

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTL)
LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG (LAV) IM VDMA
MAX-EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK (MEG)

Heft 3/1967

MÜNCHEN

17. JAHRGANG

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer:

Untersuchungen an Schneidvorrichtungen im Ladewagen

Landtechnik Weihenstephan

1. Einführung

Mit Hilfe des Ladewageneinsatzes konnten die Lade- und Transportprobleme der Halmguternte in vielen Betrieben bereits weitgehend gelöst werden. Durch die mit großer Leistung herangeschafften Futtermengen stiegen jedoch die Anforderungen an die Arbeitsvorgänge des Abladens, Weiterförderens und Fütterns.

Zwar brachte der Ladewagen auch hier gegenüber den bisherigen Langgut-Ladegeräten wie Fuderlader und Frontlader spürbare Vorteile, weil die meisten Förderorgane im Ladewagen den Ladeschwad in einzelne Portionen zerreißen und die Wagenladung daher beim Abladen nicht vollständig zusammenhängt. Aber erst durch die Entwicklung von Schneidvorrichtungen im und nach dem Förderkanal des Ladewagens war es möglich, manche Abladevorgänge, insbesondere die Zuteilung in Stetigförderer entscheidend zu verbessern. Auch die neuen Dosiergeräte für Ladewagengut sind zumeist auf vorgeschchnittenes Material angewiesen.

Daher werden Schneidvorrichtungen zunehmend eingebaut und auch von der Praxis fast ausnahmslos und mit Vorteil verwendet, zumal ihr Preis im Verhältnis zum Erfolg sehr

niedrig ist. Manche Firmen liefern bereits 90 % ihrer Ladewagen mit Schneideinsatz aus; hinzu kommt noch die laufende Nachrüstung. Von den in der KTL-Typentabelle [1] enthaltenen ca. 140 Ladewagentypen können nur 17 nicht mit Schneidvorrichtung geliefert werden, wobei es sich vorwiegend um Sonderbauarten handelt, die in der Praxis wenig verbreitet sind.

Schneidvorrichtungen im Ladewagen haben — wenn man einmal vom Häckselladewagen mit eingebauter Exakthäckseleinrichtung absieht — nicht die Aufgabe, ein möglichst kurzes und dem Exakthäcksler vergleichbares Gut herzustellen. Sie sollen vielmehr durch streifenweises Auftrennen der Wagenladung dafür sorgen, daß diese beim Abladen locker auseinanderfällt und verteilt werden kann. Das vorgeschchnittene Ladewagengut ähnelt daher weder Exakthäckler- noch Schlegelfeldhäckslermaterial, sondern ergibt eine völlig andere Struktur, die vorwiegend aus einzelnen, deutlich voneinander getrennten „Paketen“ besteht (Bild 1).

Mit Ausnahme der Förderschnecke können alle Förder-systeme, also Förderschwinde, Schubstange, Rechenkette und Fördertrommel mit Schneidvorrichtungen kombiniert werden (Bild 2 bis 8). Der kleinstmögliche Messerabstand schwankt dabei zur Zeit von ca. 120 bis 500 mm.

2. Anforderungen an Schneidvorrichtungen

Eine der Haupteigenschaften des Ladewagens besteht darin, daß er Futter mit hoher Leistung schonend lang und unzerkleinert laden kann. Dies muß auch beim Ladewagen mit



Bild 1: Einwandfrei geschnittenes Ladewagengut (Streifen völlig getrennt, Struktur bleibt auch nach dem Laden erhalten)

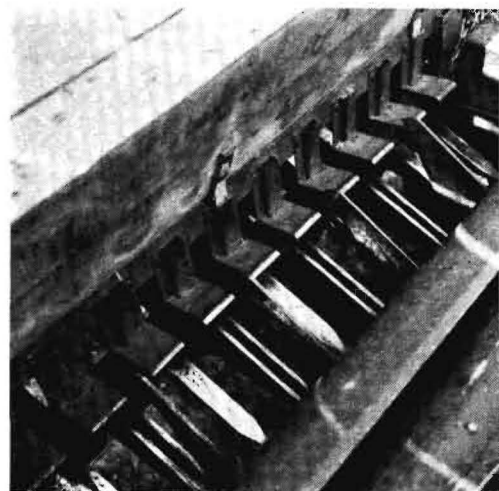


Bild 2: Einteilige Förderschwinde, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, System I

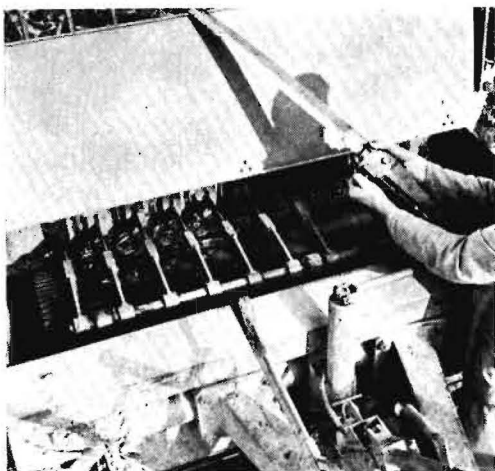


Bild 3: Einteilige Förderschwinde, Schneidvorrichtung mit bewegten Messern über dem Förderkanal (Sägegatterprinzip), Messer leicht auswechselbar, System III

Schneidvorrichtung möglich bleiben, das heißt, die Messer müssen leicht, schnell und ohne Werkzeug von einer Arbeitskraft auszubauen sein, um gegebenenfalls Grünfutter, Rübenblatt und vor allem Strohbunde ohne Schneidvorrichtung laden zu können. Diese Forderung wird zur Zeit noch nicht immer erfüllt, oftmals sind die Messer mit Schrauben an unzugänglichen Stellen befestigt und zum Ein- und Ausbau werden 2 Personen benötigt.

Weiterhin muß die Messerzahl, also der Messerabstand (im folgenden auch Schnittlänge genannt) ebenso leicht und schnell variiert werden können, da man je nach Futterart, Verwendungszweck und Fördergerät mehr oder weniger kurz schneiden möchte. So reicht beispielsweise bei Heu und Greifereinlagerung eine Schnittlänge von 300 bis 400 mm aus, während man bei Silofutter und Gebläseeinlagerung auf 150 bis 200 mm heruntergeht, um die spätere Handentnahme zu erleichtern. Bei Gebläsehäckslereinsatz hingegen führt sehr kurzes Vorschneiden zu Überlängen beim Nachhäckseln durch Querlegen der Halme im Häckslermundstück; hier hat sich daher ein Messerabstand im Ladewagen von 200 bis 250 mm bewährt. Es ist also keinesfalls so, daß man in allen Fällen mit möglichst kurzen Schnittlängen arbeiten sollte, es hat sich sogar gezeigt, daß es mit den derzeitigen Ausführungen nicht sinnvoll ist, Messerabstände unter 120 bis 150 mm (je nach Schneidsystem) anzustreben.

Eine weitere Forderung ist die Exaktheit des Schnittes, das heißt, die Futterportionen sollten restlos durchgetrennt werden und nicht noch an einzelnen Halmen zusammenhängen. Andernfalls treten trotz geringem Messerabstand die bekannten Schwierigkeiten beim Zuteilen in Stetigförderer auf.



Bild 4: Einteilige Förderschwinde, Schneidvorrichtung mit feststehenden und nicht angetriebenen, rotierenden Messern, System IV

Obwohl es sich herausgestellt hat, daß die Messer der Schneidvorrichtung im Ladewagen teilweise außerordentlich lange Standzeiten haben (50 Wagenladungen und mehr), sollte die Schneidenausbildung ein leichtes Nachschleifen ermöglichen.

Schneidvorrichtungen im Ladewagen sollten weiterhin mit möglichst niedrigem Leistungsbedarf auskommen und vor allem nicht zu hohe Drehmomentspitzen verursachen. Dies gilt verstärkt für solche Ladewagen, bei deren Entwicklung man nicht mit dem späteren Einbau einer Schneidvorrichtung gerechnet hat. Aber auch mit Rücksicht auf die in vielen Ladewagenbetrieben noch häufig vorhandenen leistungsschwachen Schlepper muß ein gleichmäßiger Drehmomentverlauf angestrebt werden.

Diese Anforderungen deuten gleichzeitig auch die Probleme an, die bei Konstruktion und Einsatz von Schneidvorrichtungen bestehen. Auch heute noch wird bei der Entwicklung von Schneidvorrichtungen vielfach empirisch verfahren, wenn wichtige Konstruktionsunterlagen und Maßwerte fehlen. Lösungen, die sich in der Praxis als nicht funktionsfähig erweisen, und nach kurzer Zeit wieder vom Markt verschwinden müssen, sind zuweilen die Folge. Daher wurde den Schneidvorrichtungen innerhalb der gesamten Ladewagenuntersuchungen an der Landtechnik Weihenstephan ein besonders breiter Raum eingeräumt. Die rasche Verbreitung des Ladewagens, und besonders in jüngster Zeit der Schneidvorrichtungen, machte ein schnelles, auf den derzeitigen Entwicklungsstand abgestimmtes Vorgehen erforderlich. Obwohl diese Untersuchungen noch keineswegs abgeschlossen sind, soll daher schon jetzt über die wichtigsten Erkenntnisse berichtet werden, um Maßstäbe und Größenordnungen anzudeuten und Anregungen für weitere Arbeiten auf diesem Gebiet zu geben.

3. Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung war im Wesentlichen durch die unter 2. aufgestellten Anforderungen an Ladewagen mit Schneidvorrichtung bestimmt:

- Ermittlung des erforderlichen Zapfwellen-Leistungsbedarfes, des Drehmomentenverlaufs und der Drehmomentspitzen.
- Funktions- und Eignungsprüfung an verschiedenen Ladegütern.

Daneben galten die Untersuchungen einer möglichen Senkung des Leistungsbedarfes, weshalb in diesem Zusammenhang noch der Einfluß der Schnittlänge (Messerabstand), des Schnittwinkels (Winkel zwischen Messer und Förderebene) und der Hubfrequenz ermittelt wurden. Zur Aufstellung der prozentualen Leistungsaufnahme war weiterhin der Einfluß der Wagenladung zu klären.

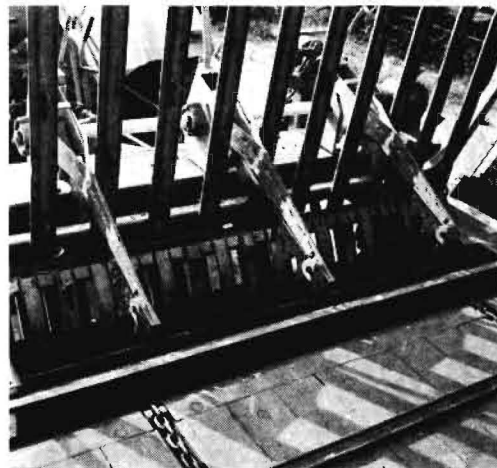


Bild 5: Gesteuerte Fördertrommel, Schneidvorrichtung mit bewegten Messern (Doppelmesser-Schneidwerk), System 4*

Dabei erfolgte die Beurteilung der Schneidsysteme über ausgeführte Konstruktionen, mit dem Nachteil, daß diese nicht immer optimal ausgebildet waren.

4. Versuchsanordnung

Zur Beurteilung von Schneidvorrichtungen ist die Kenntnis der Funktion, des Einbaus im Ladewagen sowie des Leistungsbedarfs (und Drehmomentenverlauf) erforderlich. Der Gesamtleistungsbedarf eines Ladewagens mit Schneidvorrichtung läßt sich grob in

- Förderleistung (zum Laden)
- Schneidleistung (zum Schneiden)
- Preßleistung (zum Ausladen des Wagens)

unterteilen. Die wesentlichen Einflußgrößen wurden schon an anderer Stelle behandelt [2], so daß nachfolgend nur die des Schneidleistungsbedarfs angeführt werden sollen: Schnittart, Schnittgeschwindigkeit, Schnittwinkel, Schnittlänge, Anschlag, Watenwinkel, Lage des Schneidwerkes zum Förderorgan.

Zur Schnittlänge sei noch gesagt, daß bei den Schneidvorrichtungen im Ladewagen im Gegensatz zum Feldhäcksler die Anzahl der Messer unwichtig ist. Entscheidend ist die Anzahl der Schneidstellen, d. h. wie oft das Material tatsächlich geschnitten wird. Bei der heute üblichen Schwadbereitung werden bei Grüngut nur 70—80 cm und bei Rohgut bis 1 m der Schneidvorrichtung belastet.

Hinsichtlich der Schnittart sind zu unterscheiden:

- a) feststehende Messer
- b) bewegte Messer

wobei mehr oder weniger exakt schneidende Häckselaggregate (Häckselladewagen) ausgeklammert bleiben. Kombinationen von a) und b) sind ebenfalls anzutreffen, eine befindet sich im Versuchsprogramm (System IV, Bild 4).

Die Zuordnung von Schneidvorrichtung und Förderkanal ist durch a) und b) bestimmt. Feststehende Messer sind allgemein im Förderkanal angeordnet, wodurch das Material portionsweise geschnitten wird. Demgegenüber liegen bewegte Messer über dem Förderkanal, das Material wird zu einem Materialstock vorgepreßt und erst dann geschnitten. Die untersuchten Schneidvorrichtungen sind in den Bildern 2 bis 6 und Bild 9 dargestellt. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde das mit 65 % überwiegende Fördersystem — Förderschwinge [1] mit röm. und die anderen Fördersysteme mit arab. Ziffern bezeichnet.

System I: Einteilige Förderschwinge mit feststehenden Messern, Schnittwinkel 45° und im letzten Bereich 15° . Schnittlänge bzw. Messerabstand 30 cm. (Messer erwies sich als etwas zu kurz, Durchlaß von ungeschnittenem Material). — Bild 2

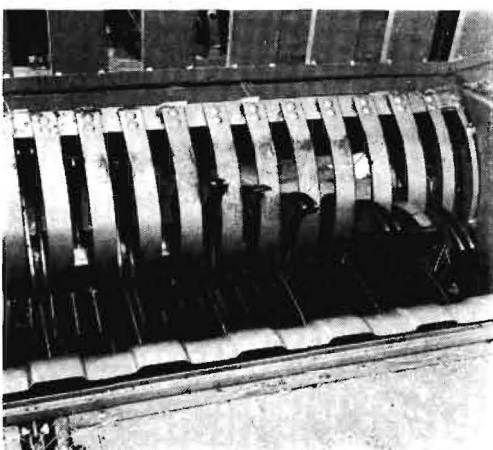


Bild 6: Ungesteuerte Fördertrommel mit schraubenartig versetzten Mitnehmern, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, System 4



Bild 7: 6-teilige, lange Schubstange, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern

System III: Förderschwinge mit hin- und hergehenden Messern (Sägegatterprinzip) über dem Förderkanal, direkter Antrieb der Messer durch Förderschwinge, Messerabstand 24 cm. — Bild 3

System IV: Förderschwinge mit kombinierten, feststehenden und bewegten (rotierenden) Messern; Messerabstand 24 cm, rotierendes Messer jedoch nicht angetrieben (siehe hierzu auch Abschnitt 6.1.). — Bild 4

System 4: Ungesteuerte Fördertrommel mit feststehenden Messern, Schnittwinkel 0° — 30° , Messerabstand 20 cm. — Bild 6

System 4*: Gesteuerte Fördertrommel mit über dem Förderkanal liegendem Doppelmesser-Schneidwerk. Einstellbarer Schneidwerkabstand 48 cm, Schneidwerke können herausgeklappt werden und sind abgefedert (Bild 5).

Die auf Bild 9 angegebene Fördergeschwindigkeit v_F bezieht sich auf den durch Kreise begrenzten Bereich der Förderkurve (Antriebsdrehzahl 580 Upm).

Die Versuchsanstellung ist in Bild 10 dargestellt und entspricht derjenigen früherer Ladewagenversuche [2; 3]. Zur möglichst guten Vergleichbarkeit der Meßergebnisse wurde ein Großteil der Versuche auf einer Prüfbahn durchgeführt. Der Drehmomentmeßwert war allgemein mit 8 Hz gefiltert. Damit wurde die Auswertung der Meßschriebe wesentlich erleichtert. Hochfrequente Drehmomentspitzen lagen z. T. bis zu 50 % über den registrierten Meßwerten.



Bild 8: Rechenkette, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, leicht ausschwenkbare Messer

Material: Luzerne
(15 - 18% TM) **Durchsatz:**
40,2 t/h **Schnittlänge (Messerabstand):**
cm

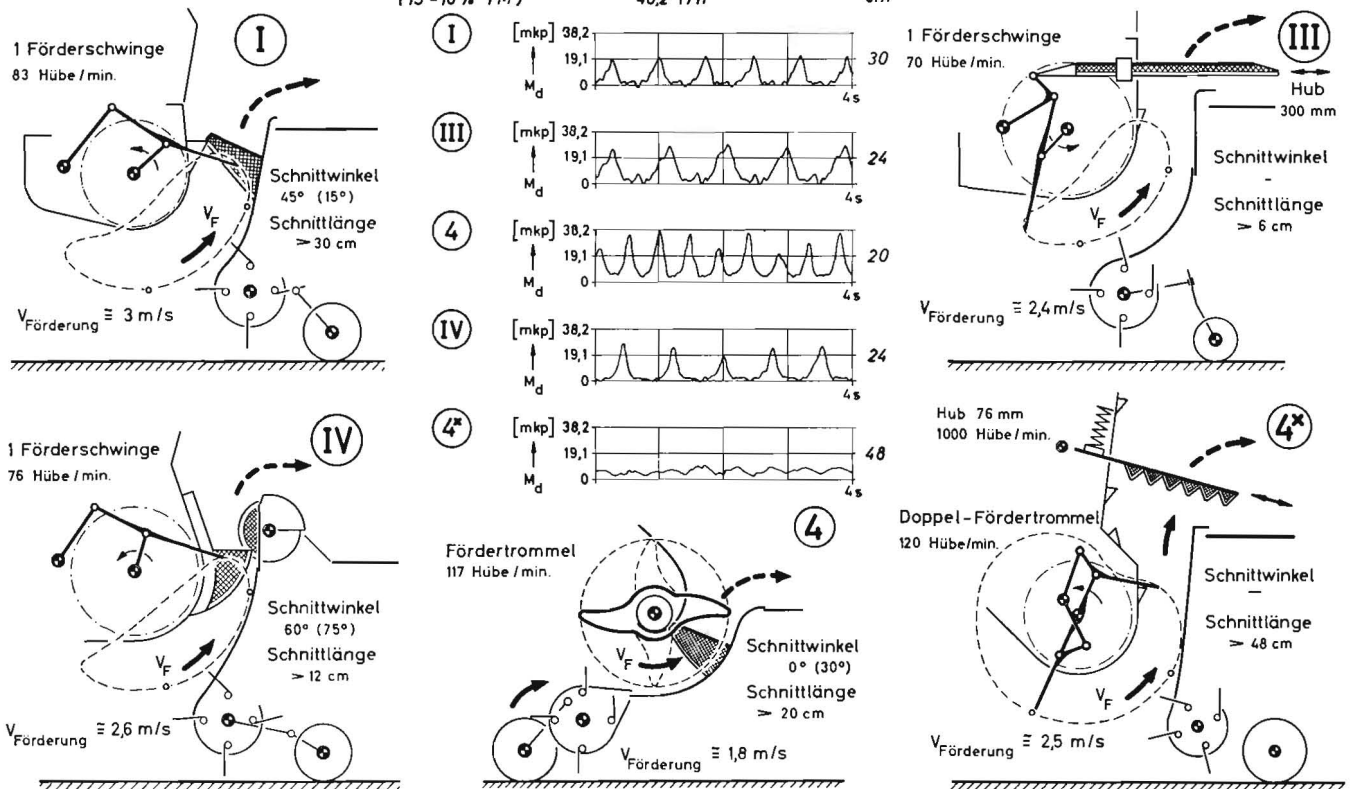


Bild 9: Untersuchte Schneidvorrichtungen (Schneidsysteme), deren Zordnung zum Förderkanal und die charakteristischen Drehmomentverläufe

Die verwendeten Materialarten waren Gras, Luzerne, Stroh, Heu und Silomais; die TM-Gehalte sind jeweils angegeben. Zur Ermittlung des Leistungsbedarfes in Abhängigkeit vom Durchsatz sowie der Einflußgrößen wurde zur Einhaltung der Randbedingungen überwiegend Luzerne geladen und geschnitten.

Sowohl auf dem Feld als auch auf der Prüfbahn war die Zuordnung von Antrieb, Ladewagen und Meßwagen gleich. In den Feldmessungen wurde im wesentlichen der Zapfwellenleistungsbedarf bei Ausladung des Wagens bestimmt, während die Untersuchung der verschiedenen Einflußfaktoren auf der Prüfbahn erfolgte. Der Vorteil lag dabei in der Möglichkeit eines stets gleichen Schwads, nämlich gleiche Konsistenz des Materials, konstante Schwadlänge von 20 m, konstante Schwadstärke (Luzerne, Gras = 8 kg/m und Stroh = 2 kg/m) und gleiche Schwadform von 80 cm Breite und 40 cm Höhe (das Schwad wurde gleichmäßig in 2,5 m-Abschnitten bereit). Die Änderung des Durchsatzes erfolgte praxisnah über die Fahrgeschwindigkeit. Die Antriebsgelenkwelle hatte fast ausschließlich Z-Beugung, wobei die Gelenkwellenabknickung unter 15° lag. Deshalb kann der Fehler infolge der Leistungsübertragung vernachlässigt werden. Ein Vergleich der allgemein als Überlastkupplung verwendeten Nockenradsche mit einer Reibkupplung ergab für die Reib-

kupplung beim Ansprechen ein geringeres konstantes max. Antriebsdrehmoment.

Die zur Beurteilung aufzunehmenden Meßgrößen waren:

- Wagenladung
- Ladezeit
- Antriebsdrehmoment (Zapfwelle)
- Antriebsdrehzahl

Aus diesen Größen lassen sich dann der Durchsatz (Ladeleistung) und der Zapfwellenleistungsbedarf (Kraftbedarf) errechnen. Bei den Feldversuchen wurde die Wagenladung mit einer Fuhrwerkswaage bestimmt, während sie sich bei den Prüfbahnversuchen aus dem Schwadgewicht ergab.

Die Ladezeit wurde mit der Stoppuhr gemessen.

Die Aufnahme des Zapfwelldrehmomentes erfolgte mittels industriell gefertigter Drehmoment-Meßwelle (Vollbrücke), die Verstärkung, Registrierung und Stromversorgung befanden sich in einem bereits ausführlich beschriebenen Meßwagen [4].

Vorfahrt- geschwindigkeit	Antrieb	Ladewagen	Meßwagen mit Stromversorgung
[km/h]	40 PS-	Lademenge [kg,t]	Integrator
1,93	Schlepper	Ladezeit [min,s]	Drehmom.-Schreiber
3,49	Zapfwellen-	Schwadlänge [m]	Drehzahl-Kontrolle
5,02	drehzahl:		Papiergeschwindigkeit
6,38	580 Upm		10/25 [mm/s]
	Gelenkwellen-		
	abknickung: < 15°		



Bild 10: Versuchsanordnung der Ladewagen-Untersuchungen

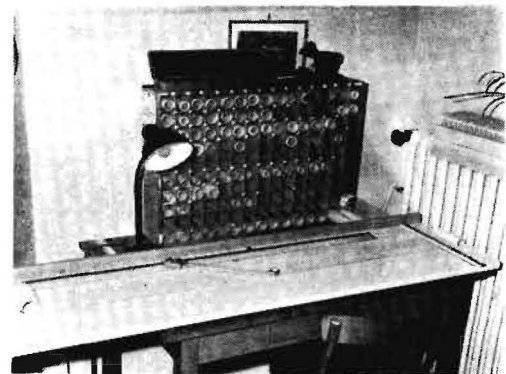


Bild 11: Auswertplatz mit Linearplanimeter

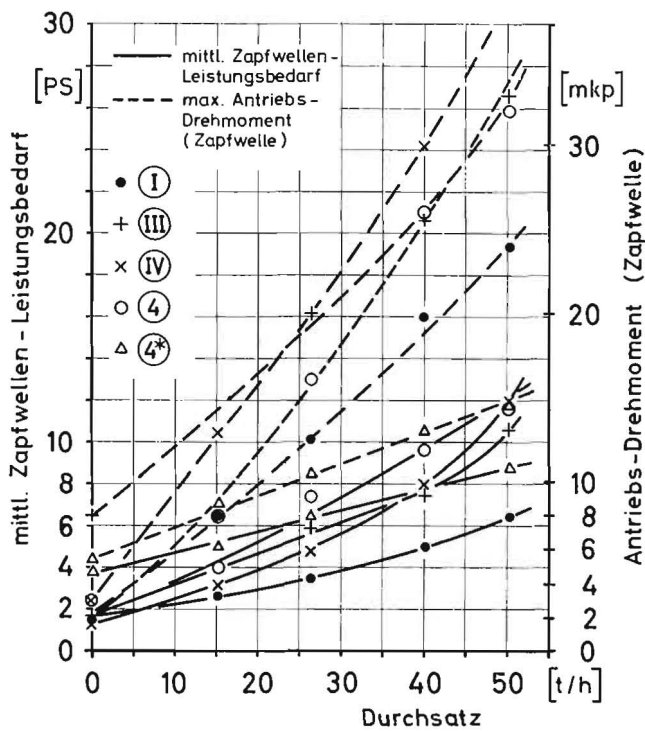


Bild 12: Zapfwellenleistungsbedarf und Antriebsdrehmoment der untersuchten Schneidsysteme in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

5. Versuchsergebnisse

Die Mittelwerte der Meßgrößen wurden zum überwiegenden Teil durch Ausplanimetrieren von Hand gebildet (Linear- und Polarplanimeter), Bild 11, zuletzt durch den Einsatz eines Integrators während der Messung [5]. Letzteres hat sich bereits in der kurzen Einsatzzeit bewährt und scheint in Zukunft für die Ermittlung des erforderlichen Zapfwellen-drehmomentes sehr gut geeignet. Zur Bestimmung des mittleren max. Drehmomentes wurden die deutlich sichtbaren Drehmomentenspitzen ebenfalls gemittelt. Der Durchsatz in t/h errechnet sich aus der Lademenge durch die Ladezeit, der Zapfwellenleistungsbedarf N_{zw} nach der bekannten Beziehung $M_d \cdot n / 716,2$.

Die Belastungsart (Drehmomentverlauf) der untersuchten Ladewagen wird weitgehend durch das Fördersystem bestimmt. Die beträchtlich niedrigeren Drehmomentenspitzen des Schneidsystems 4* beruhen wesentlich auf der Abfederung des Schneidwerks. Dies drückt sich auch durch den flachen Verlauf des max. Zapfwelldrehmomentes in Bild 12 aus.

Der erforderliche Zapfwellenleistungsbedarf und die Drehmomentenspitzen der untersuchten Schneidvorrichtungen sind für Grüngut (Luzerne 15–18 % TM) in Bild 12 in Abhängigkeit vom Durchsatz aufgetragen. Eine Beurteilung der Schneidvorrichtungen ist infolge der aus Bild 9 ersichtlichen unterschiedlichen Randbedingungen, wie unterschiedlichem Schnittwinkel, Messerlage und insbesondere Messerabstand nur bedingt möglich. Immerhin ist eine Abschätzung des auftretenden Leistungsbedarfes und der Drehmomentenspitzen möglich, wobei N_{zw} vom System I und M_{dmax} vom System 4* am günstigsten liegen. Das max. M_d liegt im Mittel 200–300 % über dem mittleren M_d . Bei überhöhtem Durchsatz werden die Drehmomentenspitzen von System IV beträchtlich.

Zur Ausschaltung des je nach Bauart unterschiedlichen Messerabstandes wurde in Bild 13 der erforderliche Leistungsbedarf pro Schneidstelle (Schnitt) dargestellt. Danach liegt für Grüngut der Zapfwellenleistungsbedarf aller Ladewagen im tatsächlichen Arbeitsbereich bis 35 t/h bis auf System 4* (Doppelmesser-Schneidwerk) dicht

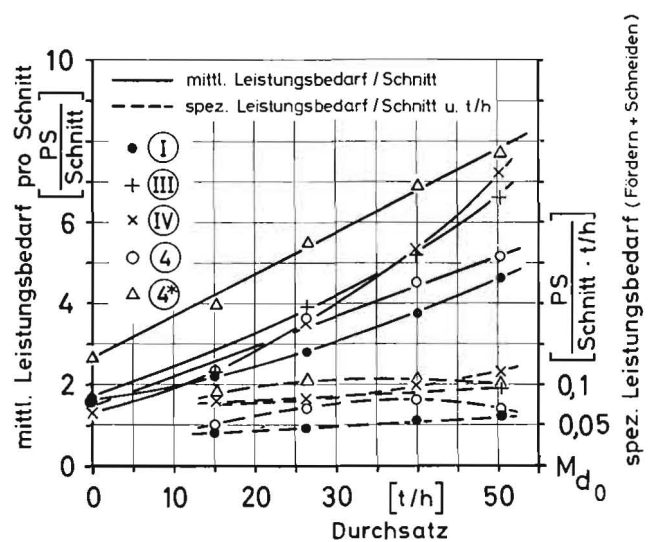


Bild 13: Mittl. und spez. Leistungsbedarf pro Schnitt in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

beieinander. Auch N_{zw} und M_{dmax} von System III mit angetriebenen Messern (geringer Leerlaufleistungsbedarf) über dem Förderkanal befinden sich im selben Bereich. Die Doppelmesser-Schneidvorrichtung System 4* liegt hingegen bei etwa gleichem Anstieg ungefähr um den Leerlaufleistungsbedarf darüber. Auf keinen Fall sind bewegte Messer feststehenden bzgl. N_{zw} überlegen.

Um den erforderlichen Leistungsbedarf vom Durchsatz unabhängig zu machen, wird der spezifische Leistungsbedarf (Fördern und Schneiden, ausschließlich der Leerlaufleistung) als N_{zw} [PS] pro Schneidstelle [Schnitt] und pro t/h Durchsatz eingeführt (Bild 13). Der Bereich wird nach oben durch System 4* und nach unten durch System I begrenzt. Somit kann mit einwandfrei ausgebildeten Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern ein minimaler spez. Leistungsbedarf erzielt werden. Für Grüngut ergibt sich ein mittl. spez. Leistungsbedarf von 0,05–0,1 PS pro Schnitt und t/h. Infolge des hohen Leerlaufleistungsbedarfes ist der spezifische Leistungsbedarf von System 4* mit etwa 0,1 PS pro Schnitt und t/h doppelt so hoch wie von System I. Für Stroh beträgt der spez. Schnittleistungsbedarf 0,12 bis 0,20 PS pro Schneidstelle und t/h Durchsatz.

Da jedoch in den Bildern 12 und 13 auch die Einflüsse des Fördersystems enthalten sind, die z.B. offensichtlich den Einfluß des Schnittwinkels und der Hubfrequenz überdecken, wurde in Bild 14 der Schneidleistungsbedarf pro Schneidstelle (Schnitt) in Abhängigkeit vom Durchsatz

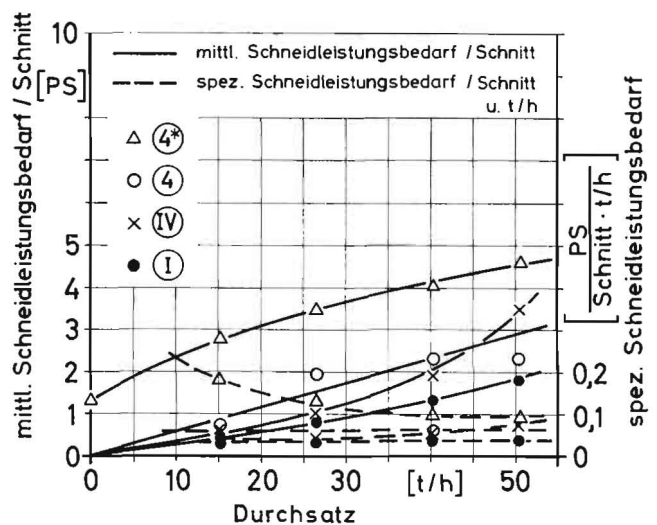


Bild 14: Mittl. und spez. Schneidleistungsbedarf pro Schnitt in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

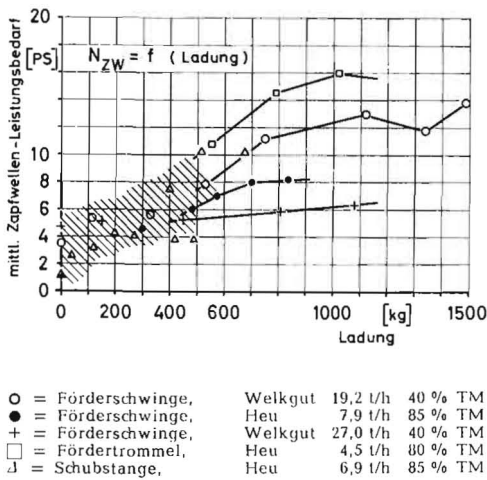


Bild 15: Mittl. Zapfwellenleistungsbedarf von Ladewagen mit Schneidvorrichtung (unterschiedlicher Messerabstand) in Abhängigkeit von der Wagenladung

aufgetragen. Dabei wird dieselbe Tendenz wie in Bild 13 sichtbar; Schnittwinkel, Hubfrequenz und Fördersystem sind also von geringerer Bedeutung. Der erforderliche Leistungsbedarf von Ladewagen mit Schneidvorrichtung wird wesentlich durch die Schnittart und die Messerlage bestimmt. Der spezifische Schneidleistungsbedarf beträgt bei Schneidvorrichtungen mit keinem oder nur geringem Leerlaufleistungsbedarf für Grüngut (Luzerne 15–18 % TM) 0,03–0,06 PS pro Schnitt und t/h.

Eine Berechnung des Leistungsbedarfes ausschließlich in Abhängigkeit vom Durchsatz ist praxisfern, da eine der wesentlichen Aufgaben des Fördersystems im Ladewagen das Vollladen des Wagens ist. Trägt man deshalb den erforderlichen Zapfwellenleistungsbedarf in Abhängigkeit von der Wagenladung auf (Bild 15), so kann die Größe der Preßleistung bestimmt werden, die offensichtlich den wesentlichen Anteil am Gesamtleistungsbedarf ausmacht. Bei nicht völliger Wagenausladung liegen verständlicherweise die Ladewagen mit oberer Materialzuführung in den Laderaum am günstigsten. Bei geringer Ladung lassen sich im übrigen alle Werte in einem Bereich zusammenfassen. Allgemein wird der in Feldversuchen aufgenommene Leistungsbedarfsverlauf erheblich durch Einschalten des Kratzbodens beeinflusst, das im vorliegenden Fall regellos erfolgte. Das Niveau des Leistungsbedarfes ist durch den Durchsatz und die Materialart bestimmt.

Unter Verwendung der Ergebnisse früherer Ladewagen-Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Fördersystems [2] wird es möglich, die prozentuale Aufteilung des Gesamtleistungsbedarfes von Ladewagen mit Schneidvorrichtungen in einem Sankey-Diagramm (Bild 16) darzustellen. Danach beträgt der Anteil für das Pressen bis zu 65 % des Gesamtleistungsbedarfes, kann jedoch bei

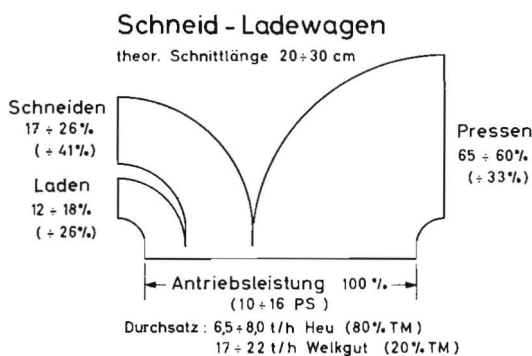


Bild 16: Proz. Aufteilung des Leistungsbedarfes der untersuchten Ladewagen mit Schneidvorrichtung

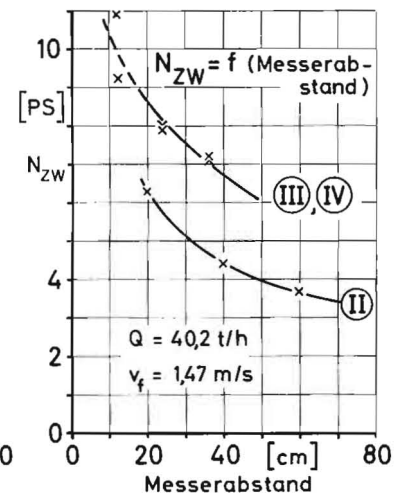
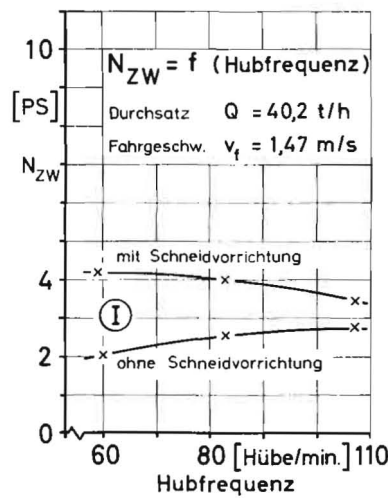


Bild 17: Zapfwellenleistungsbedarf in Abhängigkeit von der Hubfrequenz und dem Messerabstand; Luzerne 15–18 % TM (System II, Doppelschwinge, feststehend. Messer)

hohem Schneidleistungsbedarf oder geeignetem Fördersystem auf 33 % heruntergehen. Eine angestrebte Senkung des Gesamtleistungsbedarfes von Schneid-Ladewagen wird somit in erster Linie über eine Senkung des Preßleistungsbedarfes Erfolg haben.

Der Einfluß der Förderschwingen-Hubfrequenz ist aus Bild 17 ersichtlich. Die Änderung der Hubfrequenz erfolgte dabei über die Antriebsdrehzahl, wobei die Vorfahrt ein weiterer Schlepper vor dem Meßgespann übernahm. Mit steigender Hubfrequenz steigt die Schnittgeschwindigkeit, es sinkt die Materialmenge je Hub. Daraus erklären sich die Verläufe des Leistungsbedarfes. Ohne Schneidvorrichtung steigt der Zapfwellenleistungsbedarf N_{ZW} trotz geringerer Schwingenbelastung infolge konstantem Leerlaufdrehmoment mit der Hubfrequenz an. Demgegenüber sinkt beim Einsatz einer Schneidvorrichtung N_{ZW} überwiegend wegen des geringeren Preßaufwandes (auch vor dem Messer) etwas ab. Die Änderung der Schnittgeschwindigkeit im Bereich 2,2–4,0 m/s dürfte von untergeordnetem Einfluß sein.

Der Leistungsbedarf in Abhängigkeit vom Messerabstand ist ebenfalls in Bild 17 aufgetragen. Dabei entspricht der Verlauf im wesentlichen einer Hyperbel und stimmt mit Untersuchungen an Exakthäckslern überein [6]. Das Niveau wird wesentlich durch den Durchsatz bestimmt, jedoch auch von der Leerlaufleistung und der Ladewagenkonstruktion beeinflusst.

Da wie schon erwähnt, aus den Bildern 13 und 14 kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Leistungsbedarf und Schnittwinkel ersichtlich ist, wurde System I entsprechend Bild 18 mit Messern verschiedener Winkelanstellung ausgerüstet und das mittl. und max. Antriebsmoment beim Laden und Schneiden (2 Schneidstellen) von Gras (18 % TM) und Stroh (86 % TM) gemessen. Das Ergebnis ist in Bild 19 aufgetragen. Danach ist das mittl. M_{dZW} von Gras und Stroh sowie das max. M_{dZW} von Gras unabhängig vom Schnittwinkel. Weiterhin liegt das max. M_{dZW} bei gleichem mittl. M_{dZW} für Stroh bis zu 35 % über dem von Gras. Eine Vergrößerung des Schnittwinkels bewirkt somit eine Senkung des max. Antriebsdrehmomentes bei Rohfutter, jedoch nicht des Leistungsbedarfes.

Durch Abfederung der stehenden Messer (siehe Bild 19) wird es möglich, das max. M_{dZW} von Stroh in den Bereich von Grüngut zu verschieben. Bei leicht zu schneidendem Material wird die Drehmomentenspitze überwiegend durch die Förderung bestimmt.

6. Praktische Erfahrungen

Neben den meßtechnischen Ergebnissen konnten in zahlreichen Einsatzversuchen praktische Erfahrungen mit den verschiedenen Schneidsystemen gewonnen werden.

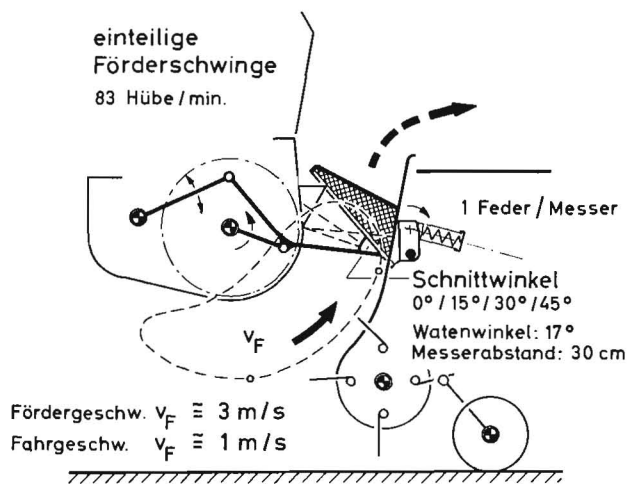


Bild 18: Messeranordnung im Förderkanal für Schnittwinkel von 0°, 15°, 30° und 45°

6.1. Schnittlänge

Die zur Zeit angebotenen Schneidvorrichtungen im Ladewagen zeigen eine einwandfreie Funktion bei Messerabständen über 150 mm. Schwierigkeiten treten auf, wenn man den Messerabstand auf 120 mm oder gar 100 mm verringert (häufiges Ansprechen der Überlastsicherung, Verstopfungsgefahr). Schneidwerke mit nur 60 mm Messerabstand haben sich bisher nicht bewährt. Im Gegensatz zu einer Häcksel-einrichtung (Trommel- oder Scheibenradhäcksler), bei der die Schnittlänge (Häcksellänge) des Materials nahezu beliebig verkürzt werden kann, lassen die gebräuchlichen Schneidvorrichtungen im Ladewagen eine beliebige Verringerung der Schnittlänge nicht zu, weil bei Messerabständen unter 100 mm u. a. die Reibung zwischen Messerflanke und Material außerordentlich stark ansteigt. Diese Reibung kann z. B. so groß werden, daß sich die Scheibenmesser eines Schneidwerkes mit angetriebenen, rotierenden Messern bei Einsatz in Trockengütern (Heu und Stroh) bis zur Rotglut erhitzen können, so daß für die Wagenladung Brandgefahr besteht.

Beim untersuchten Schneidwerk mit rotierenden Messern wurde daher auf den gesonderten Antrieb verzichtet, die Scheibenmesser drehen sich nur noch selbsttätig im Materialstrom.

Selbst bei weiterer Vervollkommnung der zur Diskussion stehenden Schneidvorrichtungen mit weitgehend freiem Schnitt wird es daher nicht möglich sein, mit der Schnittlänge in den Bereich von Exakthäcksel zu kommen und so zu erreichen, daß mindestens 80 Prozent der Halmlängen unter 40 mm liegen, was zur Zeit noch für eine einwandfreie Funktion von Entnahmefräsen oder Futterverteil-einrichtungen erforderlich ist. Nach 2. ist dies aber auch nicht die eigentliche Aufgabe der Schneidvorrichtungen im Ladewagen.

6.2. Schnittqualität

Ein subjektiver Vergleich zweier Ladewagen mit gleichen Schneidvorrichtungen zeigt eine dennoch unterschiedliche Materialstruktur. Die Gründe hierfür liegen einmal im un-exakten Arbeiten mancher Schneidvorrichtung, das heißt, es werden mehr oder weniger große Halmmengen ungeschnitten durchgelassen. Bei Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern liegt dies zumeist an einem zu großen Abstand der beidseitig am Messer vorbeistreichenden Mitnehmerfinger oder auch daran, daß die Messer nicht über den ganzen Kanalquerschnitt reichen; bei Schneidwerken mit rotierenden Messern kann sich ungeschnittenes Futter zwischen Scheibenmesser und Gegenschneide durchdrücken. Zum anderen kann aber auch das Förderorgan durch eine gewisse Ausrichtung der Halme die Schnittqualität beeinflussen. Sehr deutlich ist dieser Einfluß beim Laden von Silo-

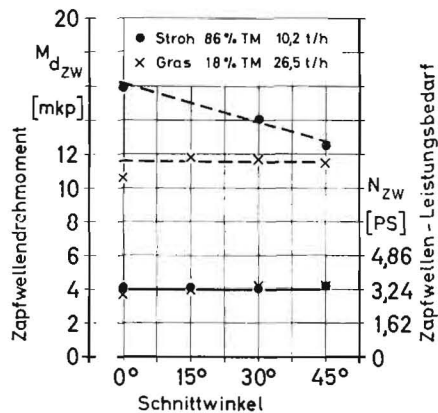


Bild 19: Mittl. und max. Zapfwellendrehmoment in Abhängigkeit vom Schnittwinkel für Gras und Stroh

----- max. Zapfwellendrehmoment
 ————— mittl. Zapfwellendrehmoment

mais aus Längsschwaden zu erkennen, wo die längs zur Fahrtrichtung liegenden Maisstengel vom Förderorgan derart gestaucht und gerichtet werden müssen, daß sie zumindest vorwiegend quer geschnitten werden. Stoßweise arbeitende Förderorgane wie die einteilige Schwinge und die Doppelschwinge erreichen diesen Effekt besser als gleichmäßiger fördernde Systeme wie Rechenkette und Schubstange.

6.3. Feststehende oder bewegte Messer?

Grundsätzlich können mit beiden Ausführungen die eingangs gestellten Forderungen an Schneidvorrichtungen erfüllt werden. Nennenswerte Unterschiede hinsichtlich Schnittlänge, Schnittqualität und Leistungsbedarf konnten nicht beobachtet werden. Hingegen ergeben sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Raumgewichte der Wagenladung. Bei Schneidvorrichtungen mit bewegten (angetriebenen) Messern wird das Material vorgepreßt und dann geschnitten, hierdurch kann eine bis zu 50-prozentige Erhöhung der Raumgewichte eintreten, ein Vorteil, der besonders in Betrieben mit weiten Feldentfernungen zählen kann. Nachteilig ist allerdings die Tatsache, daß bei Schneidvorrichtungen mit bewegten Messern (über dem Förderkanal) Futter im Förderkanal verbleibt und beim täglichen Grünfütterholen von Hand ausgeräumt werden muß. Schneidvorrichtungen mit bewegten Messern, die ohne Gegenschneide auskommen (Sägegatterprinzip) sind wenig steinempfindlich, da die Steine an den Messern ausweichen können.

6.4. Schneidenausbildung

Exakte Untersuchungen über die zweckmäßigste Schneidenausbildung (Anschliff) (Bild 20) bei den verschiedenen Schneidsystemen fehlen zur Zeit noch. Die praktischen Erfahrungen haben jedoch ergeben, daß eine Profilierung der Schneide bei Schneidvorrichtungen ohne Gegenschneide vorteilhaft ist. Zwar gelingt es nach den bisherigen Erkenntnissen nicht, durch eine Schneidenprofilierung den Schneidleistungsbedarf gegenüber dem Normalschliff wesentlich zu senken, man kann jedoch mit dieser Maßnahme die Standzeit vergrößern. Von den verschiedenen Möglichkeiten der Schneidenprofilierung kommen für den Ladewageneinsatz

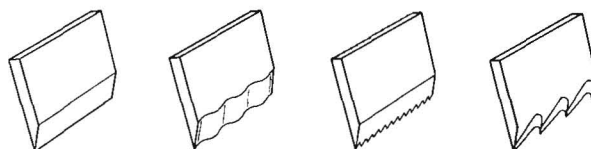


Bild 20: Mögliche Schneidenausbildung (Anschliffarten)

Wellenschliff, Feilenhau (-schliff) und Stufenschliff in Frage, wobei die letzteren auch im landwirtschaftlichen Betrieb leicht nachgeschliffen werden können. Maßstab für die Qualität und Haltbarkeit einer Messerausführung ist der Einsatz in Stroh; hier werden die höchsten Anforderungen an die Schneidhaltigkeit gestellt.

7. Zusammenstellung der Ergebnisse

In zunehmendem Maße werden Schneidvorrichtungen in Ladewagen eingebaut, da sie oft entscheidende Vorteile bei der Weiterförderung des Ladewagengutes auf dem Hof bringen. Von landwirtschaftlicher Seite werden von diesen Schneidvorrichtungen vor allem leichter Ein- und Ausbau der Messer, wahlweise Einstellung verschiedener Messerabstände (nicht unter 120—150 mm) sowie eine einwandfreie Funktion in allen Materialarten bei minimalem Leistungsbedarf und gleichmäßigem Drehmomentenverlauf gefordert. In möglichst praxisnahen Versuchen wurden die verschiedenen Schneidsysteme mit feststehenden und bewegten Messern an Hand im Handel befindlicher Konstruktionen untersucht, wobei die Fragen der Funktion, des Leistungsbedarfes und des Drehmomentverlaufs im Vordergrund standen.

Der Zapfwelldrehmoment-Verlauf wird im wesentlichen durch das Fördersystem bestimmt, jedoch durch Schneidvorrichtungen verstärkt ausgeprägt. Die Drehmomentenpitzen liegen dann 200—300 % über dem mittleren Antriebsdrehmoment.

Der spezifische Zapfwellen-Leistungsbedarf für das Laden und Schneiden (ausschließlich Leerlaufleistung und Pressen) beträgt für Grüngut (15—18 % TM) 0,05—0,1 und für Stroh (86 % TM) 0,12—0,2 PS pro Schnitt (Schneidstelle) und t/h Durchsatz. Maßgebend für den Schneidleistungsbedarf ist die Anzahl der ausgenutzten Schneidstellen. Für Grüngut (Lu-zerne 15—18 % TM) beträgt der spezifische Schneidleistungsbedarf 0,03—0,06 PS pro Schnitt und t/h Durchsatz.

Den wesentlichen Anteil am Gesamtleistungsbedarf macht bei Ausladung des Ladewagens die erforderliche Preßleistung aus. Eine prozentuale Aufteilung des Gesamtleistungsbedarfes ergibt für das Laden 12—18 %, für das Schneiden 17—26 % und für das Pressen 60—65 %. Bei unvollkommener Schneidvorrichtung kann der Schneidleistungs-Anteil bis 41 % betragen.

Es wurde weiterhin der Einfluß der Förderschwingen-Hubfrequenz, des Messerabstandes und des Schnittwinkels (feststehende Messer) auf den Leistungsbedarf ermittelt. Danach steigt der Leistungsbedarf mit abnehmendem Messerabstand hyperbelähnlich. Der Schnittwinkel hatte im untersuchten Bereich von 0°—45° keinen Einfluß auf den mittleren Leistungsbedarf, hingegen sinkt beim Laden von Stroh (86 % TM) das max. Drehmoment mit zunehmenden Schnittwinkel. Durch Abfederung der feststehenden Messer können ebenfalls die Drehmomentenpitzen beim Laden von Stroh abgebaut werden.

Im praktischen Einsatz befriedigten noch nicht alle Schneidvorrichtungen. Manche trennten die einzelnen Materialportionen nicht exakt genug durch. Bei ständig angetriebenen, rotierenden Scheibenmessern bestand bei geringen Messerabständen in Heu und Stroh die Gefahr der Erhitzung durch zu starke Reibung. Prinzipielle Unterschiede zwischen Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern und solchen mit bewegten Messern ergaben sich vor allem hinsichtlich der Raumgewichte der Wagenladung; mit bewegten Messern kann das Raumgewicht bis um 50 % erhöht werden.

Von den verschiedenen Möglichkeiten der Schneidenprofilierung (Anschliff) erscheint neben dem sogenannten Feilenhau besonders der Stufenschliff erfolversprechend.

8. Zusammenfassung

Der Einbau von Schneidvorrichtungen in Ladewagen bringt oft entscheidende Vorteile. Außer leichtem Wechseln der Messer und guter Funktion des Schneidwerkes werden niedriger Leistungsbedarf und gleichmäßiger Drehmomentenverlauf gefordert. In ausführlichen Versuchen wurden die einzelnen Faktoren untersucht, Zusammenhänge aufgezeigt, Grenzwerte festgestellt und praktische Hinweise zur Vermeidung von Fehlern und für die Weiterentwicklung der Schneidwerke gegeben.

Schrifttum

- [1] DOHNE, E.: Typentabelle Ladewagen: KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-WA 221 Frankfurt 1964
- [2] SCHULZ, H.: Der Ladewagen. KTL-Berichte über Landtechnik Nr. 105 Frankfurt 1967
- [3] SCHULZ, H.; HERPPICH, R.; WAGNER, M.: Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen. Landtechn. Forschung 16 (1966) H. 2
- [4] HERPPICH, R.: Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung. Landtechn. Forschung 15 (1965) H. 3
- [5] HERPPICH, R.: Dehnungsmeßanlage für genaue Leistungsmessungen an zapfwellengetriebenen Landmaschinen mit Hilfe von Integratoren. Landtechn. Forschung 17 (1967) H. 2
- [6] GÜTH, K.: Untersuchungen am Schneidvorgang von Gebläsehäckslern. Landtechn. Forschung 3 (1952) S. 69—79

Résumé

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: "Cutting Devices in the Loading Truck."

The mounting of cutting devices in loading trucks has often decided advantages. A minimum power requirement and a uniform torque curve are demanded in addition to easily exchangeable knives and well functioning cutting tools. In detailed experiments the individual factors were examined, sources of danger pointed out, limiting values determined, and practical hints for avoiding mistakes and for the further development of the cutting devices were given.

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: „Dispositifs de coupe sur les véhicules de transport.“

Le montage de dispositifs de coupe sur les véhicules de transport apporte souvent des avantages importants. On exige de ces dispositifs non seulement que les couteaux puissent être échangés facilement et que le fonctionnement soit impeccable, mais également qu'ils n'absorbent qu'une puissance réduite et que la courbe du couple soit très régulière. Les auteurs ont étudié par de nombreux essais les différents facteurs. Ils annoncent les sources de risques et les valeurs limites. Enfin ils donnent des recommandations pratiques susceptibles d'éviter des erreurs lors du développement futur d'organes de coupe.

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: „Dispositivos cortadores en el carro cargador.“

La incorporación de dispositivos de corte en el vehículo de carga reporta, con frecuencia, ventajas decisivas. Además de fácil cambio de las cuchillas y buena función del mecanismo cortador, se exige mínima potencia necesaria y desarrollo por un igual del momento de torsión. En pruebas detalladas se estudiaron los diversos factores, se indicaron fuentes de peligro, se determinaron cifras límite y se dieron indicaciones prácticas para evitar errores y para el perfeccionamiento de los mecanismos cortadores.