

Ermittlung des Verschleißzustands der Schneidelemente des Häckselaggregats eines Feldhäckslers unter Praxisbedingungen

Dipl.-Ing. R. Schwedler, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Problemstellung

Die Produktion und die Aufbereitung von Halmfuttermitteln sind von entscheidender Bedeutung für die bedarfs- und qualitätsgerechte Bereitstellung von Futtermitteln zur Steigerung des tierischen Leistungsvermögens. Dies wird durch die Aufgabenstellung des IX. Parteitag des SED an die sozialistische Landwirtschaft unterstrichen. Bedeutende Intensivierungsfaktoren in der Pflanzenproduktion sind entsprechend der Direktive des IX. Parteitages die Technische Trocknung und die Pelletierung [1].

Entscheidenden Einfluß auf den technologischen Ablauf der Halmfuttermittelerzeugung und auf die Qualität des Endprodukts hat die Häckselqualität, die im wesentlichen durch den erreichten Zerkleinerungsgrad bestimmt wird. Die geforderte Häckselanzusammensetzung für die entsprechende Gutart und Aufbereitungstechnologie ist streng durch die Agrotechnische Forderung (ATF) fixiert [2]. Die Einhaltung der ATF wird wesentlich durch die Zerkleinerungseinrichtung des Feldhäckslers bestimmt [3]. Theoretische und praktische Untersuchungen zeigen, daß der Feldhäckslers die gestellten Anforderungen aufgrund des signifikanten Zusammenhangs zwischen der Abnutzung der Schneidelemente und dem erreichten Zerkleinerungsgrad nur erfüllt, wenn die Abnutzung einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet [3] [4] [5] [6]. Um diesen Zusammenhang mit einer notwendigen statistischen Sicherheit zu quantifizieren und einen Kennwert für die Grenze der Abnutzung der Schneidelemente zu definieren, sind umfangreiche Untersuchungen unter Praxis- und Laborbedingungen erforderlich. Dies setzt u. a. rationale Methoden zur quantitativen Ermittlung der Verschleißparameter voraus. Im vorliegenden Beitrag wird eine Methode für Untersuchungen unter Praxisbedingungen vorgestellt, wobei neben dem methodischen Ablauf die verwendete Meßtechnik sowie ausgewählte Untersuchungsergebnisse dargestellt werden.

2. Ermittlung der Verschleißparameter unter Praxisbedingungen

2.1. Untersuchungsmethode

Wie theoretische und praktische Untersuchungen zeigen, kennzeichnen folgende Parameter den Verschleißzustand der Schneidelemente des Häckselaggregats (Bild 1) [3]:

- Schneidenradius r_s
- Abstand Schneide-Gegenschneide a
- Abrundung der Gegenschneide r_G .

Diese drei Verschleißparameter treten stets gleichzeitig auf und dürfen daher nicht getrennt betrachtet werden. Daraus folgt, daß alle drei Parameter zeitgleich ermittelt werden müssen. Aus der Einsatzcharakteristik des Feldhäckslers leitet sich die Forderung ab, eine Methode zur Verschleißmessung anzuwenden, die eine Aufnahme der Meßwerte ohne wesentliche Unterbrechung des Produktionsprozesses ermöglicht. Diese Forderung ergibt sich aus der Anzahl der Einzelmessungen, die notwendig

sind, um statistisch gesicherte Ergebnisse zu erzielen. Sollen Aussagen über den Geltungsbereich der ermittelten Verschleißparameter und deren Auswirkungen auf den Zerkleinerungsgrad getroffen werden, so ist die Fixierung weiterer Daten erforderlich, die die Bedingungen beschreiben, unter denen die Messungen durchgeführt werden. Dies setzt eine exakte Vorbereitung der Untersuchungen unter Praxisbedingungen voraus. Diese Vorbereitung bezieht sich auf die materiell-technische Sicherstellung und auf die zeitliche Planung der Untersuchungen. Ziel dieser Vorbereitung muß sein, nicht mehr als objektiv notwendig störend auf den Produktionsprozeß einzuwirken. Im Bild 1 ist ein Meßprotokoll dargestellt, das alle zu ermittelnden Daten enthält. Auf die meßtechnische Ermittlung der Verschleißparameter wird im folgenden Abschnitt eingegangen; deshalb an dieser Stelle nur einige Bemerkungen zur Bestimmung der geernteten Gutmasse m , der mittleren Häckselänge l_m und der Beschädigung der Häckselmesser B_F . Die geerntete Gutmasse m läßt sich hinreichend genau aus der Anzahl der Transportfahrzeuge und deren mittleren Gutbeladung bis zum Zeitpunkt der Verschleißmessung bestimmen. Bei der Beschädigung der Häckselmesser B_F werden lediglich die Anzahl der Scharten sowie deren mittlere Länge und Breite festgehalten. Ein weitaus schwierigeres Problem stellt die Ermittlung der mittleren Häckselänge l_m dar. Zur Zeit liefert nur das manuelle Messen der

Häckselängen einer bestimmten Stichprobengröße hinreichend genaue Ergebnisse, wobei die Methode der massebezogenen Auswertung rationeller anwendbar ist. In jedem Fall ist der Mittelwert, auch bei Angabe des Vertrauensbereichs, in bezug auf die ATF nicht aussagekräftig genug. Dazu sind weitere Forschungsarbeiten notwendig. Bei den Untersuchungen unter Praxisbedingungen auf Grundlage des dargestellten Meßprotokolls wurden für die mittlere Häckselänge der Mittelwert sowie die minimal und maximal aufgetretenen Häckselängen einer definierten Stichprobengröße festgehalten.

2.2. Meßverfahren

Der Abstand Schneide-Gegenschneide a wird mit Hilfe einer Fühllehre (0...1 mm) ermittelt. Die Genauigkeit dieser Methode ist unter Praxisbedingungen ausreichend.

Die Bestimmung des Schneidenradius r_s erfolgt durch Aufnahme des Profils der Schneide mit Hilfe eines Bleiabdrucks und durch anschließendes Ausmessen unter Verwendung eines Okularmikrometers. Zur Aufnahme des Schneidenprofils wird eine Bleiplatte (70 mm × 30 mm × 3 mm) hochkant mit der schmalen Seite auf die Schneide geschlagen (Bild 2). Um zu gewährleisten, daß die Bleiplatte in allen drei Ebenen normal zur Schneide angesetzt wird, ist die Verwendung einer entsprechenden Hilfseinrichtung vorteilhaft (Bild 3). Bei einer Länge der Bleiplatte von

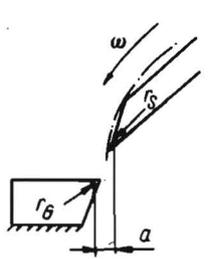
Meßprotokoll										
Meßreihe :					Gutart :					
Datum :					TM - Gehalt :					
Uhrzeit :					Trommeldrehzahl :					
Bemerkungen :										
Prinzip	Messer	r_s			B_F	a	m	l_m	r_G	
		MS 1	MS 2	MS 3						
	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	$\sum r_s$									
	\bar{r}_s									
r_s										

Bild 1
Meßprotokoll für Untersuchungen unter Praxisbedingungen; r_s Schneidenradius in mm, a Abstand Schneide-Gegenschneide in mm, m geerntete Gutmasse in t, l_m mittlere Häckselänge in mm, r_G Abrundung der Gegenschneide (qualitativ in 4 Stufen), B_F Beschädigung der Messer (Anzahl und Abmessungen der Scharten), MS Meßstelle am Messer

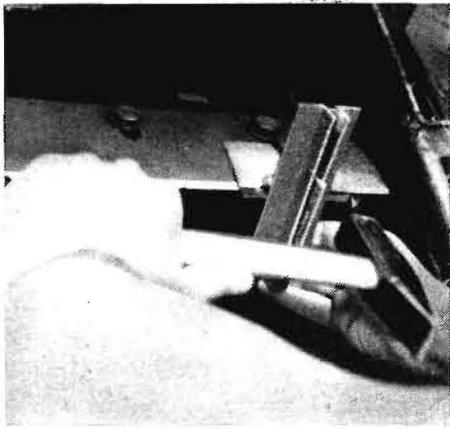


Bild 2. Aufnahmen des Verschleißzustands der Häckselmesser mit Hilfe eines Bleiabdrucks

70 mm können bis zu vier Profilabdrücke mit einer Platte aufgenommen werden. Die so erhaltenen Bleiabdrücke werden mit Hilfe eines Okularmikrometers ausgemessen. Dazu wird die Bleiplatte auf den Objektstisch gelegt, wonach die Messungen mit einem Meßokular, das aus einem verstellbaren Okular mit eingelegerter Okularnetzmeßplatte besteht, durchgeführt werden (Bild 4). Durch Kalibrierung wird der Maßstab der Okularnetzmeßplatte ermittelt, so daß der Schneidenradius unmittelbar bestimmt werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Profilabdrücke zu fotografieren (Bild 5).

Die Abrundung der Gegenschneide r_G wird nach der gleichen Methode (Profilabdruck) ermittelt. Hierbei besteht der Nachteil, daß lediglich der Neuzustand der Gegenschneide und die Abrundung zum Zeitpunkt des Wechsels der Gegenschneide quantitativ bestimmt werden können. Daher ist eine qualitative Schätzung zwischen diesen beiden Verschleißzuständen vorzunehmen. Die quantitative Auswertung der erhaltenen Profilabdrücke ist aufgrund der großen Abrundungsradien nur fotografisch möglich (maßstäbliche Vergrößerung).

2.3. Einschätzung der Untersuchungsmethode

Die Durchführung von Untersuchungen am Feldhäcksler unter Praxisbedingungen nach der vorgestellten Methode und Meßtechnik hat sich

während zwei Kampagnen sehr gut bewährt. Bei hinreichender Genauigkeit ist eine demontagefreie Aufnahme der Meßwerte möglich. Da nur geringe Unterbrechungen des Produktionsprozesses notwendig sind, ist diese Methode für statistische Großuntersuchungen über eine gesamte Kampagne hinweg geeignet. Weiterhin können die Meßwerte bei eventuellen Stillstandszeiten sowie bei Instandsetzungsarbeiten in der Werkstatt sehr schnell aufgenommen werden, wozu nur eine Arbeitskraft erforderlich ist. Die Aufnahme der Meßwerte kann unter allen Einsatzbedingungen erfolgen, da das Ausmessen der Schneidenprofile mit dem Okularmikrometer nicht unmittelbar auf dem Feld stattfindet. Die verwendeten Bleiplatten werden nach dem Ausmessen der Profilabdrücke eingeschmolzen, neu gegossen und bleiben so in ständigem Umlauf. Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß auch bei scharfem Anschliff der Häckselmesser keine Vergrößerung des Schneidenradius r_s während der Aufnahme des Profilabdrucks erfolgt, da die Härte der Schneide das Mehrfache der Härte der Bleiplatte beträgt. Die Verwendung einer Okularnetzmeßplatte mit feinerer Gitternetzteilung erhöht die Meßgenauigkeit beim Ausmessen kleiner Schneidenradien ($r_s < 0,05$ mm) wesentlich. Durch Verwenden einer Abstandslehre mit einem Meßbereich über 1 mm wird ebenfalls die Genauigkeit beim Ermitteln des Abstands Schneide-Gegenschneide $a > 1$ mm erhöht.

3. Ergebnisse

Die experimentellen Untersuchungen unter Praxisbedingungen haben bestätigt, daß in Abhängigkeit von der durchgesetzten Gutmasse und von den Stoffparametern des Halmgutes eine Abnutzung der Schneidelemente auftritt (Bild 6) [7]. Am Beispiel der Abhängigkeit der mittleren Häcksellänge l_m vom Schneidenradius r_s (Bild 7) wird deutlich, daß die Abnutzung der Schneidelemente eine Verschlechterung des Zerkleinerungsgrades zur Folge hat. Jeder Meßpunkt in den Bildern 6 und 7 ist durch Mittelwert und Standardabweichung statistisch gesichert. Für den Schneidenradius r_s wurden diese Werte unter Voraussetzung der Normalverteilung aus jeweils 24 Einzelmessungen (vgl. Meßprotokoll im Bild 1) ermittelt, wobei sich ein Variationskoeffizient von 0,35 ergibt. Zur analytischen Beschreibung der gewonnenen funktionalen Abhängigkeiten wurde mit Hilfe

Bild 4 Schematische Darstellung des Sehfelds durch das Mikroskop beim Einrichten des Bleiabdrucks in das Gitternetz der Okularnetzmeßplatte; Bleiplatte schraffiert eingezeichnet

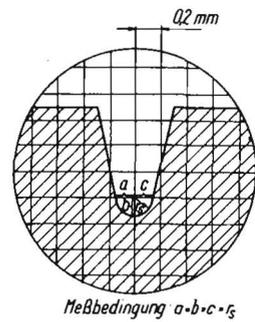


Bild 5. Fotografische Darstellung des Profilabdrucks einer abgenutzten Schneide ($r_s = 0,46$ mm)

der EDV nach dem Quellprogramm Statistiksystem eine Regressionsrechnung durchgeführt, woraus die Parameter der Regressionsgleichungen exakt bestimmt werden konnten. Das Signifikanzniveau der linearen Regression beträgt 99%, was den linearen Ansatz rechtfertigt. Die Vergrößerung des Schneidenradius r_s hat nicht nur Auswirkungen auf den Zerkleinerungsgrad, ausgedrückt durch die mittlere Häcksellänge, zur Folge, sondern führt gleichzeitig zur Minderung der Schnittqualität. Mikroskopische Aufnahmen von der Schnittfläche der Häckselstücke bei scharfer und abgenutzter Schneide zeigen diesen Zusammenhang (Bild 8). Liegen repräsentative Untersuchungsergebnisse über das Abnutzungsverhalten der Schneidelemente und die Auswirkungen auf den Zerkleinerungsgrad vor, so kann die Aussonderungsgrenze der Häckselmesser wie folgt bestimmt werden: Ist die geforderte Häcksellänge in der ATF vorgeschrieben, so wird über die Verknüpfung der Regressions-

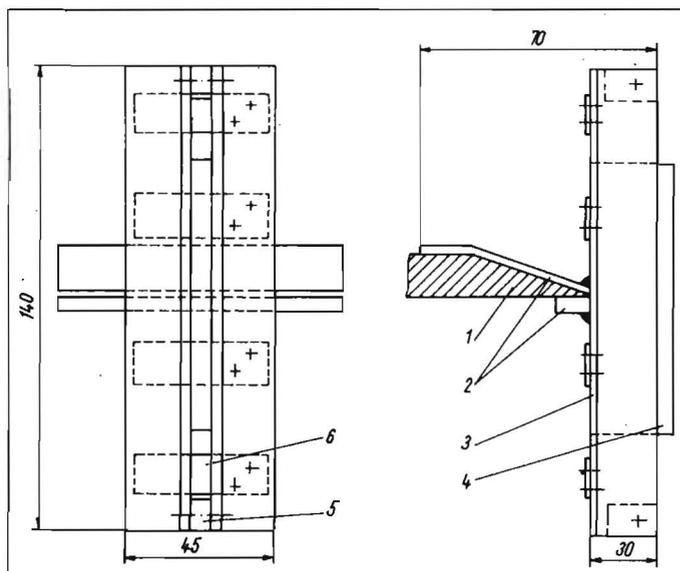
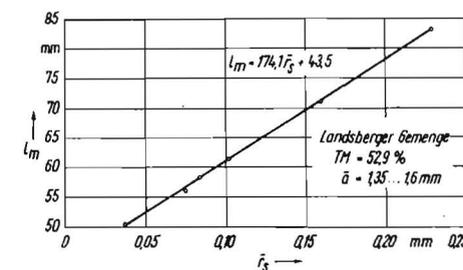
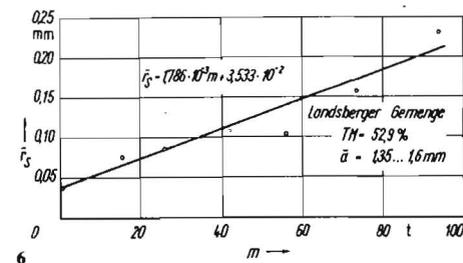


Bild 3 Hilfseinrichtung zur Aufnahme des Schneidenradius mit Hilfe eines Bleiabdrucks; 1 Schneide, 2 Anschlag, 3 Führungswinkel, 4 Bleiplatte, 5 Distanzstück, 6 Federblech

Bild 6 Abhängigkeit des mittleren Schneidenradius \bar{r}_s von der geernteten Gutmasse m

Bild 7 Abhängigkeit der mittleren Häcksellänge l_m vom mittleren Schneidenradius \bar{r}_s



gleichungen $\bar{r}_S = f(m)$ (Bild 6) und $l_m = f(\bar{r}_S)$ (Bild 7) durch Auflösen nach m der Zeitpunkt des Nachschärfens der Häckselmesser festgelegt. Weitere Forschungsarbeiten müssen zeigen, ob diese Methode allgemein anwendbar ist.

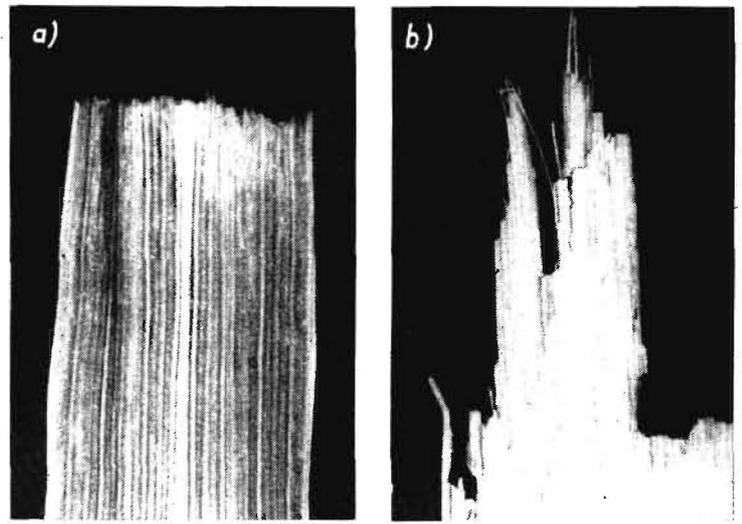
4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird eine Methode zur Ermittlung der Verschleißparameter am Häckselaggregat des Feldhäckslers unter Praxisbedingungen vorgestellt. Für statistische Großuntersuchungen hat sich die quantitative Ermittlung der Verschleißparameter Schneidenradius und Abrundung der Gegenschneide nach dem Bleiabdruckverfahren sehr gut bewährt. Neben dem methodischen Ablauf der Untersuchungen werden die verwendete Meßtechnik sowie ausgewählte Untersuchungsergebnisse beschrieben. Ausgehend von dem signifikanten Zusammenhang zwischen Abnutzung der Schneidelemente und Zerkleinerungsgrad wird eine Möglichkeit zur Bestimmung der Aussonderungsgrenze der Häckselmesser aufgezeigt.

Literatur

- [1] Sindermann, H.: Bericht zur „Direktive des IX. Parteitag der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976—1980“. Berlin: Dietz Verlag 1976.
- [2] Agrotechnische Forderungen (ATF) an den Feldhäcksler (unveröffentlicht).

Bild 8
Auswirkung der Abnutzung der Schneide auf die Schnittqualität;
a) Schnittfläche bei einem Schneidenradius $r_s = 0,03$ mm
b) Schnittfläche bei einem Schneidenradius $r_s = 0,46$ mm



- [3] Höhn, K.; Schwedler, R.: Untersuchungen zur Zerkleinerung von Halmgut. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Studie 1975 (unveröffentlicht).
- [4] Plötner, K.; Schwedler, R.; Höhn, K.: Zur Zerkleinerung von Halmgut. agrartechnik 25 (1975) H. 12, S. 610—613.
- [5] Johne, D.: Bestimmung des Zusammenhanges zwischen Häcksellängenzusammensetzung des Erntegutes, Durchsatz, Schneidspaltgröße und Verschleißzustand der Schneidorgane am Feldhäcksler. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht).
- [6] Dworek, R.: Technologisch-ökonomische Untersuchungen zur Verfahrensentwicklung in der Getreidernte. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Forschungsabschlußbericht 1976 (unveröffentlicht).
- [7] Creifelds, A.: Untersuchung des Abnutzungsverhaltens der Häckselmesser eines Feldhäckslers. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht). A 1636

Möglichkeiten zur Senkung der Ernteverluste am Feldhäcksler E 280 bei der Getreideganzpflanzenernte¹⁾

Dipl.-Ing. R. Dworek, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR, Betriebsteil Potsdam-Bornim

Die Getreideganzpflanzenernte mit nachfolgender Trocknung und Pelletierung des Erntegutes ist ein Verfahren zur Herstellung von Teilmittel- und Fertigfutter für Wiederkäuer auf der Basis von Korn und Stroh. Zur Getreideganzpflanzenernte wird in der DDR vorrangig der Feldhäcksler E 280 im Mähhäckselverfahren eingesetzt [1][2]. Dabei treten am Feldfutterschneidwerk und am Zuführsystem des Häckselaggregats Ernteverluste auf. Die Ernteverluste entstehen durch ungenügende Abstimmung der Arbeitsorgane auf die Erntebedingungen des Getreides, da diese ursprünglich nicht dafür konzipiert worden waren. Deshalb wurden die Verlustursachen an der Erntemaschine während des Einsatzes untersucht und der Einfluß von Betriebs- und Konstruktionsparametern ermittelt.

1. Ernteverluste am Feldfutterschneidwerk des Feldhäckslers

Die Getreidehalme werden durch die Haspel des Feldfutterschneidwerks dem Normalschnittbalken zugeführt, zwischen Messer und Gegenschneide geschnitten und durch die Haspel zur Querrördernecke transportiert. Nach der Zusammenführung des Erntegutes in der Mitte

des Schneidwerks erfolgt die Übergabe auf das Zuführsystem des Häckselaggregats. Die Arbeitselemente bzw. Baugruppen verursachen durch Schlageinwirkung, unzureichendes Aufnehmen der Halme und unterschiedliche Relativgeschwindigkeiten Verluste in Form von Körnern, Ähren, Ährenstielen, Halmteilen und ganzen Pflanzen. Eine beson-

dere Bedeutung besitzt dabei die Bestimmung der Körnerverluste, da die Körner die höchste Nährstoffkonzentration enthalten. Die Verluste am Feldfutterschneidwerk bei der Getreideganzpflanzenernte teilt man nach ihrer Erscheinungsform ein in:

- Aufnahmeverluste
- Spritzkörnerverluste

Bild 1
Aufnahme- und Spritzkörnerverluste in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit am Feldfutterschneidwerk

