

# Untersuchungen über den Einfluß der Schneidenausbildung bei einem Ladewagenschneidwerk mit feststehenden Messern auf Standzeit und Leistungsbedarf

Von **H. Schulz, H. Pirkelmann** und **M. Wagner**, Weihenstephan

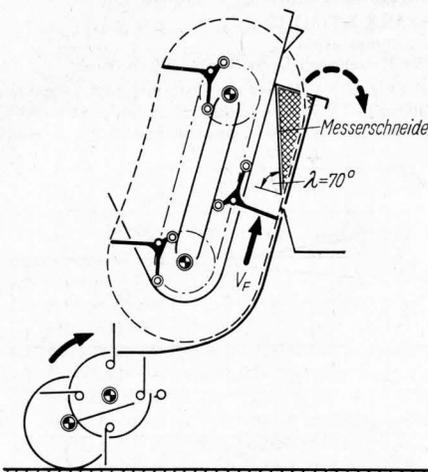
Aus den Arbeiten der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und des Landtechnischen Vereins in Bayern e. V., Weihenstephan

Um den Ladewagen zu einem einfachen und preiswerten, aber auch vielseitigen und leistungsfähigen Einmannladegerät zu entwickeln, waren umfangreiche Untersuchungs- und Forschungsarbeiten notwendig. Dies gilt im besonderen Maße auch hinsichtlich seiner Konstruktion und Betriebssicherheit. Die völlig neue Konzeption der Ladewagenschneidwerke brachte zahlreiche Probleme über die Förder- und Schneidvorgänge mit sich, so hinsichtlich Leistungsbedarf, Antriebskontinuität und Ausbildung konstruktiver Einzelheiten. In der vorliegenden Untersuchung werden der Leistungsbedarf glatter und gezahnter Messerschneiden — neu und nach einer bestimmten Schnittleistung — ermittelt und aus dem Ergebnis Rückschlüsse auf eine zweckmäßige Ausbildung der Schneiden gezogen.

Mit zunehmender Verwendung von Schneidwerken im Förderkanal des Ladewagens stellt sich die Frage nach der zweckmäßigsten Ausbildung der Messerschneiden. Dabei soll die Standzeit der Messerschneide möglichst groß und der Leistungsbedarf für den Schneidvorgang möglichst niedrig sein. Weiterhin muß die Schneidenausbildung ein leichtes Nachschärfen der Messer mit den in der Praxis vorhandenen Werkzeugen zulassen. Um eine Beurteilung der zur Diskussion stehenden Schneidenformen zu ermöglichen, wurden Vergleichsversuche an einem Schneidwerk mit feststehenden Messern angestellt.

### Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden an einem serienmäßigen Ladewagen mit Rechenkettenträgerorgan, **Bild 1 und 2**, durchgeführt. Am oberen Ende des Förderkanals waren 5 Messer im Abstand von etwa 300 mm angeordnet. Das von der Rechenkette mit einer Geschwindigkeit von 1,25 m/s hochgeführte Futter wird durch die geschlitzten Mitnehmer der einzelnen Rechen dem Messer zugeführt; durch dessen Neigungswinkel  $\lambda = 70^\circ$  (zur



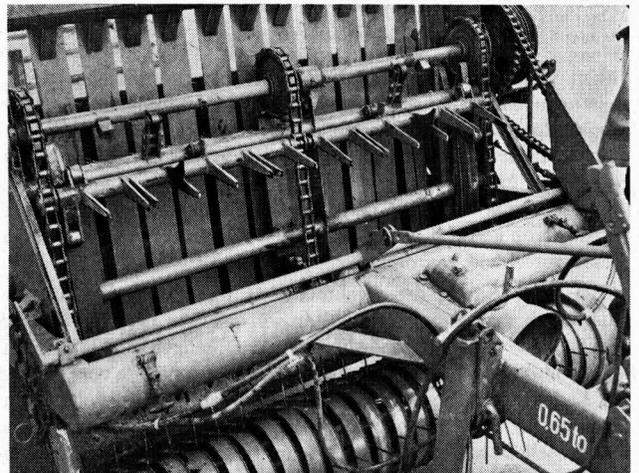
Die Rechenkette besteht aus drei Rechen (118 Hübe/min)  
 Fördergeschwindigkeit  $v_F \approx 1,25$  m/s  
 Neigungswinkel  $\lambda = 70^\circ$   
 Schnittlänge (Abstand von Messer zu Messer) etwa 300 mm

**Bild 1.** Funktionszeichnung des Rechenkettenträgerorgans nach Bild 2 mit Messeranordnung des Schneidwerks.

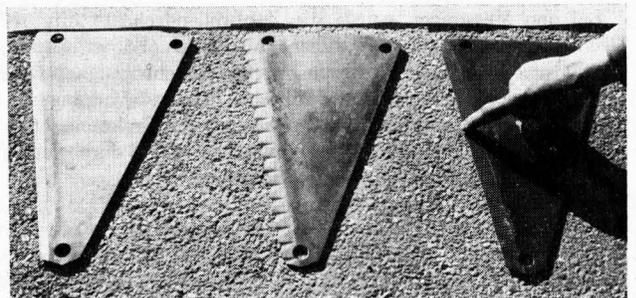
LR Dr. agr. Heinz Schulz ist Leiter der Abteilung II „Praktische Anwendung“ der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins in Bayern e. V., Weihenstephan. LR Heinrich Pirkelmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Ing.-agr. Martin Wagner Mitarbeiter des Landtechnischen Vereins in Bayern e. V., Weihenstephan.

Ebene der Mitnehmer) ergibt sich ein langer, ziehender Schnitt. Es wurden Messer der gleichen Materialgüte in folgenden typischen Schneidenvarianten untersucht, **Bild 3 und 4**:

1. glatter Schliff,
2. Stufenschliff,
3. gezahnte Schneide durch Feilenhieb.

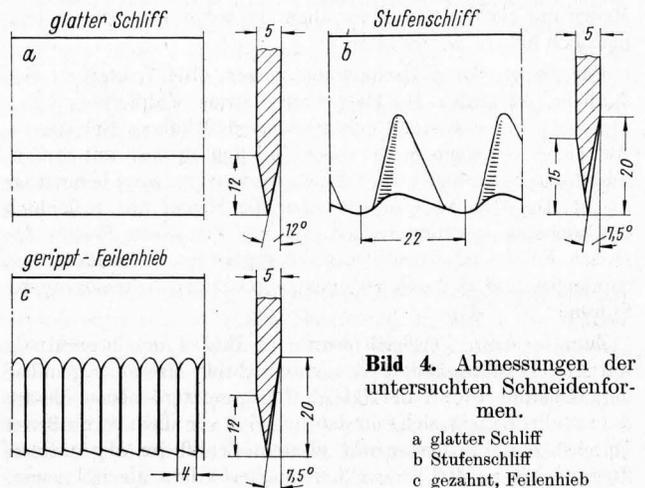


**Bild 2.** Ladewagen mit Rechenkettenträgerorgan.



**Bild 3.** Schneidenformen der untersuchten Ladewagenmesser.

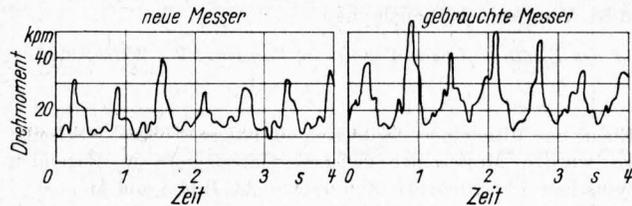
links: glatter Schliff  
 Mitte: Stufenschliff  
 rechts: gezahnt, Feilenhieb



**Bild 4.** Abmessungen der untersuchten Schneidenformen.

a glatter Schliff  
 b Stufenschliff  
 c gezahnt, Feilenhieb

Zur Feststellung der Unterschiede im Schneidleistungsbedarf der drei verschiedenen Messer wurde das Zapfwellendrehmoment mit Hilfe einer zwischen Schlepperzapfwelle und Ladewagen-gelenkwelle angeordneten Dehnungsstreifen-Meßnabe abge-nommen und oszillographisch registriert, wobei die hochfre-quenten Spitzen des Meßimpulses durch Tiefpaßfilter mit 8 Hertz abgefiltert wurden, **Bild 5**. Ein Integrator sorgte für die Fest-stellung des mittleren Drehmoments und ersparte das zeit-raubende Ausplanimetrieren der Oszillogramme von Hand.



**Bild 5.** Charakteristischer Drehmomentenverlauf an der Gelenkwelle des Rechenkettenförderers mit Schneidwerk nach Bild 1. Schnittgut: Stroh mit Feuchtegehalt  $U = 15\%$   
Durchsatz: 22,5 t/h  
Messer mit glattem Schliff  
Abnutzung der Messer nach Laden von 100 dz Stroh

Um vergleichsweise Aussagen über den Drehmoment- bzw. Leistungsbedarf der drei Messerarten in Abhängigkeit von der Abnutzung machen zu können, wurden zunächst Messungen mit den fabrikenneuen Messern durchgeführt und, nachdem jede Schliffart durch das Laden von je 100 dz Stroh abgenutzt war, das Drehmoment erneut gemessen. Zur Abnutzung der Messer wurde Stroh gewählt, weil es von allen Ladegütern den stärksten Messerverschleiß hervorruft.

Bei der Messung des Drehmoments wurden gleichbleibende Ausgangsbedingungen eingehalten. So erfolgte die Herstellung der Ladeschwaden durch Abwiegen der Mengen pro laufenden Meter und Ausbreiten auf eine ebene Betonfläche von Hand. Als Ladegut wurde grüne Luzerne mit einem Feuchtegehalt von  $U = 82$  bis  $84\%$  und einer Schwadstärke von 8 kg/m sowie Mährescherstroh mit  $U = 15\%$  und einer Schwadstärke von 3 kg/m gewählt. Diese Schwadstärken entsprechen den in der Praxis üblichen Werten.

Bei den Messungen wurde die Zapfwellendrehzahl mit 540 U/min konstant gehalten; der Durchsatz (Förderleistung) wurde ausschließlich über die Vorfahrtgeschwindigkeit des Ladewagens variiert. Während des Ladevorgangs erfolgte keine Betätigung des Kratzbodens, um den Drehmomentenverlauf des Lade- und Schneidvorganges nicht durch einen zusätzlichen Leistungsbedarf zu verfälschen.

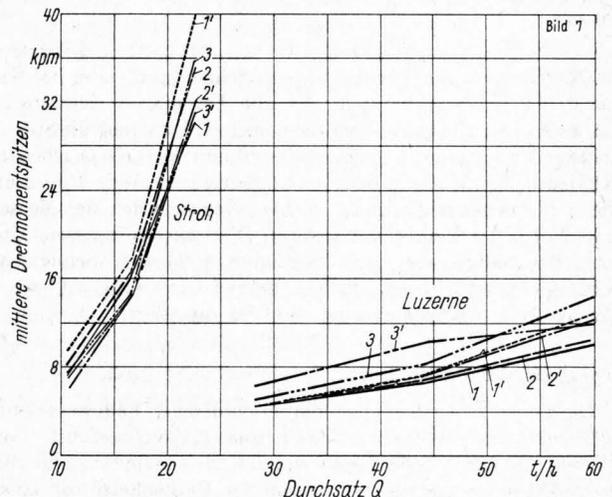
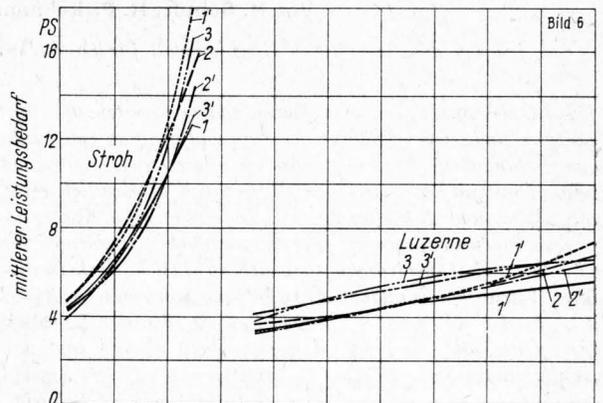
### Ergebnisse

Zwischen den verschiedenen Schneidenformen ergeben sich deutliche Unterschiede sowohl im mittleren Leistungsbedarf wie auch in den Drehmomentenspitzen. Im mittleren Leistungsbedarf, **Bild 6**, liegen die Messer mit glattem Schliff im neuen Zustand bei Luzerne und bei Stroh, besonders bei höheren Durchsätzen, günstiger als die Messer mit Stufenschliff und Feilenhieb. In gebrauchtem Zustand dagegen benötigen die Messer mit glattem Schliff vor allem bei hohen Durchsätzen eine merklich höhere Antriebsleistung.

Für die mittleren Drehmomentenspitzen, **Bild 7**, ergeben sich ähnliche Relationen. Die Messer mit glattem Schliff verursachen in gebrauchtem Zustand erwartungsgemäß höhere Belastungsspitzen als in neuem, wogegen sich bei den Messern mit Stufenschliff und Feilenhieb keine nennenswerte Abnutzung bemerkbar macht. Bei Luzerne erfordern aber die Messer mit Feilenhieb die höchsten Leistungsspitzen, da sich die zähen Fasern des nassen Futters offensichtlich in die sägeartigen Schneidezähne einhängen und dadurch zu einem stoßartigen Schneidvorgang führen.

Zum besseren Vergleich wurde in **Bild 8** der prozentuale mittlere Leistungsbedarf der gebrauchten Messer gegenüber dem Leistungsbedarf der (gleich 100 gesetzten) neuen Messer dargestellt. Es zeigt sich sehr deutlich, daß vor allem bei größeren Durchsätzen die Messer mit glattem Schliff im abgenutzten Zustand bis zu 40% mehr Leistung erfordern als im neuen.

Messer mit Stufenschliff und Feilenhieb arbeiten demgegenüber nach Gebrauch noch etwas leistungssparender als neu. Dies kann darauf zurückgeführt werden, daß die profilierten Schneidformen durch spanlose Fertigung hergestellt werden und im neuen Zustand an den Schneidenflanken noch etwas rau sind, durch den Einsatz aber glatt poliert werden. Darüber hinaus zeigen diese Profile eine gewisse selbstschärfende Eigenschaft, ähnlich wie dies ja auch von den Haushaltsmessern mit Wellenschliff her bekannt ist.



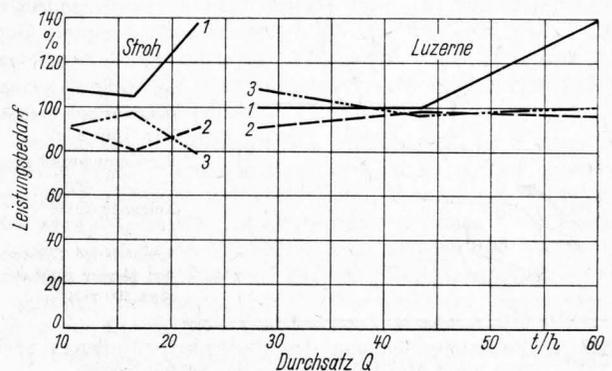
**Bild 6 und 7.** Mittlerer Leistungsbedarf und mittlere Drehmomentenspitzen für Fördern und Schneiden in Abhängigkeit vom Durchsatz für die drei verschiedenen feststehenden Messer im neuen und abgenutzten Zustand.

Ladewagen: FAHR WE 311 L

5 Messer mit 300 mm Abstand

Abnutzung der Messer nach Laden von je 100 dz Stroh

- 1 Messer mit glattem Schliff, neu    1' Messer mit glattem Schliff, gebraucht  
2 Messer mit Stufenschliff, neu    2' Messer mit Stufenschliff, gebraucht  
3 Messer, gezahnt, Feilenhieb, neu    3' Messer, gezahnt, Feilenhieb, gebraucht



**Bild 8.** Prozentualer mittlerer Leistungsbedarf gebrauchter Messer für Fördern und Schneiden gegenüber dem Leistungsbedarf der (gleich 100 gesetzten) neuen Messer.

1 Messer mit glattem Schliff

2 Messer mit Stufenschliff

3 gezahnte Messer mit Feilenhieb

Schnittgut: Luzerne, Feuchtegehalt  $U = 82$  bis  $84\%$

Stroh, Feuchtegehalt  $U = 15\%$

## Zusammenfassung

Unter vergleichbaren Bedingungen wurde der Leistungsbedarf typischer Schneidenausbildungen bei einem Ladewagenschneidwerk mit feststehenden Messern im neuen und gebrauchten Zustand untersucht. Dabei erfolgte die Abnutzung der Messer durch das Laden und Schneiden von je 100 dz Stroh. Trotz dieser relativ geringen Mengen (etwa 12 Wagenladungen) lassen die Meßergebnisse doch eindeutig Unterschiede erkennen.

Die Messer mit glattem Schliff erfordern in neuem Zustand den geringsten Leistungsbedarf, benötigen aber nach kurzem Gebrauch bereits eine bis zu 40% höhere Leistung für den Förder- und Schneidvorgang. Demgegenüber verhalten sich die profilierten Messer mit Stufenschliff und Feilenhieb wesentlich günstiger: gebrauchte Messer zeigten sich leistungssparender als neue. Ähnliche Relationen ergaben sich bei den Drehmomentspitzen; hier verursachten die gebrauchten Messer mit glattem Schliff den ungleichmäßigsten Drehmomentenverlauf. Von den profilierten Messern verhielten sich unter Berücksichtigung aller Ergebnisse die Messer mit Stufenschliff etwas günstiger als die gezahnten Messer mit dem Feilenhieb.

Da in früheren Untersuchungen die gleichen Zusammenhänge auch bei Ladewagenschneidwerken mit bewegten Messern nachgewiesen wurden, wird daher empfohlen, möglichst Messer mit zweckmäßiger Profilierung zu verwenden. Bei Großserien können außerdem Messer mit Stufenschliff durch die spanlose Fertigung des Profils billiger hergestellt werden als der arbeitsaufwendige glatte Schliff. Auch für den praktischen Einsatz des Ladewagens

bringen die untersuchten Schneidenprofile Vorteile, da die Standzeit erfahrungsgemäß eine ganze Saison beträgt, die Gefahr des häufigen Ansprechens der Überlastsicherung wegen der niedrigeren Drehmomentspitzen verringert wird und ein Nachschärfen mit den in der Landwirtschaft vorhandenen Schleifeinrichtungen möglich ist.

## Schrifttum

- [1] Brenner, W. G.: Der Ladewagen — erfreuliche Erscheinung der Landtechnik. Landtechn. **21** (1966) H. 22, S. 762, 764/66, 768/770.
- [2] Dohne, E.: Bauarten der Ladewagen. Landtechn. **22** (1967) H. 9, S. 275/78.
- [3] Grimm, A.: Einsatzmöglichkeiten und Leistungen des Ladewagens bei den verschiedenen Ladegütern. Landtechn. **22** (1967) H. 9, S. 258, 260, 262.
- [4] Schulz, H., H. Herppich und M. Wagner: Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen. Landtechn. Forsch. **16** (1966) H. 2, S. 33/40.
- [5] Schulz, H.: Konstruktion, Einsatzmöglichkeiten und Arbeitsketten des Ladewagens. Grundle. Landtechn. **17** (1967) Nr. 1, S. 23/28.
- [6] Schulz, H., und K. H. Kromer: Untersuchungen an Schneidvorrichtungen im Ladewagen. Landtechn. Forsch. **17** (1967) H. 3, S. 61/68.
- [7] Schulz, H., A. Grimm und K. H. Ulrich: Der Ladewagen, Technik, Einsatz und Folgeeinrichtungen. KTL-Flugschrift Nr. 17. Wolfratshausen: Neureuter-Verl. 1968.

DK 631.363.3.072

# Ein Beitrag über die Häckselgutförderung durch die Schneid-Wurf-Trommeln der Exaktfeldhäcksler

Von Karl-Hans Kromer, Weihenstephan

Aus den Arbeiten des Instituts für Landtechnik der Technischen Hochschule München-Weihenstephan

*Die Wurfweite ist eine wichtige Kenngröße der Feldhäcksler und bei der Trommelbauart oft nicht ausreichend. Um die Einflüsse auf die Wurfweite zu klären, wurde mittels Zeitlupenaufnahmen der Materialfluß verschiedenen Häckselgutes durch das Trommelinnere von der Übernahme durch die Wurfschaufel bis zum Auswurf in den Förderturm für verschiedene Schaufelformen experimentell untersucht. Ferner wurde in einem Wurfprüfstand die Auswurfgeschwindigkeit des Gutes und damit die Wurfweite in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit der Trommel, der Wurfschaufelzahl und -form und der Luftgeschwindigkeit gemessen. Abschließend werden aufgrund der Versuchsergebnisse Konstruktionshinweise für die Schneid-Wurf-Trommeln gegeben.*

## Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Theoretische Betrachtung der Gutförderung
  - 2.1 Aufnahmephase
  - 2.2 Schleppphase
  - 2.3 Abwurfphase
- 3 Experimentelle Untersuchungen
  - 3.1 Kinematographische Erfassung der Gutförderung
  - 3.2 Experimentelle Ermittlung der Einflüsse auf die Wurfweite
    - 3.21 Einfluß der Trommelumfangsgeschwindigkeit
    - 3.22 Einfluß der Wurfschaufelzahl
    - 3.23 Einfluß der Luftgeschwindigkeit
    - 3.24 Einfluß der Wurfschaufelform
- 4 Zusammenfassung
- 5 Schrifttum

*Dr.-Ing. Karl-Hans Kromer ist Oberingenieur am Institut für Landtechnik (Direktor: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. W. G. Brenner) der Technischen Hochschule München in Weihenstephan und weilt zur Zeit als Assistent Professor am Department of Agricultural Engineering der Purdue University in Lafayette/Indiana (USA).*

## 1 Einleitung

Die Doppelfunktion der werfenden Messertrommeln der Exaktfeldhäcksler besteht darin, das als Preßstrang zugeführte halmartige Material zu schneiden und es anschließend über eine gewisse, durch die Aufgabenstellung vorbestimmte Entfernung zu werfen, d. h. weiterzuführen. Da nun beide Funktionen von einem Arbeitselement übernommen werden, muß es sich bei dessen Gestaltung notwendigerweise um einen Kompromiß zwischen Messer und Wurfschaufel handeln, wobei leider die günstigste Ausbildung des Messers der der Wurfschaufel konträr gegenübersteht. Die Arbeitsgüte einer Schneid-Wurf-Trommel ist durch die bestmögliche Erfüllung beider Funktionen gekennzeichnet, nämlich bei minimalem Schneidleistungsbedarf eine größtmögliche Förderweite zu erzielen.

Wenn bis vor kurzem, insbesondere auch in Deutschland, der Trommelhäcksler trotz seiner unbestrittenen Vorteile nur gering verbreitet war, so lag dies nicht zuletzt an der ungenügenden Erfüllung einer ausreichenden Wurfweite. Demnach befaßte sich die Forschung in den letzten Jahren mit dem Materialfluß durch die Trommel mit dem Ziel, den bestmöglichen Abwurf zu erreichen [2; 5; 14; 17; 23 bis 26]. Bei diesen Arbeiten blieb die Übernahme des Häckselgutes durch die Trommel weitgehend unberücksichtigt. Aus diesem Grunde erschien es nützlich, die Aufnahme des Gutes durch die Wurfschaufel zu untersuchen, wobei die theoretischen Ergebnisse durch Zeitdehn-Filmaufnahmen belegt bzw. eingeschränkt wurden.

Für eine theoretische Betrachtung der Gutförderung werden anhand einer schematischen Darstellung in **Bild 1** die Winkel und Bezeichnungen einer Schneid-Wurf-Trommel erläutert. Das auf das Drei- bis Vierfache vorgepreßte Halmgut wird von rechts (Pfeil!) über den Hackbock der Trommel zugeführt, von der Schneide der Trommel zerhackt, beschleunigt, in der Trommel gefördert und an der Leitklappe in den anschließenden Auswurfurm nach oben (gestrichelter Pfeil!) ausgeworfen. Die