

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT
FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA
MAX EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK

Heft 3/1955

MÜNCHEN

5. JAHRGANG

Prof. Dr.-Ing. G. Segler:

Kritische Gedanken zur Konstruktion von Dreschmaschinen und Mähdreschern

Institut für Landmaschinen, Braunschweig

Wenn wir den heutigen Stand des Dreschmaschinenbaues mit dem vor wenigen Jahren vergleichen, dann können wir feststellen, daß sich in der Dreschtechnik ganz erhebliche Veränderungen zugetragen haben. Die Binderente wird in zunehmendem Maße durch die Mähdrescherernte ersetzt. Betriebe, für die der Mähdrescher noch uninteressant ist, gehen zu Hoferntedruscheinrichtungen verschiedenster Art über. Diese Umstellungen sind stark gefördert worden durch Neukonstruktionen, wie den billigen Kleinmähdrescher mit extrem leichter Anbaupresse, den Selbstfahrer-mähdrescher für die Verwendung im Groß- und Kleinbetrieb, die stationäre Dreschmaschine mit arbeitssparenden Zusatzeinrichtungen, wie Garbenaufschneider, Selbststeinleger und Körnergebläse, und schließlich durch den revolutionär wirkenden Häckseldrusch. Wenn die Einführung dieser neuen Dreschverfahren bisher ohne Rückschläge für die Landwirtschaft abgelaufen ist, dann verdanken wir dies im wesentlichen unserer entwicklungsfreudigen und verantwortungsbewußten Landmaschinenindustrie, aber auch der weitschauenden Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, des Kuratoriums für Technik in der Landwirtschaft und der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die ideell und materiell Versuche in den verschiedenen deutschen Landmaschineninstituten gefördert haben. So war es leichter zu erkennen, welche der vielen neuen Wege, die die Dreschtechnik beschreitet, der Praxis anempfohlen werden können. Über die Verfahrenstechnik des Mähdrusches ist kürzlich vom KTL in einer sehr umfassenden Veröffentlichung von Dr. Seibold berichtet worden (1). Das, was hier behandelt werden soll, sind Fragen der konstruktiven Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Dreschtechnik, der Mähdrescher, der stationären und fahrbaren Dreschmaschinen und des Häckseldrusches. Wenn dabei von einer kritischen Stellungnahme gesprochen wird, dann betrifft dies sowohl einige neue konstruktive Wege, die sich abzeichnen, als auch Wünsche und Anregungen für die Industrie, die sich aus den umfangreichen Versuchen ergeben haben, die wir von 1952 bis 1954 am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig und seit 1953 am Institut für Landmaschinenforschung der FAL, Braunschweig-Völkenrode, durchgeführt haben und über die bisher wenig veröffentlicht werden konnte.

Mähdrescher

Bei den Mähdreschern herrschte bis vor einigen Jahren in Deutschland der quer beschickte Mähdrescher vor, dessen Schneidwerk ähnlich wie das des Zapfwellenbinders arbeitet. Als der Wunsch nach einem billigen Kleinmähdrescher auftauchte, wurden die im Ausland so beliebten Anhängemähdrescher in Längsflußbauweise auch bei uns entwickelt und von verschiedenen Firmen in die Fabrikation übernommen. Neben der Querflußbauweise, die 5 bis 7 Fuß breit hergestellt wird, findet die reine Längsflußbauart Verwen-

dung bei Schnittbreiten von 3,5 bis 5,5 Fuß. Für größere Schnittbreiten führte sich überraschend gut der Selbstfahrer in abgewandelter T-förmiger Längsflußbauweise ein, neuerdings auch in kleinerer Ausführung mit nur 5 Fuß Schnittbreite. Damit ist nicht nur die Frage der grundsätzlichen Bauweise, sondern vor allem auch der Antriebstechnik und eng damit verknüpft die der Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Beaufschlagung angeschnitten. Der Kleinmähdrescher in der Anhängerbauweise mit 4 Fuß Schnittbreite benötigt zusammen mit einer Anbaupresse einen etwa 28 PS starken Radschlepper mit getriebener Hinterachse. Dieser Mähdrescher ist in der Lage, in einer Ernte bis zu 30 ha Getreide zu bewältigen. Da er bisher nur in einem Fall in noch kleinerer Ausführung von 3½ Fuß Schnittbreite versuchsweise hergestellt wurde, ist er vorläufig die Maschine für den familienbäuerlichen Betrieb, für den aber ein 28 PS starker Schlepper schon zu reichlich bemessen und damit unwirtschaftlich sein kann. Wenn auch für solche Fälle der zusätzliche Aufbaumotor geschaffen worden ist oder die Maschine mit weniger Schlepper-PS und geringerer Leistung im Kriechgang gefahren werden kann, besteht doch der dringende Wunsch, den Kraftbedarf dieser kleinen Mähdrescher zu vermindern, damit sie zukünftig für Schlepper in der Größenklasse von etwa 20 bis 25 PS anwendbar sind.

Über die Zusammensetzung des Kraftbedarfs am Mähdrescher gab es bisher keine genauen Meßergebnisse. Erst nachdem es uns gelungen ist, vor drei bis vier Jahren zuverlässige Meßgeräte zu schaffen, die gleichzeitig den Zugkraftbedarf und auch den Drehkraftbedarf an mehreren Wellen des Mähdreschers und vor allem an der Zapfwellenübertragung messen, ist es möglich, zuverlässig etwas auszusagen über die Höhe des erforderlichen Kraftbedarfes und die Aussichten, diesen zu senken. Einige Ergebnisse dazu wurden auf der vorjährigen Konstrukteurtagung der Landmaschinenkonstrukteure in Völkenrode bekanntgegeben [2]. Ich muß mich darauf beschränken, eine Übersicht über die Messungen zu geben, über die ausführlicher in einer besonderen Arbeit noch zu berichten sein wird. Weitere Fragen, die in der letzten Zeit mehrfach Anlaß zu Erörterungen gaben, sind die der Körnerverluste beim Mähdrusch im Vergleich zu anderen Ernteverfahren und die der Körnerbeschädigung. Auch hierzu liegen neue Versuchsergebnisse vor, über die hier berichtet werden soll.

Konstruktive Aufgaben

Zukünftige Verbesserungen des Mähdreschers hinsichtlich des Kraftbedarfs und der Verlustminderung hängen davon ab, ob es gelingt, die Dreschgutzuführung zur Dreschtrommel so zu gestalten, daß wir die Dreschtrommel nicht stoßweise, sondern mit gleichmäßig bleibender Halmgutmenge je Zeiteinheit belasten. Die bisher oft anzutreffende Vorstellung, daß ein Mähdrescher im Gegensatz zu einer stationären Dreschmaschine schleierförmig gleichmäßig beschickt

wird, hat sich als nicht zutreffend erwiesen. Die Zuführung geschieht tatsächlich je nach Ausbildung der Zuführeinrichtungen derart ungleich, daß sowohl für die Dreschtrommel wie für den nachfolgenden Schüttler und die Reinigungseinrichtungen Anforderungen entstehen, die verarbeitungs- und kraftbedarfsmäßig als außerordentlich ungünstig zu beurteilen sind. Es trifft wohl zu, daß die Beschickung gleichmäßiger ist als bei einer schlecht beaufschlagten stationären Dreschmaschine, sie erreicht aber bei weitem nicht das Gleichmaß der Beschickung, wie wir es beim Häckseldrusch verwirklichen können. Im Betrieb können wir immer wieder beobachten, daß das Halmgut sich vor der Einführöffnung zur Trommel staut und daß diese Störung so lange andauert, bis einige Halme von der Trommel erfaßt werden und der angesammelte Halmguthaufen mit allem, was damit in Verbindung steht, in den Bereich der Trommel gelangt. Auf diese Weise wird das Fördertuch plötzlich leergefegt, so daß eine Zeitlang die Trommel kaum beaufschlagt wird. Das ist eine Erscheinung, die wir selbst bei stehendem Halmgut und viel häufiger natürlich bei Lagergetreide antreffen und die die unangenehmsten Folgen, wie wir später noch sehen werden, sowohl für die Verluste als auch für den Kraftbedarf der ganzen Maschine haben.

Wie es mit den Körnerverlusten steht oder vielmehr welche Höhe die Verluste bei der einen oder anderen Konstruktion im ungünstigsten Fall annehmen können, sehen wir aus Abbildung 1. Verluste höheren Ausmaßes entstehen durch Abmähen von Ähren, wie sie übrigens auch beim Binder, dort aber in viel größerem Maße, auftreten können. Dann folgen die Verluste, die ein schlechter Haspelantrieb hervorruft und die in der Höhe nur noch durch eine ungenügende Arbeit des Schüttlers übertroffen werden können. Die übrigen Verlustquellen am Abteiler, an der Trommel, die Spritzverluste und Entkörnungsverluste und die der Reinigung schließ-

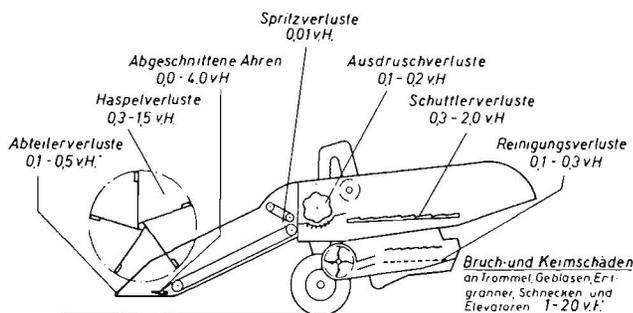


Abb. 1: Verarbeitungsverluste am Kleinmähdrescher als Beispiel der Möglichkeiten für die Entstehung von Körnerverlusten an Mähdreschern

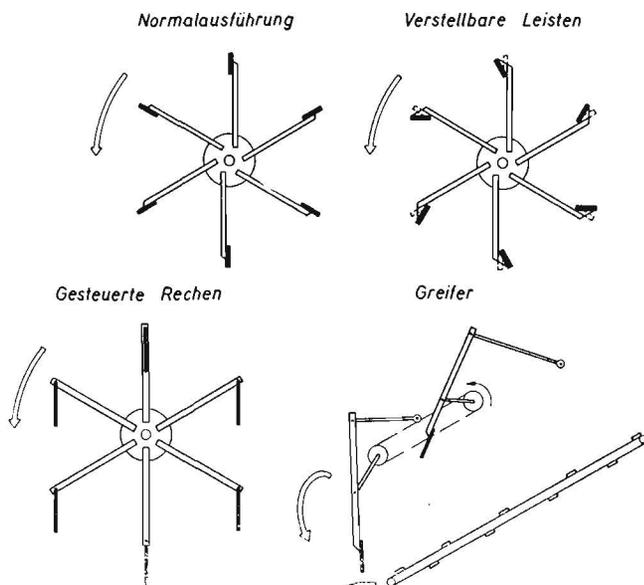


Abb. 2: Haspelbauarten für Mähdrescher

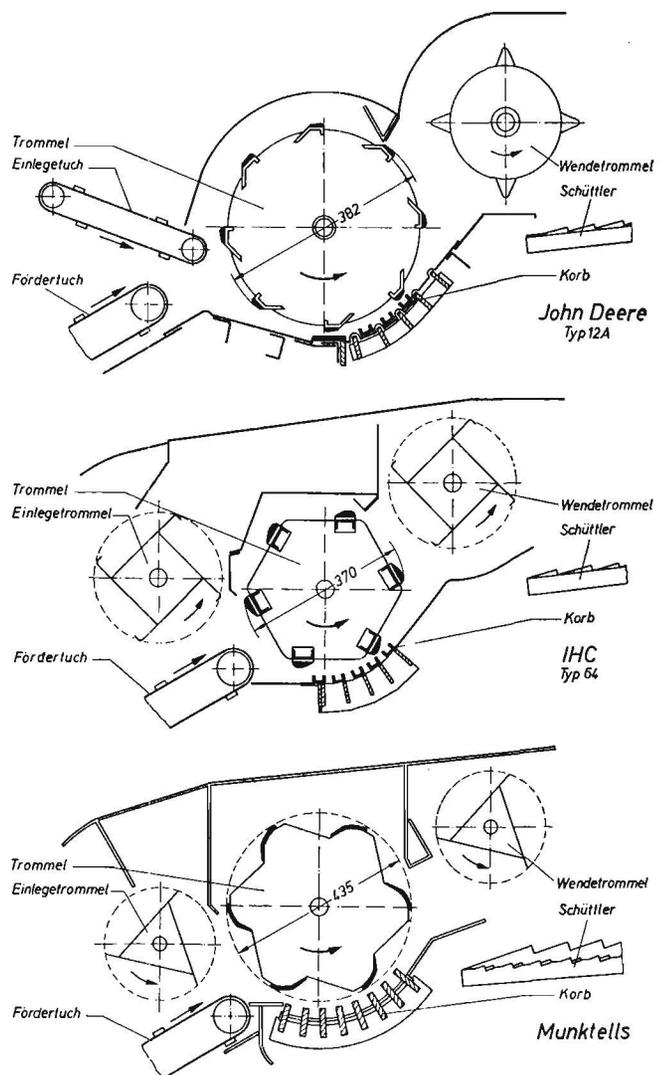


Abb. 3: Vergleich von Trommel- und Korbbauarten an Kleinmähdreschern

lich, treten dagegen zurück. Wir haben schon früher darauf hingewiesen [3], welches Ausmaß die Verluste durch die Dreschwirkung eines falsch angetriebenen Haspels annehmen können. Verlustüberprüfungen bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten brachten zutage, daß die Haspelverluste nur bei bestimmten Fahrgeschwindigkeiten Mindestwerte einhalten und bei anderen Fahrgeschwindigkeiten stark anwachsen können. Dies trifft für Haspelanführungen zu, die stets mit der gleichen Geschwindigkeit, also von einer Welle des Mähdreschers aus, angetrieben werden. Einige Firmen sind deshalb mit Recht dazu übergegangen, den Haspel vom Bodenrad anzutreiben, um die Umlaufgeschwindigkeit der Haspellatten abhängig zu machen von der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers. Auf diese Weise kann bei zu langsamer Fahrt keine zu große Haspelgeschwindigkeit und bei schneller Fahrt keine zu niedrige Geschwindigkeit auftreten, die beide ungünstig sind. Verbesserungsmöglichkeiten liegen ferner in der Haspel selbst. In letzter Zeit wird statt des einfachen Lattenhaspels mit festen oder in der Neigung verstellbaren Haspellatten (Abb. 2) immer mehr der Haspel mit gesteuerten Haspelrechen verwendet, der die Forderung berücksichtigt, daß der Haspelrechen eine senkrechte Stellung beim Eintauchen in die stehenden Halme aufweist und infolge der Rechenform auch in der Lage ist, umgeknickte Halme, wie sie vor allem bei Gerste anzutreffen sind, aufzurichten, um auf diese Weise Ährenschnittverluste zu vermeiden. Bei einem anderen Fabrikat finden wir Greiferhaspel, die vor Jahren schon erfolgreich beim Mähhäcksler erprobt wurden. Über diese begrüßenswerte Entwicklung können wir kein Werturteil äußern, da die Konstruktionen noch neu sind und keine Vergleichserfahrungen vorliegen.

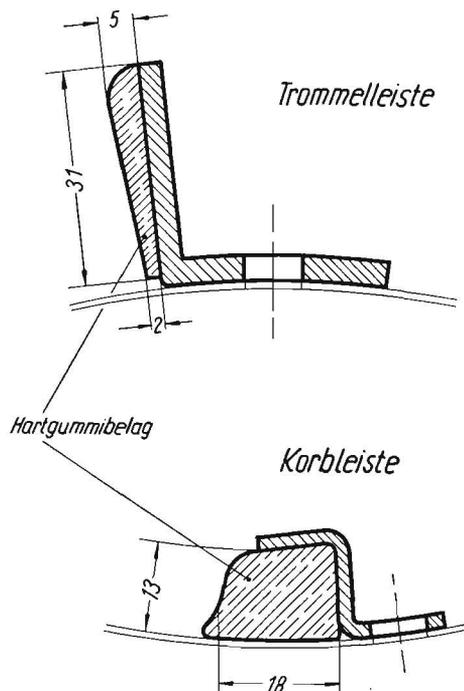


Abb. 4: Gummibelag bei Trommel- und Korb Schlagleisten

Einen bedeutenden Einfluß auf die Gleichmäßigkeit der Halmgutzuführung hat die Ausbildung der Fördertucheinrichtung. Bei Längsflußmähdreschern haben sich steile Tuchwinkel über 23° als ungünstig erwiesen. Soll in der Falllinie am Hang gearbeitet werden, sind noch kleinere Tuchwinkel wünschenswert, da infolge der Schräglage sich der Förderwinkel gegenüber der Horizontalen ändert und zunimmt. Ein steiler Tuchwinkel führt zu einer ungleichen Belastung der Trommeln und damit zu vorübergehend auftretenden Kraftbedarfsspitzen von außerordentlicher Höhe, die mit verantwortlich sind für die Schwierigkeit, den Kraftbedarf an Mähdreschern, besonders Kleinmähdreschern, zu senken.

Dreschtrommel und -korb

Die Drescheinrichtungen sind im allgemeinen wirksam ausgebildet, obwohl sie mit einem verhältnismäßig kurzen Korb arbeiten (Abb. 3). Wir treffen übrigens bei ausländischen Maschinen Bauarten an, bei denen der Aufbau des Dreschkorbcs völlig von dem abweicht, was wir bisher, vor allem bei stationären Dreschmaschinen, kennen. An Stelle des Flachstabkorbes finden wir Blechkörbe mit Lochungen und aufge-

setzten Winkel- oder U-Profilen. Hinsichtlich der Dreschwirkung haben wir keine Nachteile bei diesen Konstruktionen feststellen können, allerdings haben sie nicht die gleiche Siebwirkung wie die deutschen Korbkonstruktionen. Während bei deutschen Korbkonstruktionen 80 bis 90 % der erdroschenen Körnermengen durch den Korb abgeschieden werden, sind es bei den in Abbildung 4 gezeigten beiden oberen Konstruktionen nur 30 bis 50 %.

Zur Verminderung des Körnerbruchs finden wir bei einer amerikanischen Firma Trommel- und Korbbleisten mit Gummi verkleidet (Abb. 4), eine Bauart, die in vielen Tausend Exemplaren in aller Welt seit 1937 sich durchaus bewährt hat.¹⁾ Bei unseren Versuchen konnten wir feststellen, daß der Körnerbruch gegenüber Stahlbleisten ohne Gummi sich auf ein Drittel vermindern läßt. Das stimmt auch mit den Versuchsergebnissen des KTL aus dem Jahre 1931 mit Gummischaukeln an Körnerwurfgebläsen überein, bei denen wir gleichfalls eine Verminderung der Körnerbeschädigung auf ein Drittel erreichen konnten. Als ein Nachteil der Schlagleistengummierung ist der auftretende höhere Reparaturbedarf zu nennen.

Von noch größerer Bedeutung für die Verminderung von Körnerbeschädigungen, gleichzeitig aber auch für den Betrieb der Dreschtrommel zur Vermeidung unnötig hoher Kraftbedarfsspitzen und zur Erzielung eines guten Ausdrusches sind die Einrichtungen zur Verstellung des Korbspaltes und der Trommeldrehzahl. Neben der Verstellung des Korbes bei unverändert bleibender Lage der Trommelwellenmitte, wie sie auch an stationären Dreschmaschinen zu finden ist und bei der sich die Schnellverstellung durch Rastenhebel bewährt hat, treffen wir häufig einen feststehenden Korb mit Verstellung der Trommelwellenmitte an (Abb. 5). Dieses Verfahren hat sich als einfach und auch als durchaus zuverlässig erwiesen, da der Korb kurz ist und nur einen geringen Teil der Trommel umschließt. Wenn Körnerbruch vermieden und der Kraftbedarf niedrig gehalten werden soll, darf die Dreschtrommel nur so schnell laufen, wie es gerade ausreicht, die Entkörnung vollständig vorzunehmen. Hierzu gehören bei Körnerfrüchten Umfangsgeschwindigkeiten von 30 bis 36 m/s, bei Hülsenfrüchten reichen 12 bis 18 m/s aus. Fast alle Mähdrescherkonstruktionen sehen deshalb Veränderungen der Trommeldrehzahl vor, die entweder nur im Stillstand der Maschine, neuerdings aber auch während des Betriebes durch Betätigen eines Hebels hervorgerufen werden können. Abbildung 6 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Konstruktionen. Die Bedeutung gut ausgebildeter Drehzahlverstellungen, die auch an stationären Dreschmaschinen nicht fehlen sollten, kann nicht hoch genug eingeschätzt werden.

¹⁾ Das Deutsche Patent 856 374, das sich im Besitz einer amerikanischen Firma befindet und in diesem Jahre ablaufen würde, ist unter Berufung auf die alliierten Bestimmungen bis 1961 verlängert worden.

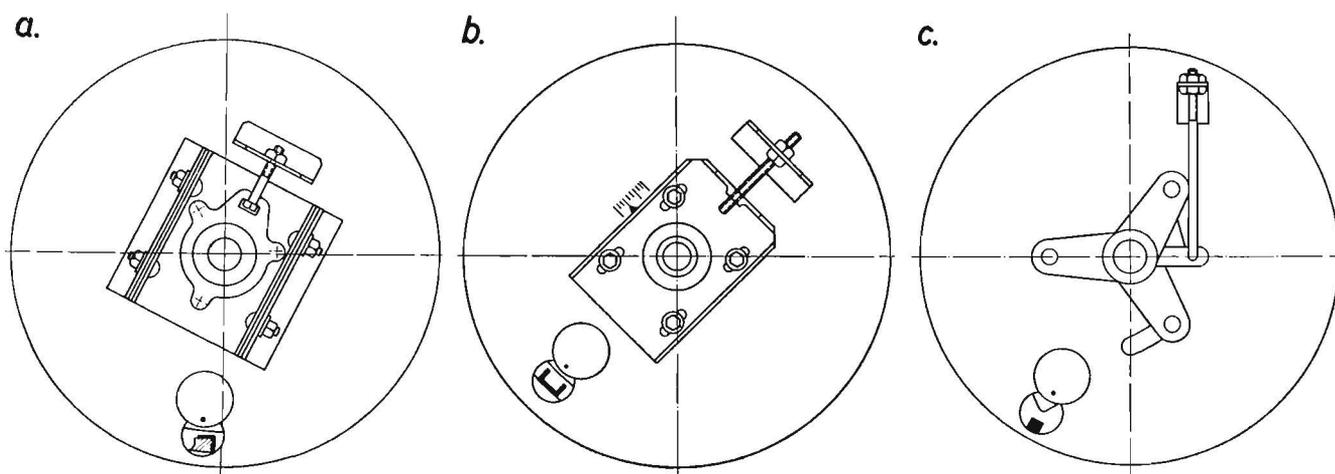


Abb. 5: Einstellen des Korbspaltes durch Verlegen der Trommelachse

System	abgestuft?	naherzu stufenlos	stufenlos	stufenlos	stufenlos	stufenlos	stufenlos
Herstellbar durch	Umlegen des Benenners	in Stillstand Auswechseln von Belägen	in Stillstand Verschrauben der Scheibenhöhlen	achsiale Stellschrauben	Kurzel und Spindel	während des Betriebes Kurzel und Spindel	Hydraulik
Längenausgleich durch	Anpassen d. Durchmesser a. Spannrolle	durch Belägen	Anpassen der Durchmesser	Anpassen d. Durchmesser a. Spannrolle	Spannrolle	selbsttätig	Spannrolle
Stärkung der Kesselscheibe durch		Verschrauben mit Flatscheibe	Gegenwärtiger und Verschr. in Profsch	radiale Klemmschrauben	Mut und Feder		Mut und Feder
Umlängsgeschwindigkeitseinstellung (%)	19	34	75	38	37,5	70	60

Abb. 6: Drehzahlregler für Mähdreschertrommel

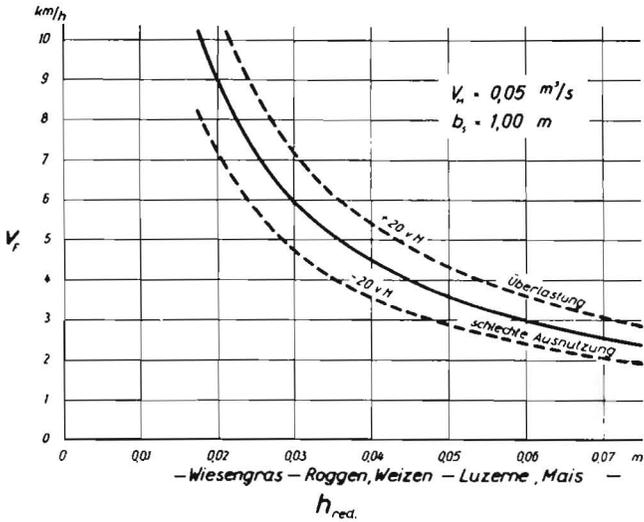


Abb. 7: Anpassen der Fahrgeschwindigkeit an das Halmgutvolumen

Regeltechnische Aufgaben

Mähdrescher sind für eine bestimmte Durchsatzmenge von Halmgut gebaut. Wird diese überschritten, entstehen zu hohe Verluste oder schließlich Verstopfungen, wird sie unterschritten, bleibt die Maschine nicht voll ausgenutzt (Abb. 7). Die Halmgutmenge, die der Maschine zugeführt wird, hängt von der Schnittbreite, der Fahrgeschwindigkeit und dem Halmgutvolumen ab, wie es auf dem Feld anzutreffen ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Halmgutvolumen bei den einzelnen Früchten außerordentlich unterschiedlich ist und sich im Durchschnitt mindestens von kurzhalmiger Gerste bis zu langhalmigem Roggen im Verhältnis 1 : 3 unterscheidet. Wird stets die gleiche Schnittbreite angewandt und von der gleichen Durchsatzmenge ausgegangen, wäre daraus zu folgern, daß der Mähdrescher bei kurzhalmiger Gerste beispielsweise dreimal so schnell fahren könnte als bei langhalmigem Roggen. Das sollte auch tatsächlich der Fall sein. Um so wichtiger ist es, diesem Umstand Rechnung zu tragen und im Betrieb auf gleichmäßig starke Beschickung zu achten.

Ein naheliegendes Mittel für die Regelung der Beaufschlagung wäre eine entsprechende Veränderung der Schnittbreite bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit. Dieses Mittel ist durchaus anwendbar bei querbeschickten Maschinen für den Querfluß nach Art des Bindermähwerkes, da hierbei immer noch eine gleichmäßige Beschickung der Breitdreschertrommel erfolgt. Anders ist es beim Schmaldrusch. Eine beispielsweise nur halbe Ausnutzung des Schnittwerkes würde die Trommel auf der einen Seite belasten, auf der anderen Seite leer laufen lassen. Die beaufschlagte Seite würde in diesem Fall überbelastet. Das gleiche würde auch für den Schütler gelten. Wir erkennen also, daß dieses Verfahren keinen Erfolg bringt. Es bleibt also für längsbeschickte Mähdrescher nur das Verfahren der Geschwindigkeitsregelung. Deshalb arbeiten längsbeschickte Maschinen heute mit zahlreichen Geschwindigkeitsabstufungen und Selbstfahrer-

mähdrescher sogar mit stufenlosen Fahrgetrieben. Zu einer elastischen Fahrweise tragen Flüssigkeitskupplungen bei. Bei gezogenen Mähdreschern gewinnen Schlepper mit einer größeren Zahl von Fahrgängen den Vorzug gegenüber solchen mit weniger Gängen. In jedem Fall ist aber die Abstimmung der Mähdrescherleistung auf die vorhandenen Schleppergänge nötig (Abb. 8), wobei diese so erfolgen kann, daß das Verhältnis von Schneidwerksbreite zur Breite des Dreschteils verändert wird. Je langsamer ein Mähdrescher laufen soll, um so breiter muß das Schneidwerk im Verhältnis zum Dreschteil sein. In diesem Zusammenhang entsteht überhaupt die Frage, ob es zweckmäßiger ist, für eine bestimmte Verarbeitungsmenge an Halmgut einen Mähdrescher mit breitem Schneidwerk für langsamen Vorschub oder mit schmalen Schneidwerk für schnellen Vorschub zu bauen.

Vergleichen wir diese beiden Möglichkeiten, dann finden wir, daß eine schmalere Maschine viel häufiger über ein Feld gleicher Größe fahren muß als eine breitere Maschine und deshalb mehr Spuren hinterläßt. Betrachten wir das Ganze vom energiemäßigen Standpunkt, dann läßt sich einfach nachweisen, daß die schnellere Maschine einen größeren Aufwand an Energie zur Überwindung des Rollwiderstandes benötigt. Der Unterschied ist jedoch außerordentlich gering, wie Abbildung 9 zeigt. Ausschlaggebend für diese Vergleichsüberlegung ist aber die Frage der Wirtschaftlichkeit und der Maschinenkosten. Werden diese ermittelt und verglichen, zeigt sich eindeutig eine Überlegenheit der schmaleren Maschine mit schnellerer Fahrweise. Es ist also auch beim Mähdrescher eine Tendenz zur schnelleren Fahrweise durchaus berechtigt. Nur in Ausnahmefällen bei ungünstigen Bodenverhältnissen und uneben-

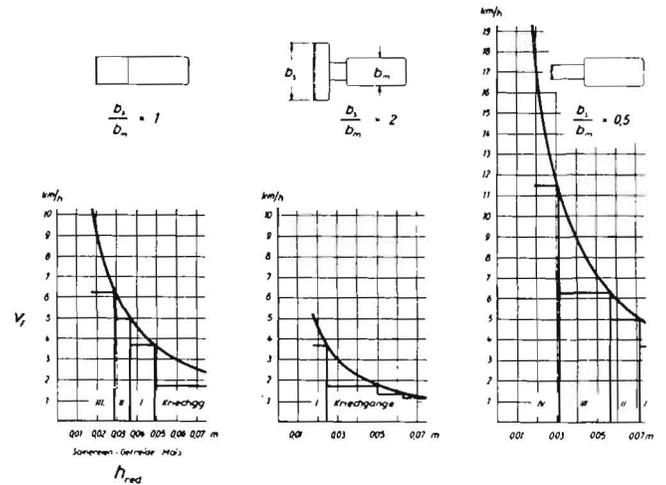


Abb. 8: Abstimmen von Schneidwerksbreite und Fahrgeschwindigkeit bei Mähdreschern. Der Wert h_{red} entspricht dem Halmgutvolumen in m^3 , das wir in gemähtem Zustand auf $1 m^2$ Erntefläche antreffen

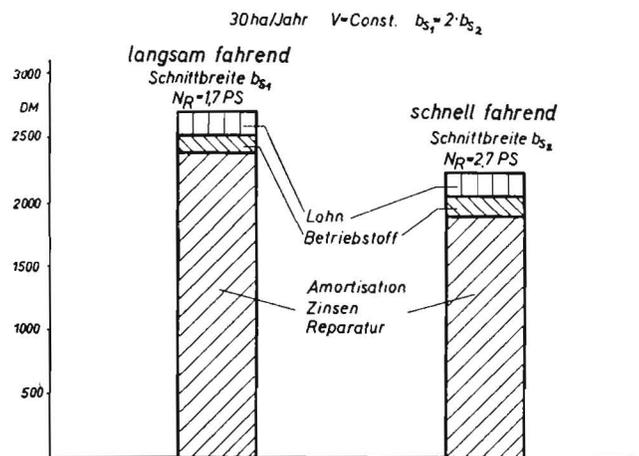


Abb. 9: Vergleich der Betriebskosten für langsam- und schnellfahrende Mähdrescherbauarten. 30 ha/Jahr, $V = \text{const.}$ $b_{s1} = 2 \cdot b_{s2}$

nen Feldern wird man hiervon abgehen müssen. Für die schmalere Ausführung spricht noch die größere Wendigkeit, dagegen jedoch werden einige Bedenken laut, zu denen wir nur Vermutungen aussprechen können, die aber durch Versuche noch geklärt werden sollten. Es ist dies die Erhöhung der Verlustzeiten für das häufigere Wenden, eine vermutliche Zunahme der Abteilverluste bei schlecht stehendem Getreide und die kürzere Zeit, die das Halmgut bei der schnelleren Vorfahrt zur Verfügung hat, um sich vom Zeitpunkt des Schnittes an gerechnet unter Mitwirkung des Haspels auf das Fördertuch zu legen. Es ist durchaus denkbar, daß dieser schnellere Ablegevorgang zu einer unregelmäßigeren Halmschichtung mit einer ungleichen Belastung und einer Erhöhung des Trommelkraftbedarfes führt. Bei Mähbindern haben nie Bedenken gegen die Anwendung einer schnelleren Fahrweise bestanden, allerdings fällt bei ihnen die Verarbeitung in der Dreschtrommel weg und damit eine Störungsmöglichkeit, die bei ungleicher Halmgutführung kritisch werden kann. Daß bei schneller fahrenden Mähdreschern eine den höheren dynamischen Beanspruchungen gerecht werdende Gestellfestigkeit vorhanden sein muß, dürfte kein ernsthaftes Gegenargument sein.

Definition der Mähdrescherleistung

Ein gewisses Hindernis beim Übergang von breitschneidenden zu schmalschneidenden Mähdreschern könnte die bisherige Gepflogenheit bilden, die Leistung des Mähdreschers nach der Schnittbreite zu beurteilen, ein Verfahren, von dem die Fachleute wissen, daß es nicht haltbar ist. Wir müssen versuchen, in dieser Beziehung Klarheit zu schaffen und zu einer eindeutigen Definition der technischen Mähdrescherleistung zu kommen. Wie wir gesehen haben, ist die Schnittbreite kein Maßstab dafür. Bei stationären Dreschmaschinen gilt als Standardleistung diejenige Körnerleistung, die bei Weizen mit einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 1,35 erreicht wird. Die Frage ist, ob wir nicht beim Mähdrescher auch zu diesem Verfahren übergehen sollten, das ausreichen würde, um die reine Dreschleistung zu kennzeichnen. Damit ist aber noch nichts über die Mähleistung, also über die Flächenleistung ausgesagt, die der Mähdrescher vollbringt. Die Flächenleistung hängt aber ab von dem Körnerertrag, den wir auf der Erntefläche vorfinden.

Vergleichen wir beispielsweise die Mähleistung auf zwei gleich großen Feldstücken, die mit Weizen vom gleichen Korn-Stroh-Verhältnis bestanden sind, von denen das eine aber doppelt so viele Körner trägt, wie das andere, damit also auch doppelt so viel Stroh enthält. Wollen wir in beiden Fällen die gleiche Körnerleistung einhalten, dann muß die Fläche mit dem geringeren Ertrag in der halben Zeit gemäht werden wie die andere, der Mähdrescher muß hier also eine doppelt so hohe Flächenleistung vollbringen. Nehmen wir an, daß es sich um den gleichen Mähdrescher mit der gleichen Schnittbreite handelt, dann bedeutet das, daß die Fahrgeschwindigkeit in diesem Fall doppelt so hoch sein muß wie in dem anderen. Nun kann es sein, daß ein vorhandener Mähdrescher von Hause aus mit einem verhältnismäßig schmalen Schneidwerk versehen ist, das ihn bei normalen Verhältnissen schon zwingt, verhältnismäßig schnell zu fahren, um die Katalogleistung einzuhalten. Bei einem solchen Mähdrescher könnte es vorkommen, daß bei einer Steigerung der Geschwindigkeit auf das Doppelte die Fahrgestellfestigkeit nicht mehr ausreicht. Umgekehrt würde ein Mähdrescher, der mit einem reichlich breit bemessenen Schneidwerk versehen ist und der im allgemeinen wesentlich langsamer fährt, in der Lage sein, diese doppelte Geschwindigkeit bei geringerem Flächenenertrag zuzulassen. Er ist aber bei geringen Geschwindigkeiten schon der Gefahr einer Überfütterung und Überlastung des Dreschteils ausgesetzt. Bei schleppergezogenen Mähdreschern finden wir, daß diese meist auf einem ganz bestimmten Schleppgang, der etwa der Pfluggeschwindigkeit entspricht, eingestellt sind. Selbstfahrer-Mähdrescher sind an diese Gangeinteilung des Schleppers nicht mehr gebunden und deshalb sowohl in der Wahl der Fahrgeschwindigkeit und damit auch der Mähwerks-

breiten freizügiger. Deshalb ist ein Vergleich der Leistungen zwischen schleppergezogenen Mähdreschern und Selbstfahrer-ausführungen schwieriger. Umsomehr wünscht sich der Landwirt einheitliche Angaben (neben der stündlichen Körnerleistung) über die Flächenleistung bei einem ganz bestimmten Flächenenertrag. Die Angabe der Mähwerksbreite allein sagt nichts über die Flächenleistung des Mähdreschers aus. Werden diese Angaben gemacht, nämlich stündliche Körnerleistung, Korn-Stroh-Verhältnis, höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit und Flächenenertrag in dz/ha, dann läßt sich weiter ausrechnen, in welcher Zeit ein ha, auch bei anderen Erträgen, abgeerntet werden kann und welche Fahrgeschwindigkeiten bei der vorhandenen Schnittbreite zu wählen sind. Fehlt die Angabe über den Flächenenertrag in dz/ha, dann liegt keine eindeutige Festlegung der Mähdreschereigenschaften vor, und vor allem keine Basis, auf der mehrere Mähdrescher-ausführungen miteinander verglichen werden können. In einem Streitfall zwischen einem Mähdrescherlieferanten und dem Abnehmer, von dem eine ungenügende Leistung beanstandet würde, könnte nie eine eindeutige Auslegung des Leistungsbegriffes erfolgen. In diesem Fall würde der Lieferant wahrscheinlich versuchen, den Leistungsnachweis für das im Katalog angegebene Korn-Stroh-Verhältnis auf einem Feldstück mit einem besonders hohen Körnerertrag zu erbringen, während der Abnehmer vielleicht seine Erfahrung über eine zu geringe Leistung des Mähdreschers auf einem Feldstück mit geringem Körnerertrag, wenn auch mit gleichem Korn-Stroh-Verhältnis, gewonnen hat. Wie diese Zusammenhänge zu beurteilen sind, geht aus Abbildung 10 hervor. In dem Diagramm sind enthalten:

Schnittbreite in Fuß, Fahrgeschwindigkeit in km/h, Flächenleistung in ha/h, Ernteertrag in dz/ha, Körnerleistung des Mähdreschers in dz/h, Korn-Stroh-Verhältnis und Strohleistung in dz/h. Die Strohleistung ist mit aufgenommen worden, weil sie uns hilft, die etwas schwierig zu übersehenden Zusammenhänge zu vereinfachen, wenn wir nämlich annehmen, daß die Verarbeitungsleistung des Mähdreschers begrenzt ist durch die Strohgutmenge, die wir durch die Trommel und über den Schüttler schicken können. Diese Annahme dürfte im allgemeinen berechtigt sein. Das bedeutet, daß für eine bestimmte Maschine die Strohleistung in Form einer senkrechten Linie in das Diagramm eingetragen werden kann, die Ausgangspunkt für die Ermittlung von Flächenleistung und Fahrgeschwindigkeit für verschiedene Korn-Stroh-Verhältnisse sein kann. Ein entsprechendes Beispiel ist in der bereits angeführten Abbildung 10 für einen Mähdrescher mit einer Normalkörnerleistung von 22 dz/ha bei einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 1,35 eingetragen.

Wir erkennen zunächst, daß die Dreschleistung bei geringerem Strohannteil ansteigt und bei zunehmendem Strohannteil abfällt. Bleiben wir bei der Normalleistung, dann er-

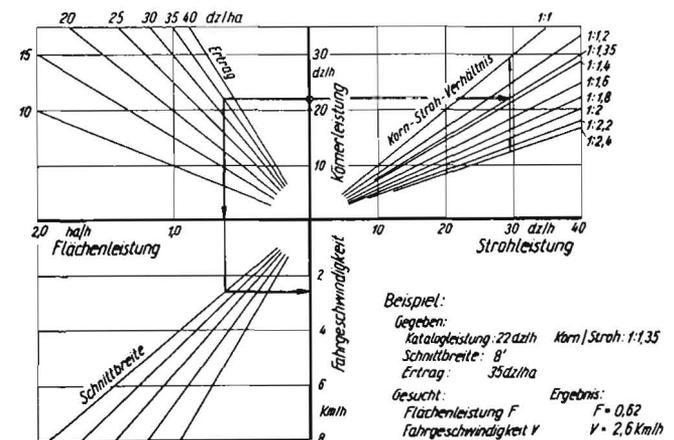


Abb. 10: Die Körner- und Flächenleistung des Mähdreschers

(Beispiel: Bekannt ist die katalogmäßige Körnerleistung bei Weizen mit 22 dz/ha, Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,35, Flächenenertrag 35 dz/ha und Schnittbreite 8'. Gesucht: zulässige Fahrgeschwindigkeit in km/h und Flächenleistung in ha/h. Von dieser theoretischen Flächenleistung sind 25 bis 30 % abzuziehen, um die tatsächliche Flächenleistung zu erhalten.)

gibt diese bei einem gegebenen Flächenertrag eine bestimmte Flächenleistung, aus der sich für die vorhandene Schnittbreite wiederum die Fahrgeschwindigkeit ermitteln läßt. Wir finden also hier bestätigt, daß bei gegebener Schnittbreite und katalogmäßiger Körnerleistung die Flächenleistung sich nur bei Annahme eines bestimmten Flächenertrages ermitteln läßt. Das gleiche gilt für die Fahrgeschwindigkeit. Wenn wir die heutigen Mähdrescherprospekte uns ansehen, dann finden wir die Schnittbreite angegeben, die Fahrgeschwindigkeit in sehr großen Grenzen, aber fast stets die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit, ferner Mittelwerte für die Körnerleistung sowie Mittel- oder Höchstwerte für die Flächenleistung. Einige Firmen sind neuerdings erfreulicherweise dazu übergegangen, die Angaben im oben vorgeschlagenen Sinn zu vervollständigen. Es wäre zu wünschen, wenn die Industrie von sich aus Vorschläge machen würde, nach welchen Richtlinien die Leistungsangaben einheitlich in den Druckschriften aufgeführt werden sollten. Eine Antwort auf diese Frage wäre vor allem im Hinblick auf die in diesem Jahr durchzuführenden DLG-Mähdrescherprüfungen erwünscht.

Senkung des Kraftbedarfes

Eine Senkung des Kraftbedarfes ist besonders bei Kleinmähdreschern erwünscht, wenn sie sich in kleinere Betriebe einführen sollen. Es gäbe hier zunächst das Mittel, die Maschinen noch schmäler zu bauen als bisher mit 4 Fuß Schnittbreite. Theoretisch würde ein Betrieb mit 15 ha Getreideanbaufläche mit einem Mähdrescher mit 2 Fuß Schnittbreite auskommen. Dieser Weg ist bisher aus verschiedenen Gründen nicht besprochen worden, obwohl wir bei einer derartigen Maschine voraussichtlich mit einem Schlepper von 16 bis 18 PS auskommen könnten. Gegen eine solche Lösung spricht, daß der Preis einer so schmalen Maschine nicht viel niedriger liegen würde als bei einer 4 Fuß breiten Ausführung. Da andererseits aber in vielen bäuerlichen Betrieben ein Antriebsschlepper von 28 PS nicht vorhanden ist, besteht die Notwendigkeit, die Frage der Kraftbedarfssenkung durch technische Vervollkommnung der jetzigen Mähdrescherlösungen zu überprüfen. Messungen mit Hilfe einer elektronischen Meßeinrichtung (Abb. 11), die von Dipl.-Ing. Dolling im Institut für Landmaschinen der T.H. Braunschweig vor drei Jahren erstmalig in brauchbarer Form geschaffen wurde, haben uns einen Einblick in das Kraftbedarfsverhalten der einzelnen Mähdrescherwerkzeuge während des Feldbetriebes ermöglicht [2]. Diese Messungen sind außerordentlich aufschlußreich und geben uns wertvolle Fingerzeige, wo wir mit unseren Entwicklungsarbeiten ansetzen müssen, um zu kraftsparenden Mähdrescherkonstruktionen zu kommen. Über diese umfangreichen Messungen wird in Kürze ausführlich berichtet [6]. Hier soll zunächst nur eine Übersicht über verschiedene Einflußgrößen auf das Kraftbedarfsverhalten gegeben werden.

Der Kraftbedarf des Mähdreschers wird von den veränderlichen Eigenschaften des Dreschgutes, von der konstruktiven Ausführung und von der Erntetechnik stark beeinflusst. Es wären hierzu noch zahlreiche Einzelfaktoren zu nennen, die eine Rolle spielen. Den wesentlichsten Ansatzpunkt für Verbesserungen können wir aber aus einer wichtigen Feststellung ableiten, die bei diesen Untersuchungen getroffen werden konnte. Das ist die gleiche Erscheinung, die wir schon

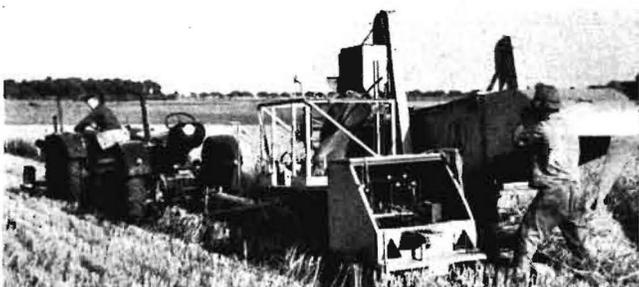


Abb. 11: Elektronische Meßeinrichtung zur Ermittlung des Zug- und Zapfwellenkraftbedarfes

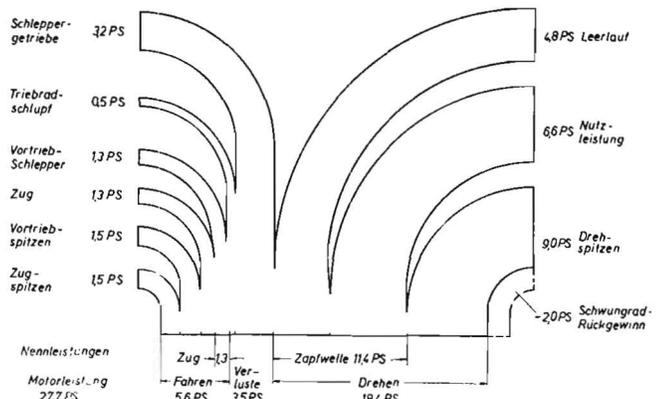


Abb. 12: Kraftbedarfsbilanz eines Kleinmähdreschers

als verantwortlich für das Verlustverhalten bezeichnet haben, nämlich die Ungleichmäßigkeit, mit der die Dreschorgane beaufschlagt werden. Die aufgeschriebenen Diagramme der Kraftbedarfsmessungen zeigen durchaus keine gleichbleibende Beanspruchung des Antriebsmotors, sondern kurzzeitige Belastungsspitzen, die weit über den Mittelwerten liegen. Diesen vorübergehenden hohen Beanspruchungen müssen die Antriebsmotoren gewachsen sein. Das bedeutet, daß große Kraftreserven bei den heutigen Mähdrescherkonstruktionen zur Verfügung stehen müssen, wie wir dies aus einer Kraftbedarfsbilanz in Abbildung 12 für einen Kleinmähdrescher von 4 Fuß Arbeitsbreite sehen. Bei einer erforderlichen Gesamt-Motorleistung von 27,7 PS müssen allein 9 PS für die Überwindung der Spitzenbeanspruchungen vorhanden sein. Wir könnten also mit einem 9 PS schwächeren Motor auskommen, wenn diese Spitzen nicht aufträten. Wahrscheinlich können wir kaum damit rechnen, solche Spitzen ganz zu vermeiden. Es erscheint aber nicht ganz aussichtslos, die Gesamthöhe der Spitzenbeanspruchungen wesentlich zu vermindern. Sollte das nur in einem Ausmaß von 4 bis 6 PS gelingen, dann könnten wir damit rechnen, 4 Fuß breite Mähdrescher zu erhalten, die mit 22- bis 24-PS-Radschleppern zu betreiben sind. Außerdem ließen sich sicherlich noch weitere Kraftbedarfsermäßigungen, allerdings in kleinerem Umfang, erwirken, wenn beispielsweise der Leerlaufkraftbedarf heruntersetzt werden könnte. Ein gewisser Abbau der Kraftbedarfsspitzen ist auch durch Anwendung eines größeren Schwungrades möglich, das im vorliegenden Fall zu einem Rückgewinn von 2 PS führt [6].

Um zu ermitteln, welche Maßnahmen dazu beitragen könnten, die Kraftbedarfsspitzen zu senken, wurden im Institut für Landmaschinenforschung Versuche durchgeführt, die klären sollen, welche Rolle die Tuchneigung des Förderelevators und die Drehzahl der Einlegetrömel spielen [7]. Aus den Versuchen, die wir im Stand durchgeführt haben, um Ungleichmäßigkeiten in der Beaufschlagung zu vermeiden, geht ganz eindeutig hervor, daß nur bei Einhalten einer bestimmten Tuchneigung und Drehzahl mit einem niedrigen Kraftbedarf zu rechnen ist (Abb. 13). Wie der Gesamtkraftbedarf beim Feldbetrieb aussieht, konnte in zahlreichen Messungen ermittelt werden. In Abbildung 14 sind beispielsweise die Ergebnisse von Kraftbedarfsmessungen an einem 8-Fuß-Selbstfahrer-Mähdrescher beim Ernten von Weizen enthalten. Im Diagramm ist der Nutzkraftbedarf aufgetragen, der zum Mähen und Dreschen aufgebracht werden muß, nachdem der Leerlaufkraftbedarf abgezogen wurde. Wir erkennen eine stetige Zunahme des Kraftbedarfes mit anwachsender Fahrgeschwindigkeit. Das gilt sowohl für die Kraftbedarfsmittelwerte wie für die Maximalwerte, die vorübergehend auftreten. In Abbildung 15 ist der gesamte Zapfwellen-Kraftbedarf für einen 4-Fuß-Längsfließmähdrescher bei der Verarbeitung von Weizen wiedergegeben. Der Leerlaufkraftbedarf beträgt etwa 5 PS. Wir sehen, daß die Mittelwerte im Höchstfall 10 PS erreichen, die Maximalwerte jedoch 20 PS, also doppelt so viel. Hieraus erkennen wir wieder die Notwendigkeit zur Verminderung der Kraftbedarfsspitzen.

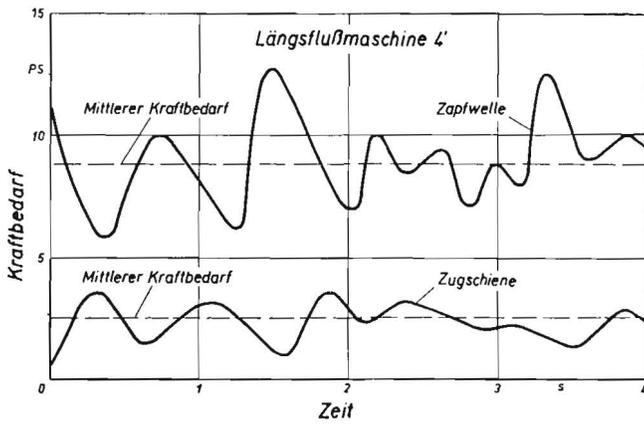


Abb. 18: Zapfwellenkraftbedarf und Zugkraftbedarf an einem 4-Fuß-Längsflußmähdrescher bei der Verarbeitung von Weizen gemessen

Kraftquellen, entweder eines Aufbaumotors oder eines zweiten Motors im Fahrgestell des Selbstfahrmähdreschers vermieden werden. Die Folge dürfte wahrscheinlich ein etwas gleichmäßigerer Dreschbetrieb sein. Ob diese verteuerte Maßnahme aber durch den sicherlich nicht so hoch einzuschätzenden Erfolg berechtigt ist, ist eine Frage, zu der wir endgültig nicht Stellung nehmen können.

Aufschlußreich ist ein Vergleich der Kraftbedarfsermittlungen an Mähdreschern verschiedener Bauart, von einer Längsflußmaschine und einer breit beschickten Maschine (Abb. 19). Das Diagramm gilt für Roggen

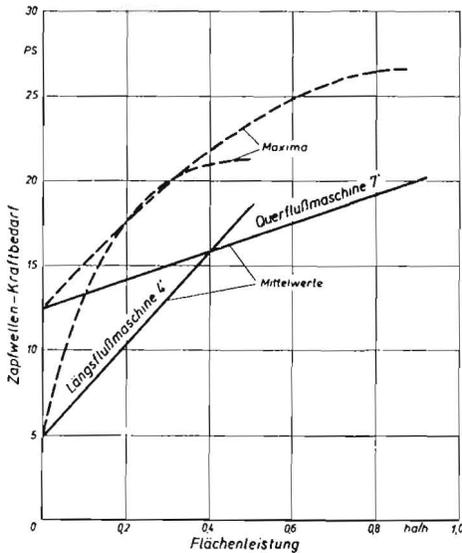


Abb. 19: Vergleich des Zapfwellenkraftbedarfes an einem 4-Fuß-Längsflußmähdrescher mit einem 7-Fuß-Querflußmähdrescher beim Verarbeiten von Roggen

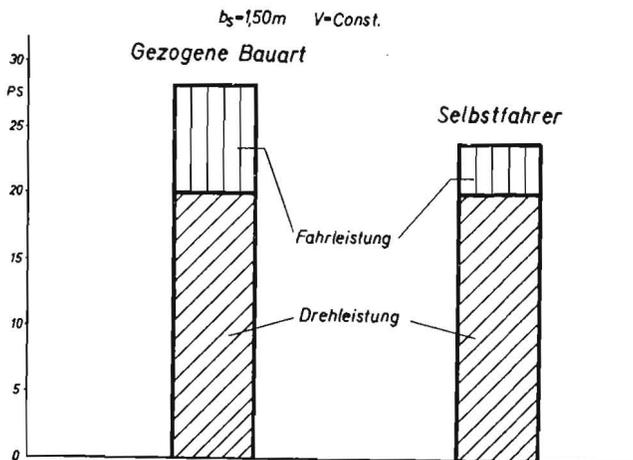


Abb. 20: Vergleich des Kraftbedarfes bei der Anhäng- und Selbstfahrbauart, $b_s = 1,50 \text{ m}$, $V = \text{Const.}$

und zeigt die Zapfwellenleistung mit ihren Mittel- und Höchstwerten, aufgetragen über der Flächenleistung oder, da es sich um Versuche auf dem gleichen Feld bei gleichem Getreide handelt, über der Körnerleistung. Bei diesem Versuch ergab der Längsflußmähdrescher entsprechend seinen kleineren Abmessungen recht gute Leistungen im Vergleich zum Querflußmähdrescher. Bei extrem langem Roggen spricht dagegen der Längsflußmähdrescher auf die größere Halm-länge etwas stärker an als der quer beschickte Mähdrescher. Dieser Vergleich bietet insofern Schwierigkeiten, als es sich um Maschinen mit ungleichen Größenabmessungen handelt. Er läßt aber erkennen, daß ein grundsätzlich verschiedenes Kraftbedarfsverhalten bei diesen Bauarten anzutreffen ist. Bestimmte Folgerungen in der einen oder anderen Richtung zu ziehen, wäre auf Grund der wenigen vorliegenden Versuchsergebnisse nicht gerechtfertigt.

Zuordnung der Drescheinrichtung zur Antriebsquelle und fahrzeugmäßige Anordnung

In dem Bemühen, preislich billige Mähdrescher zu schaffen, sind vor allem zwei Wege beschritten worden. Zunächst ist es die Vereinfachung des konstruktiven Aufbaues und die damit verbundene Gewichtsverminderung, die zu Mähdrescherkonstruktionen mit geringem Baugewicht geführt hat. Vergleichen wir den Anhängemähdrescher mit dem Selbstfahrer energiewirtschaftlich, dann scheidet der letztere besser ab (Abb. 20). Das ergibt sich einfach daraus, daß beim Selbstfahrer die Fortbewegung des großen Schleppergewichtes wegfällt und eine Fahrachse erspart wird.

Der andere Weg, der eine gewisse Aussicht bieten könnte, zu verbilligten Konstruktionen zu führen, sieht vor, den Dreschteil entweder als reinen Zusatzteil zu einer vorhandenen Mähwerks- und Fördereinrichtung zu verwenden oder Fahrzeugunterbauten vorzusehen, die in Form eines Trieb-satzes für mehrere Maschinen, beispielsweise auch für einen Feldhäcksler, eine Mäsenemaschine oder eine Baumwollerntemaschine, geeignet sind. Überprüfen wir zunächst den ersten Weg, der von uns schon 1952 auf seine Brauch-barkeit untersucht wurde (Abb. 21), dann finden wir hier als einzigen Vertreter dieses Baukastensystems neuerdings eine französische Konstruktion von Winterberger, bei der allerdings nicht die vollen Möglichkeiten ausgeschöpft sind, sondern lediglich die Kombination von Mähdrescher und Auf-sammelpresse verwirklicht wurde.

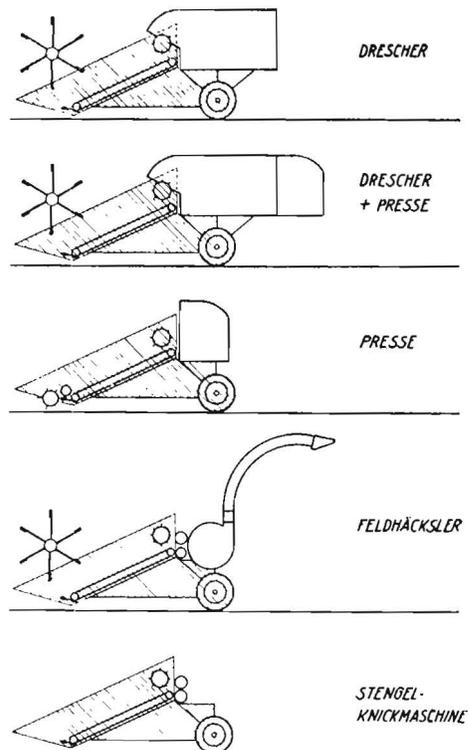


Abb. 21: Mähdrescher als Teil einer Baukastenreihe

Eine Übersicht über die gesamten Möglichkeiten, die bisher erörtert wurden und vielleicht auf ihre Verwirklichung zu prüfen wären, sind in Abbildung 22 gezeigt. Wir finden hier neben dem Anhängemähdrescher Drescheinrichtungen, die sich seitlich an den Schlepper anlehnen, sich auf diesen aufstützen, die Ausführung des Aufsatteln oder Aufbaus auf einen Triebssatz sowie die Selbstfahrerbauart mit einem Sonderfahrgestell. Das Anlehnen wurde von Holthaus (Abb. 23) versucht, das Aufsatteln von der französischen Firma Dhôtel, die beim Aufsattelschlepper allerdings eine besonders große Spurbreite in Kauf nimmt. Beim Erntemaschinenriebsatz, der schon vor Jahren (Abb. 24) in Amerika von Minneapolis-Moline mit Erfolg erprobt wurde, erkennen wir die Möglichkeit, verschiedene Verarbeitungsmaschinen auf einen im Grundaufbau einfachen Triebssatz zu setzen. Diese Lösungsmöglichkeit dürfte zukünftig sicherlich noch weiteres Interesse finden.

Bei den Selbstfahrmähdreschern ist eine Vervollkommenung des Fahrgestells zu beobachten. Die Verbesserungen beziehen sich vor allem auf die Fahreigenschaften der Maschine, auf eine sorgfältige Dimensionierung des Getriebes und der Triebäder mit großem Durchmesser, auf die Verwendung stufenloser Getriebe und von Flüssigkeitskupplungen mit hydraulischen oder elektrischen Hubvorrichtungen zur Erleichterung der Bedienung. Das in Abbildung 25 gezeigte Sonderfahrgestell für den Oliver-Selbstfahrer-Mähdrescher kann als eine glückliche Lösung angesehen werden. Hierbei handelt es sich um eine fahrzeugtechnische Aufgabe, um besondere Anforderungen an den Motorenbau und für den Dreschteil um Erfahrungen, die vor allem im Erntemaschinen- und im Dreschmaschinenbau gewonnen wurden. Mit dieser Feststellung ist auch die Schwierigkeit beleuchtet, die bei der Lösung einer guten Selbstfahrer-Konstruktion zu überwinden ist. Bisher galt es als besonders wichtig, Erfahrungen im Dreschmaschinenbau auszunützen. Wie wir aber schon vorher gesehen haben, ist der Dreschteil, also das, was der Trommel folgt, konstruktiv mehr oder weniger als gelöst zu betrachten und wesentlichen Verbesserungen kaum noch zugänglich. Das Schwergewicht der Entwicklung liegt vielmehr bei der Mäh- und Zuführvorrichtung und bei der Lösung der Antriebsfragen. Überlegungen dieser Art sind wichtig im Zusammenhang mit der zukünftigen Aufgliederung unserer Landmaschinenindustrie und der Zusammenarbeit zwischen Schlepper- und Mähdrescherfirmen, die fast notwendiger erscheint als eine solche zwischen dem Dreschmaschinen- und Erntemaschinenbau.

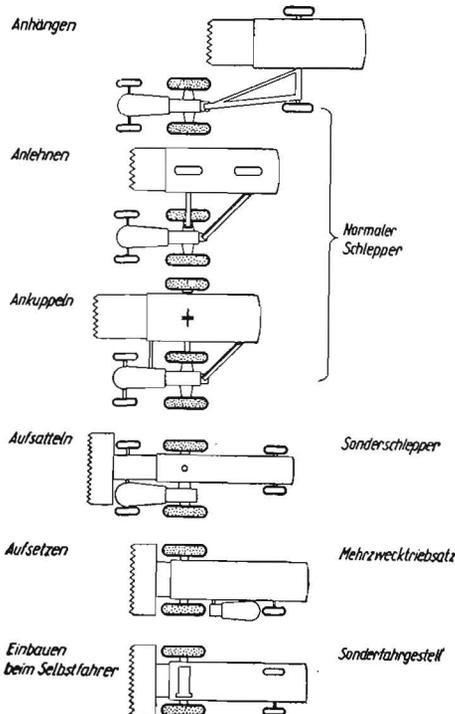


Abb. 22: Zuordnung der Drescheinrichtung zur Antriebseinheit

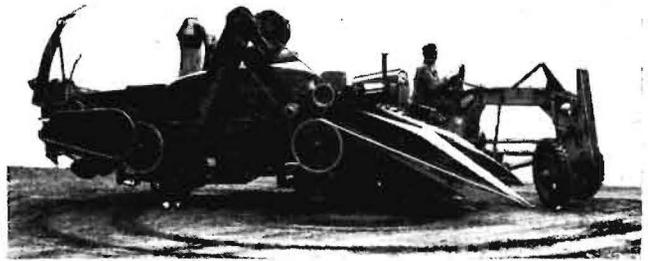


Abb. 23: Seitenwagenbauweise mit Anlehnen an den Schlepper beim Mähdrescher von Holthaus mit $3\frac{1}{2}$ Fuß Schnittbreite

Häckseldrusch

Wir können das Gebiet der Dreschtechnik nicht beurteilen, ohne auf die Aussichten und Möglichkeiten des Häckseldrusches einzugehen, eines Verfahrens, das seit 1951, seitdem es durch unsere Untersuchungen hoffähig und einem größeren Kreis der Landwirtschaft bekanntgemacht worden ist, mehr Anklang in den familienbäuerlichen Betrieben Süddeutschlands gefunden hat als der Mähdrescher. Es hat überall dort Bedeutung, wo das Stroh in gehäckselter Form dem in langer Form vorgezogen wird und wo es darauf ankommt, Leute zu sparen. Wird zusätzlich ein Körnergebläse verwendet, ist ein Dreschen mit nur einer Bedienungsperson bei einer Körnerleistung von 10 bis 15 dz/h möglich. Die vorhandene Dreschmaschine, die bei normalem Breitdrusch nur 8 bis 10 dz Körnerleistung aufweist, kann unter Umständen allein durch die gleichmäßige Beaufschlagung beim Häckseldrusch auf die oben genannte wesentlich höhere Leistung gebracht werden.

Das große Interesse der Landwirtschaft am leutesparenden Häckseldrusch hat erkennen lassen, wie dringend es über-

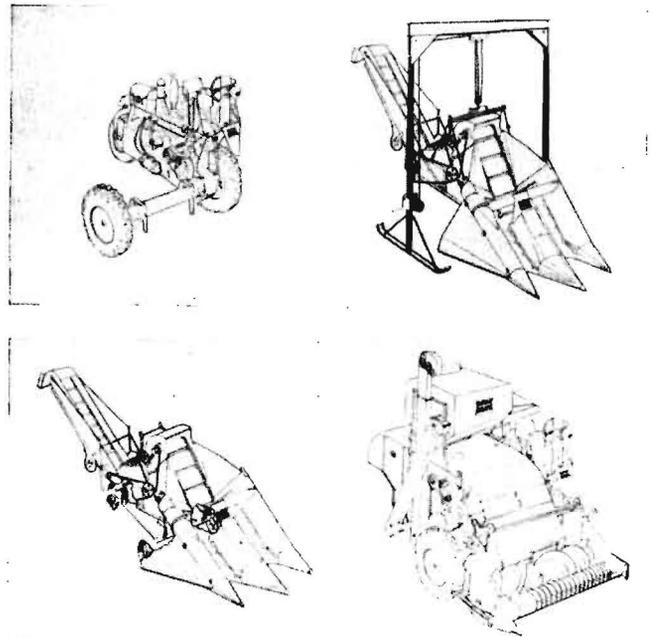
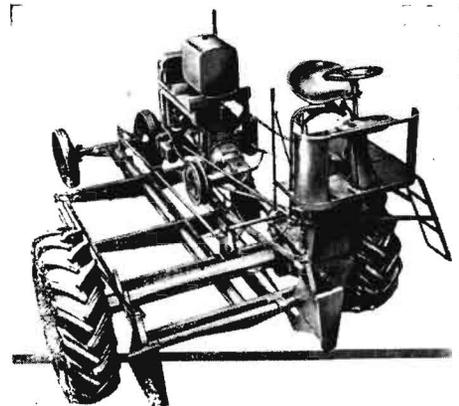


Abb. 24: Umbau von Maisernter auf Mähdrescher beim Erntemaschinenriebsatz von Minneapolis-Moline.

Abb. 25: Fahrgestell des Selbstfahrer-Mähdreschers Oliver



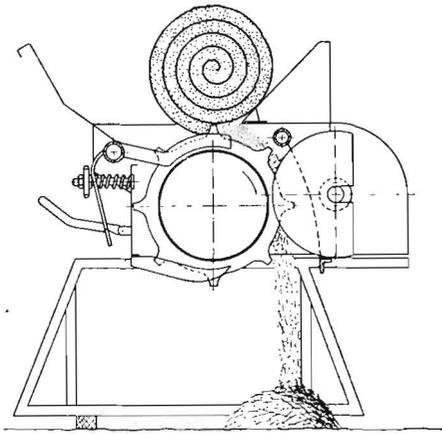


Abb. 26:
Arbeitsweise des nach dem Schälprinzip arbeitenden Schneideinlegers

haupt ist, Selbsteinlegevorrichtungen zum Aufschneiden und Auflösen der Garben auch für kleinere Maschinen zu entwickeln. Die konstruktiven Schwierigkeiten, die hier vorliegen, sind darin zu suchen, daß bei kleinen Dreschleistungen der Vorgang des Garbenauflösens auf eine längere Zeit ausgedehnt werden muß als bei großer Dreschleistung. Die Auflösung besonders gleichmäßig zu vollziehen, ist erst kürzlich möglich geworden durch die Entwicklung eines neuartigen Einlegerprinzips (Abb. 26), das wir als Schälprinzip bezeichnen möchten. Hierbei wird eine umlaufende Einlegertrommel verwendet, die mit feststehenden Greifern versehen ist. In einer besonders geformten Einlegermulde wird die parallel zur Trommel eingelegte Garbe allmählich regelrecht abgewickelt und abgeschält. Auf diese Weise kommt eine gleichmäßige Beaufschlagung der Dreschtrommel zustande. Die Garbe wird vorher durch ein Messer aufgeschnitten. Dieser Einleger hat sich durchaus bewährt, bedeutet aber für kleinere Maschinen immer noch eine verhältnismäßig starke Verteuerung. Mit einer größeren Verbreitung ist erst zu rechnen, wenn es gelingt, diese Konstruktion zu vereinfachen und zu verbilligen.

Bei Schmaldreschern haben wir schon länger gute Einlegerbauarten, die recht gleichmäßig arbeiten.

Die Zukunft der stationären Dreschmaschinen

Bei einer kritischen Betrachtung unserer heutigen stationären Dreschmaschinenkonstruktionen für den Hof- und Scheunendrusch können wir verschiedene Wünsche der Landwirtschaft

an die Dreschmaschinenindustrie übermitteln, vor allem einen grundlegenden Wunsch, diese Gattung von Maschinen in ihrer konstruktiven Weiterentwicklung nicht zu vergessen, wie wir es auf anderen Gebieten, vor allem bei gespannggezogenen Maschinen erleben. Eine Vernachlässigung der stationären Maschinen zugunsten der Mähdrescher erscheint in keiner Weise gerechtfertigt. Wir müssen vielmehr damit rechnen, daß zukünftig noch viele Tausende von stationären Dreschmaschinen gebraucht werden, weil nicht alle Betriebe in wenigen Jahren zum Mähdrescher übergehen können. Dabei müssen wir anerkennen, daß unsere stationären Dreschmaschinen seit 20 Jahren einen Stand der Entwicklung erreicht haben, der, wie ich es aus eigener Erfahrung weiß, wohl das Bestmögliche an Preiswürdigkeit bietet, das die Landwirtschaft je erwarten kann. Inzwischen haben sich aber die Zeiten insofern geändert, als wir manches vom Mähdrescherbau gelernt haben und als ein Zwang vorliegt, die Bedienung dieser Maschinen zu erleichtern, auch auf die Gefahr hin, daß sie einen höheren Preis erfordern. Ich möchte hier nur einige Wünsche der Praxis erwähnen.

Niedrigerer Kraftbedarf bei geringeren Dreschbeschädigungen

Schon in einer früheren Untersuchung von Dr. Finken zeller [8] ist auf die Bedeutung hingewiesen worden, die die Vermeidung des Körnerbruches und der Körnerbeschädigungen beim Dreschen hat. Wenn auch ein Teil des beschädigten Getreides als Futtergetreide verwertet werden kann, so ist es durchaus nicht notwendig, daß die Landwirtschaft diesen Nachteil hinnimmt. Es gibt Drescheinrichtungen, die mehr und solche, die weniger beschädigen (Abb. 27). Eine Beurteilung der Dreschtrommel nach Beschädigung war bisher aber nicht möglich, da es an einer Vergleichseinrichtung fehlte. Wir haben uns deshalb entschlossen, eine Einheitsdreschtrommel zu entwickeln und aufzustellen, die, ähnlich wie der Einheitsmotor zur Ermittlung der Oktan- und Cetanzahl dient, die Beschädigungsziffern nachweist. Hierbei spielt sicherlich das bei den Versuchen verwendete Getreide eine Rolle. Dieser Einfluß läßt sich aber ausschalten, wenn wir eine einheitliche Vergleichstrommel haben, wie sie ähnlich schon 1936 zum Vergleich der bei der DLG-Vergleichsprüfung beteiligten Kleindreschmaschinen von A. Gorsler und E. Petersen benutzt wurde. Mit einer derartigen Einheitsdreschtrommel ließe sich auch der Faktor der Dreschbarkeit bei den verschiedenen Dreschfrüchten festlegen. Wir wissen, daß es schwer und leicht zu dreschende Früchte gibt und daß wir im allgemeinen bei stationären Dreschmaschinen empfehlen, mit der halben Trommelumfangsgeschwindigkeit bei gleichbleibender Drehzahl der anderen Wellen zu arbeiten, wenn beispielsweise Hülsenfrüchte gedroschen werden sollen. Bei unseren Versuchen konnten wir feststellen, daß es auch bei den einzelnen Getreidesorten Unterschiede gibt und Drehzahlverminderungen möglich sind. So läßt sich Weizen wohl am schwersten dreschen, Roggen am leichtesten, Hafer und Gerste liegen dazwischen. Das bedeutet, daß wir bei diesen Getreidearten mit einer geringeren Trommeldrehzahl, also mit geringerem Kraftbedarf und mit weniger Beschädigungen dreschen können. Wenn bisher (Abb. 28) kein Gebrauch davon gemacht wird, die Dreschtrommel zu regeln, dann liegt es daran, daß wir derartige Regeleinrichtungen an stationären Dreschmaschinen im Gegensatz zu den Mähdreschern nicht kennen. Lediglich in Schweden hat man sich damit befaßt (Abb. 29) und den Hauptantrieb von der Trommelwelle weg auf eine besondere Vorgelegewelle gelegt, von der aus die Dreschtrommel und die übrigen Wellen für Schütler und Reinigungen angetrieben werden. Bei einer Änderung der Trommeldrehzahl braucht dann nur der Riemen zur Trommel umgelegt zu werden, ohne daß ein Riemenscheibenwechsel erforderlich ist. Bei Lohndreschmaschinen sollte eine derartige Einrichtung in solchen Gebieten wenigstens nicht fehlen, in denen mit dem Drusch von Hülsenfrüchten oft zu rechnen ist. Unsere Forderung geht jedoch viel weiter, nämlich stufenlos regelbare Drehzahlverstellungen bei allen Dreschmaschinen nach dem Muster der Mähdrescher vorzusehen. Ebenso erscheint es mir berechtigt, auch noch einmal die Möglichkeit

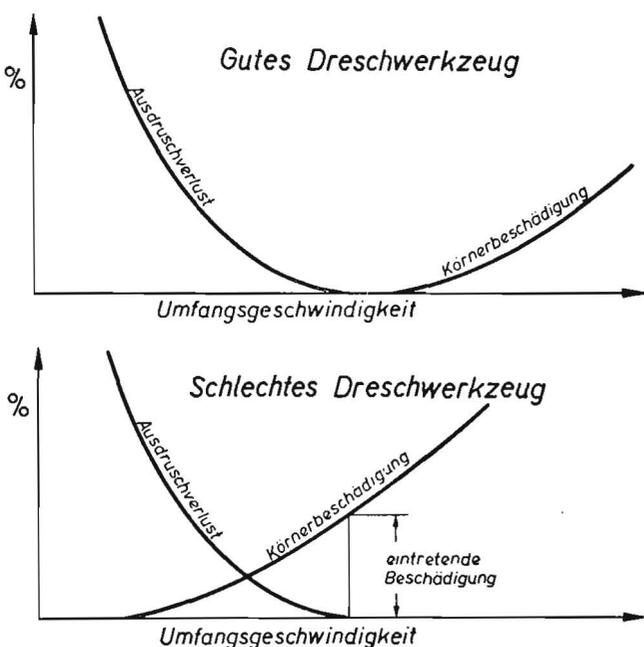


Abb. 27:
Beschädigungskennlinie bei einer guten und schlechten Dreschtrommel

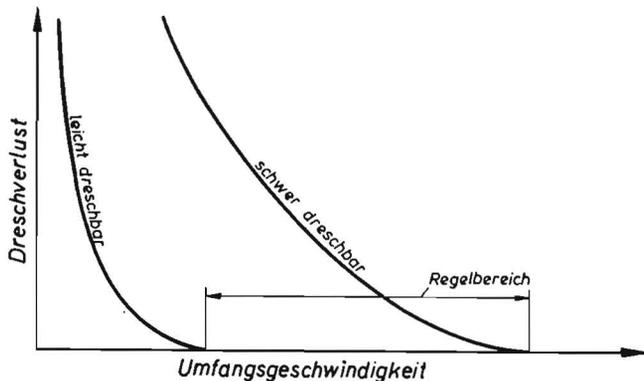


Abb. 28: Regelbereich für die Drehzahländerung der Dreschtrommel

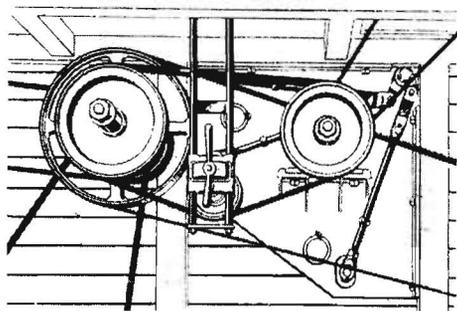


Abb. 29: Änderung der Trommeldrehzahl durch Verwenden von Stufenscheiben und einer zusätzlichen Vorlegewelle für den Hauptantrieb nach Bauart Thermoenius

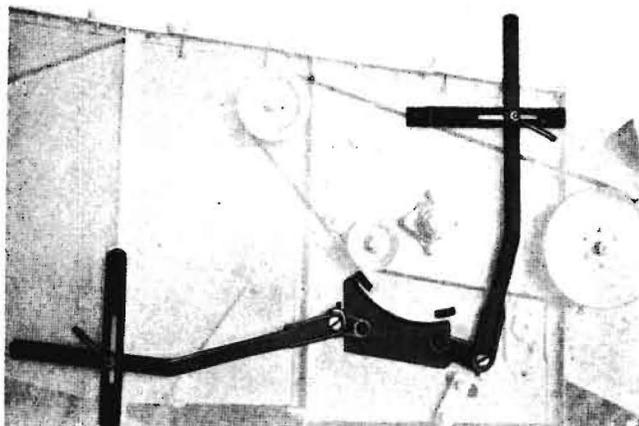


Abb. 30: Verstellen des Korbspaltes mit Sichtkontrolle nach Bauart Thermoenius

der Korbverstellung eingehender zu untersuchen. Eine besonders sorgfältig entwickelte Korbverstellung (Abb. 30), bei der die Korbweite und die Form des Dreschspaltes getrennt verändert werden können, finden wir gleichfalls bei einer schwedischen Maschine. Ob dies allerdings wesentliche Vorteile bringt, vermögen wir nicht zu sagen. Das bedarf einer eingehenden Prüfung mit Hilfe der Einheitsdreschtrommel.

Wie schon früher erwähnt, hat diese Drehzahlregelung auch den Vorteil, daß man durch Herabsetzen der Drehzahl erheblich an Kraftbedarf und damit an Strom sparen kann. Wir konnten dies beim Häckseldrusch nachweisen (Abb. 31 und 32). Es erwies sich, daß gehäckseltes Garbengut vollständig ausgedroschen werden kann, auch wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel um 41 % niedriger liegt als beim Breitdrusch. Das hängt teilweise damit zusammen, daß viele Körner schon durch den Häcksler ausgedroschen werden. Ferner fließt gehäckseltes Gut gleichmäßiger durch den Dreschraum zwischen Trommel und Korb als langes Gut, bei dem wesentlich größere Schlupfunterschiede zwischen Trommel und Dreschgut auftreten können. Im Kraftbedarf macht sich das so bemerkbar, daß durch die niedrigere Trommelumfangsgeschwindigkeit 47 % an Kraft gespart werden kann. Wenn auch bei den einzelnen

Getreidearten eine Senkung um 40 % der Umfangsgeschwindigkeit sicherlich nicht möglich erscheint, ist doch damit zu rechnen, daß wir zu Drehzahlverminderungen von mindestens 20 % kommen, bei sehr leicht zu dreschenden Früchten voraussichtlich von 50 %.

Auch beim Häckseldrusch ist eine Verminderung des Kraftbedarfes erwünscht, weil dieser durch das gleichzeitige Zusammenarbeiten von Gebläsehäcksler und Dreschmaschine sowie der hinter der Dreschmaschine aufgestellten Stroh- und Körnergebläse besonders hoch geworden ist. Das trifft übrigens nicht zu, wenn man den Kraftverbrauch auf den dz erdroschenes Getreide umrechnet. Dann liegt dieser niedriger als beim normalen Breitdrusch. Jede Ermäßigung des Kraftbedarfs beim Häckseldrusch wird aber die Verbreitung dieses Verfahrens fördern, das seit kurzer Zeit in ein völlig neues Stadium der Entwicklung getreten ist. Ich möchte in diesem Zusammenhang nur auf zwei Neuerungen hinweisen, die sich von dem Vorbild der stationären Dreschmaschine völlig losgelöst haben, das sind die Konstruktionen von Ley (Abb. 33) und Weinmar (Abb. 34). Im ersten Fall wird ein Schneidgebläse verwendet, bei dem zwischen Schneidvorrichtung und Schaufelrad ein kurzer Dreschzylinder mit Dreschrippen angeordnet ist. Eine hinter dem Schneidgebläse aufgestellte Strohaufbereitungsmaschine übernimmt nur die Aufgabe der Reinigung. Der Drusch selbst ist schon vom Schneidgebläse in aller Vollständigkeit vollzogen. Bei der Konstruktion von Rudolf Weinmar wird ein Gebläsehäcksler verwen-

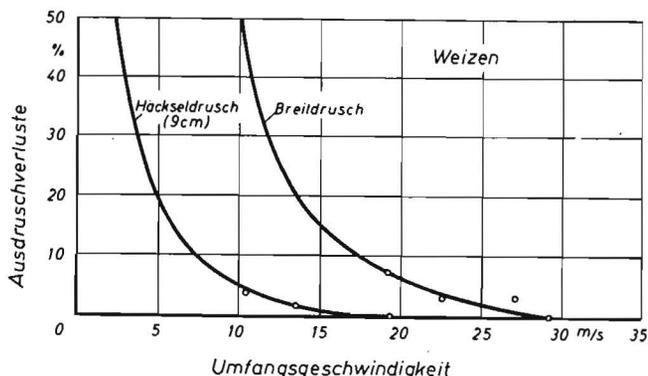


Abb. 31: Ausdruschverluste bei Breit- und Häckseldrusch

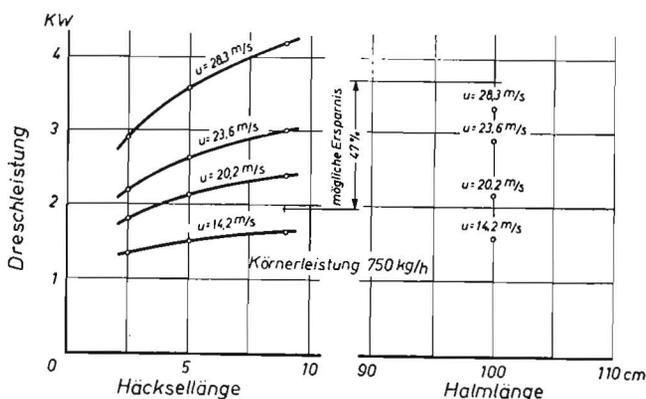


Abb. 32: Kraftbedarfsersparnis beim Häckseldrusch durch Senken der Trommelumfangsgeschwindigkeit

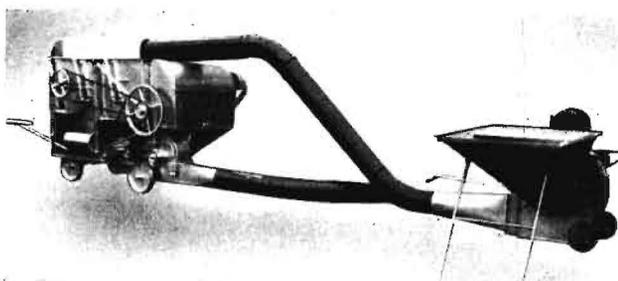


Abb. 33: Schneideinleger mit Nachdrescheinrichtung und dahinter aufgestellter Strohaufbereitungsmaschine



Abb. 34: Häckseldruscheinrichtung mit Nachdreschen durch Stifentrommel und Reinigen durch Plansichter

det, der das gehäckselte Garbengut in eine Nachdreschtrömel fördert. Von dort aus gelangt es in eine Aufbereitungsmaschine zur Gewinnung der Körner, die eine völlig neue Form aufweist. Die Anlage ist fest eingebaut, und zwar unter dem Dach, so daß die Dreschprodukte durch eigenes Gefälle nach unten gelangen.

Mit diesen beiden geschilderten Lösungen sind völlig neue Wege angedeutet, die in jüngster Zeit beschritten wurden. Wir können sicherlich damit rechnen, noch weitere neue Lösungen in Kürze zu erleben, die das gleiche Ziel haben, zu billigeren Maschinen mit niedrigerem Kraftbedarf zu kommen.

Strohzerkleinerung und Dreschtechnik

Zum Schluß sei hier noch eine kritische Betrachtung über das Häckseldruschverfahren im Vergleich zu anderen Dreschverfahren (Tab.) mit Strohzerkleinerung gestattet. Die Verwendung eines Schneideinlegers auf der Dreschmaschine wird häufig mit Häckseldrusch bezeichnet, obwohl es sich hier um ein seit Jahrzehnten bekanntes abgeändertes Breitdruschverfahren handelt. In der Vergleichstabelle finden wir dieses Verfahren unter 1. genannt, unter 2. das gleiche mit einer Anbaustrohprelle zur Verdichtung des grob geschnittenen Strohes, unter 3. die Verwendung eines Schneidgebläses zu einer Breitdreschmaschine mit da-

hintergestelltem Häckselgebläse, unter 4. ein Schneidgebläse mit Drescheinsatz nach Abbildung 33, unter 5. den normalen Häckseldrusch mit Gebläsehäcksler und hinter der Dreschmaschine aufgestelltem Häckselgebläse und schließlich unter 6. einen Stiftdrescher mit Selbsteinleger und nachfolgender Strohprelle nach Art des Stahllanz. Eine wesentliche Ersparnis an Lagerraum ergibt nur die kurze Häckselung oder das grobe Schneiden mit anschließender Verarbeitung durch die Strohprelle, wie wir es aber auch beim Stiftdrescher mit Selbsteinleger und Strohprelle finden. Die geringste Antriebskraft ergibt der Breitdrusch mit Schneideinleger und die höchste das Schneidgebläse mit Drescheinsatz und Strohaufbereiter. Der normale Häckseldrusch liegt etwas niedriger, nachdem es gelang, den Kraftbedarf der Dreschtrömel herabzusetzen. Der spezifische Kraftbedarf je dz gedroschenes Korn ist jedoch beim normalen Häckseldrusch am niedrigsten im Vergleich zu allen anderen Verfahren. Energiewirtschaftlich liegen hierbei durchaus die günstigsten Verhältnisse vor. Auf dem Gebiet der Dreschtechnik hat eine lebhaftere Entwicklung zu vielen für die Landwirtschaft wertvollen Neuerungen geführt, die dem Wunsche der Landwirtschaft nach Leuteersparnis, Arbeiterleichterung, Energieersparnis sowie Kostenverminderung Rechnung tragen. Wir befinden uns mitten in einem völligen Umstellungsprozeß, der noch einige Jahre den Dreschmaschinenbau und die Dreschmaschinenkonstrukteure in Atem halten wird. Dabei sollte neben der wichtigen Entwicklung von Mähdreschern die stationäre Dreschmaschine, der eine gleich günstige Zukunft gehört, nicht vergessen werden.

Schrifttum:

- [1] K.-H. Seibold: Die Verfahren der Mähdreschernte. Berichte über Landtechnik, Heft 42/1954.
- [2] C. Dolling: Der Drehmoment- und Leistungsbedarf von Mähdreschertrommeln im Feldbetrieb. Grundlagen der Landtechnik Heft 6/1955.
- [3] G. Segler: Der technische Stand des Mähdresches. Landtechnik Heft 10, 1953 S. 318—322.
- [4] G. Segler: Untersuchungen an Körnergebläsen und Grundlagen für ihre Berechnung. RKT-Schrift 55/1934.
- [5] G. Segler: Grundsätze der Gestaltung von Sammelerntemaschinen. ZVDI, Bd. 95, 1953, Nr. 5, S. 113—118.
- [6] C. Dolling: Der Leistungsbedarf von Mähdreschern. (Dissertation Braunschweig 1955.)
- [7] G. Degenhardt: Dreschvorrichtungen ausländischer Kleinmähdrescher. Grundlagen der Landtechnik, Heft 6.
- [8] R. Finkenzeller: Das Körnerbrechen beim Dreschen. RKT-Schrift 102/1941.

Tabelle: Vergleich der Dreschverfahren mit Strohzerkleinerung (Körnerleistung 15 dz/h)

Drescheinrichtung	Verfahren	Strohlänge	Ersparnis an Lagerraum	Antriebskraft	Erhöhte Ausnutzung d. Drescheinrichtung
		cm	%	PS	%
1. Schneideinleger und Breitdrescher	Breitdrusch	10—20	0—15	9	10
2. Schneideinleger, Breitdrescher und Strohprelle	Breitdrusch	10—20	60	11	10
3. Schneidgebläse, Breitdrescher und Häckselgebläse	Häckseldrusch	8—12	21—29	14—15	10—20*
4. Schneidgebläse mit Drescheinsatz und Strohaufbereiter	Häckseldrusch	8—12	21—29	14—16	10—20*
5. Gebläsehäcksler, Breitdrescher und Häckselgebläse	Häckseldrusch	4—8	29—46	12—14	50—80
6. Stiftdrescher mit Selbsteinleger und Strohprelle	Schmaldrusch	10—40	60	18	10*

* geschätzte Werte

Résumé:

Prof. Dr.-Ing. G. Segler: „Kritische Gedanken zur Konstruktion von Dreschmaschinen und Mähdreschern.“ In der Dreschtechnik sind erhebliche Veränderungen erfolgt. Die Binderernte wird zunehmend von der Mähdrescherernte verdrängt. Der Bau von Mähdreschern befindet sich in vollem Fluß der Entwicklung. Konstruktive Möglichkeiten der gleichmäßigen Zuführung des Dreschgutes, der Minderung der Kornverluste werden neben regeltechnischen Aufgaben behandelt. Außerdem schlägt der Verfasser eine gültige Definition der technischen Mähdrescherleistung vor. Für den Kleinmähdrescher werden konstruktive Wege der Senkung des

Kraftbedarfs aufgezeigt und die Forderungen einer engen Zusammenarbeit zwischen Mährescher- und Schlepperherstellern erhoben, um die günstigste Zuordnung der Drescheinrichtung zur Antriebsquelle zu erreichen. Eine andere Form neuzeitlicher Dreschtechnik ist im Häckseldrusch gegeben, der technisch durch ein neuartiges Einlegerprinzip weiter entwickelt werden konnte. Die Zukunft der stationären Dreschmaschinen wird als günstig angesehen, wenn es gelingt, durch Regelung der Dreschtrommeldrehzahl den Kraftbedarf zu senken und durch neuzeitliche Gestaltung der Dreschorgane Körnerbeschädigungen auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler: "Some Critical Ideas on the Design of Threshers and Combine Harvesters."

Many radical changes in threshing technique have taken place. The Self Binder is constantly being displaced by the Combine Harvester. Construction of Combine Harvesters is in full swing. Possibilities of improvements in design leading to an even regular feed to the thresher, and reduction in the corn lost in process are dealt with. The author, furthermore, makes suggestions concerning a precise definition of the efficiency of Combine Harvesters. Some constructive suggestions regarding reduction in power requirements for small Combine Harvesters are offered. It is also suggested that manufacturers of Combine Harvesters and agricultural tractors should cooperate more closely in order to obtain optimum results in the transmission of power to the Harvester. A further development in modern threshing technique is illustrated in chaff cutting, which could be further improved by the introduction of a new method of feeding. Future prospects of stationary threshing machines are considered as being good if it is possible to reduce power requirements by regulating the revolutions of the threshing drum and to limit damage to the grains by means of modernising the design of the various parts of the thresher.

Prof.-Dr.-Ing. G. Segler:

«Considérations critiques au sujet de la construction de batteuses et moissonneuses-batteuses.»

La technique de battage a subi des changements considérables. La récolte au moyen de la moissonneuse-batteuse l'emporte de plus en plus sur celle à l'aide de la moissonneuse-lieuse. La construction de moissonneuses-batteuses est en pleine évolution. L'article traite des possibilités constructives en vue d'une alimentation régulière du système de battage et d'une diminution des pertes de grains ainsi que des problèmes posés par un réglage approprié. L'auteur propose, en outre, une définition valable de la notion de rendement des moissonneuses-batteuses. Il indique des solutions constructives pour la petite moissonneuse-batteuse qui doivent réduire la consommation d'énergie. Il exige une collaboration étroite entre les constructeurs de moissonneuses-batteuses et ceux de tracteurs, afin de trouver la disposition la plus avantageuse du système de battage par rapport à la source d'énergie. Le battage des céréales préalablement hachées représente une autre forme moderne de la technique de battage. Le procédé a pu être amélioré techniquement grâce à un système d'engrenage nouveau. Les batteuses fixes pourraient avoir un développement heureux au cas où on réussirait à réduire la consommation en énergie par un réglage approprié du nombre de tours du batteur et à diminuer au maximum la cassure de grains par une conception moderne des organes de battage.

Ing. Dr. G. Segler, catedrático:

«Consideraciones críticas sobre la construcción de trilladoras y de cosechadoras-trilladoras.»

En la técnica de la trilla se han operado cambios notables, quedando sustituida cada vez más la cosecha con segadora — atadora por la con cosechadora-trilladora. La construcción de cosechadoras-trilladoras se encuentra en pleno desarrollo. Se habla de las posibilidades constructivas en la alimentación uniforme de las máquinas, de la reducción de pérdidas y de problemas de regulación. El autor propone también una definición obligatoria del rendimiento de las cosechadoras-trilladoras. Se dan indicaciones para la reducción de la energía necesaria en los modelos pequeños, exigiéndose una colaboración estrecha entre los fabricantes de cosechadoras y de tractores, con el fin de conseguir la adaptación más favorable entre ambas unidades. Otra forma moderna de la trilla se nos presenta en la trilladora-cortapaja que pudo perfeccionarse con el desarrollo de un nuevo procedimiento de alimentación. El porvenir de las trilladoras estacionarias se estima como favorable, siempre que se consiga reducir el gasto de energía por la regulación del número de revoluciones del tambor de trillar y el daño causado al grano por la introducción de nuevos elementos de trilla.

Dr. C. Heller:

Möglichkeiten und Aussichten der Mechanisierung der Vereinzelungsarbeiten bei Zuckerrüben

Institut für Landtechnik, Bonn

Im Zuge der landtechnischen Entwicklung ist es im intensiven Zuckerrübenbetrieb zu einem Mißverhältnis zwischen dem Arbeitsaufwand für die Pflege und für die Ernte gekommen. In der Ernte ist es heute möglich, durch den zweckmäßigen Einsatz neuer Erntemaschinen und die Anwendung der richtigen Ernteverfahren, den Arbeitsaufwand so weit zu senken, daß man vielfach mit den ständigen im Betrieb vorhandenen Arbeitskräften auskommen kann, während man in der Pflege nach wie vor auf der Stufe der Handarbeit steht. Dabei ist es nicht allein der hohe Arbeitsaufwand, der drückt, als vielmehr der Zeitdruck, unter dem die Arbeiten im Frühjahr oft stehen. Das führt dazu, daß für die Rübenpflege stets zusätzliche Arbeitskräfte erforderlich sind, die in Zukunft immer knapper werden. Alle Maßnahmen, die man daher im Frühjahr zur Erleichterung der Vereinzelungsarbeiten ergreift, müssen darauf abzielen, nicht nur den Arbeitsbedarf und die Arbeitsmühe zu senken, sondern gleichzeitig den Zeitdruck, unter dem die Arbeiten bislang stehen, zu verringern.

Man hat dieses Problem in den letzten Jahren von den verschiedensten Seiten angefaßt und zu lösen versucht. Neben der Anwendung bestimmter Saatgutformen und Säverfahren hat man andere Arbeitsverfahren für das Vereinzeln von Hand entwickelt. Darüber hinaus hat man versucht, das Vereinzeln selbst zu mechanisieren. Entsprechend der beiden ursprünglichen Arbeitsgänge beim Vereinzeln von Hand bieten sich auch für die Mechanisierung zwei Wege:

1. Mechanisierung des Verhackens
2. Mechanisierung des Verziehens

Der erste Weg, das mechanische Verhacken, ist technisch leicht durchführbar durch Querhacken mit der normalen Hackmaschine. Es ist daher auch der einzige bisher in der Praxis in nennenswertem Umfang verwirklichte Schritt zu

einer Mechanisierung der Vereinzelungsarbeiten. Jedoch hat dieses Verfahren einen dichten Bestand in der Reihe zur Voraussetzung, da sonst durch das willkürliche Stehenlassen der Horste zwangsläufig Fehlstellen in mehr oder minder großem Umfang auftreten. Aus diesem Grund ist man auch da, wo man zur Verwendung von einkeimigem Saatgut übergegangen ist, wieder von der maschinellen Querhacke abgekommen. Die notwendige dichte Pflanzenreihe ist nur mit einer entsprechend hohen Saatstärke zu erzielen. Das bedeutet auf der anderen Seite aber, daß in der Mehrzahl der Horste die Pflanzen außerordentlich dicht stehen. Das spätere Verziehen, die an sich schon schwere und anstrengendere Arbeit, ist also durch die Querhacke noch zusätzlich erschwert. Es ist also eine Sackgasse, die nicht zum Ziel führt!

Das gleiche gilt für all die Verfahren, die in Längsrichtung ein Verhacken des Bestandes vornehmen. Auch hier erfolgt das Stehenlassen der Horste willkürlich und die Gefahr der Fehlstellen ist nur durch eine entsprechend hohe Saatstärke aususchalten.

Um diese Gefahr der Fehlstellen auch in aufgelockerten Beständen gering zu halten, ist man in USA zu einem Verfahren gekommen, bei dem nicht gleich auf die gewünschten Endbestände in der Reihe verhackt wird, sondern auf kleinere Abstände. Man hat somit eine gewisse Reserve an Pflanzstellen und kann Fehlstellen weitgehend wieder ausgleichen. Es handelt sich bei diesen Geräten um rotierende Hacksterne, die durch Veränderung der Zahl und Breite der Hackmesser in ihrer Arbeit dem jeweiligen Ausgangsbestand angepaßt werden können.

In Frankreich ist man in der Entwicklung der mechanischen Vereinzelungsgeräte noch einen Schritt weiter gegangen. Man wollte die mit der Willkür der Hackarbeit verbundenen