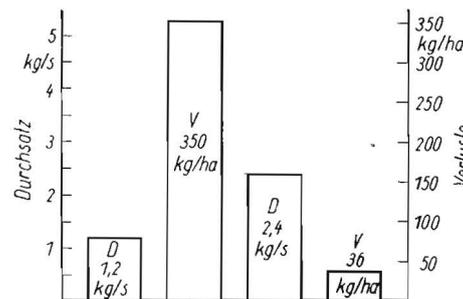


**Bild 15.** Druschsatz und Verluste beim Rapsdrusch, die Verluste sind in hohem Maße vom Durchflußvolumen abhängig

Der Mähdruschfahrer muß die optimale Maschineneinstellung für jede Sorte erst auf dem Feld suchen, da keine Kennwerte dafür vorliegen. Das mindert die Arbeitsleistung. Wird aber die optimale Maschineneinstellung überhaupt nicht vorgenommen, dann wird die Qualität des geernteten Gutes beträchtlich herabgesetzt.

Letztlich fehlen - um einen wichtigen Faktor der heute zum Teil noch vorhandenen Nachteile zu nennen - der zentralen Sortenplanung genaue Anhaltspunkte, welche Vorteile die einzelnen Getreidesorten für den Mähdrusch haben. Die Staffelung und Zuteilung der Sorten wird dadurch ungemein erschwert.

Alle diese Nachteile soll die Mähdruschprüfung und Auswertung im Mähdruschkennlinienfeld beseitigen. Durch Anbau eines entsprechenden Teils frühreifster Sorten (Bild 17) ist ein früher Erntebeginn, hohe Auslastung der Mähdrusch und größte Qualität des Erntegutes möglich. Größte Leistung wird

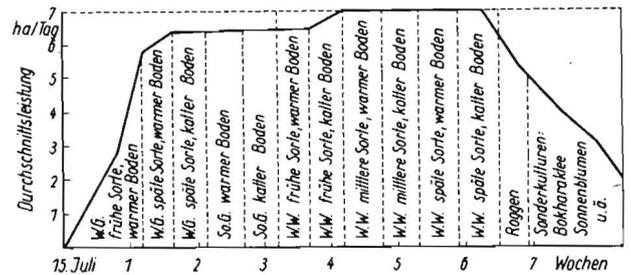


**Bild 16.** Ist das Durchflußvolumen gering, so steigen die Verluste beim Rapsdrusch steil an (MD-Prüfung bei Raps 1958, Voigtstedt/Artern)

dadurch im witterungsmäßig meist günstigsten Zeitraum erzielt. Die Verluste werden auf durchschnittlich unter 50 kg/ha gesenkt, da jeder Praktiker aus dem Kennlinienfeld (sofort) die Ernteeigenschaften aller angebauten Sorten entnehmen kann.

Feuchter Drusch wird weitestgehend vermieden und damit die Lagerschäden gesenkt. Es kann durch Kenntnis aller Mähdruschleistungen eine zweckmäßige Sortenaufschlüsselung für die Ernte in jedem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb erfolgen. Folgerichtig wird dann auch ein optimaler Druschzeitraum sich dem anderen anschließen und einen gleichmäßigen Reife- und Arbeitsfluß herbeiführen.

Die Möglichkeit, überständigkeitsfeste Sorten zu wählen, wird die Ausfallverluste vor dem Drusch auf ein Mindestmaß her-



**Bild 17.** Diese Anbau- und Erntezeitverteilung (drei Mähdrusch, durchschnittliche Schlaggröße 75 ha) bietet auf Großflächen von der physiologischen Seite aus Gewähr für höchste Mähdruschleistungen (je Maschine etwa 300 ha). Die gestrichelte Linie ist die Grenze, bis zu der bei bester Organisation und guten Getreidebeständen noch eine einwandfreie Qualität erreicht werden kann. Darüber hinausgehende Durchschnittsleistungen werden zumeist nur auf Kosten der Qualität erreicht. Bei der Durchschnittsleistung je Mähdrusch (Ordinate) sind die Regentage mit einbezogen

absetzen helfen. Auch der Bruchkornanteil wird die Qualität nicht mehr im bisherigen Ausmaß mindern.

Kennwerte für die Mähdruschereinstellung in bezug auf Sorten, Sortengruppen und entsprechende Feuchtebilanzen ermöglichen die optimale Einstellung des Mähdruschers bereits vor der praktischen Arbeit auf dem Feld.

Der Züchter kann durch das Kennlinienfeld jede Mähdruschleistung seiner Sorte über den Verlauf der ganzen Kampagne verfolgen und bei Neuzüchtungen berücksichtigen.

Durch Kennwerte für die zentrale Sortenplanung wird die Planung und Aufschlüsselung der Sorten verbessert, vereinfacht und verbilligt.

#### 4. Zusammenfassung

Die Technologie der Mähdruscherente und die physische und psychische Kraft des Menschen gestatten bei optimalem Zusammenwirken der natürlichen Bedingungen, der geschaffenen Verhältnisse und der technischen Gegebenheiten die Festlegung der absoluten Leistungsgrenze eines 3-m-Mähdruschers auf bis zu 500 ha je Kampagne.

Die Gründe, warum diese Leistungen bislang auch international nur zu einem sehr bescheidenen Teil erreicht werden, liegen in der Pflanzenphysiologie der Druschfrüchte begründet.

Durch eine exakte Prüfung aller „Mähdruschleistungen“ der Pflanzen, Beschränkung des Anbaues auf mähdruschwürdige Sorten, Staffelung der Ernte, Frühdrusch und andere Maßnahmen können ohne zusätzlichen Aufwand die praktischen Mähdruschleistungen bis dicht an die absolute Grenze herangeführt werden. Dies erfordert jedoch zur Prüfung und Auswertung aller Mähdruschleistungen ein Testverfahren und Mähdruschkennlinienfeld, das in den Grundzügen angedeutet wurde.