

Thomas Herlitzius, Uwe Becherer und Jens Teichmann

Messer von Feldhäckslern zum richtigen Zeitpunkt schleifen – Grundlagenuntersuchungen

Beim Einsatz eines Feldhäckslers zum Ernten von Pflanzenmaterial kommt es zum Verschleiß von Häckselmessern und Gegenschneide. Durch die Messerschleifeinrichtung können die Messer geschärft werden. Als Maß hierfür gelten die Erfahrung des Bedieners und verschiedene betriebswirtschaftliche Aspekte. Unterschiedliche Fahrer beurteilen den gleichen Zustand der Messer unterschiedlich. Das führt dazu, dass die Fahrer einen unterschiedlichen Schleifzeitpunkt wählen. Sie versuchen, zwischen bester Schnittqualität mit scharfen Messern und weniger scharfen Messer und damit erhöhtem Kraftstoffverbrauch zu optimieren. Die Analyse der Veränderung des Schärfezustandes von Häckselmessern über der Zeit wurde an der TU Dresden an einem Versuchsstand durchgeführt und im Feldeinsatz verifiziert. Zu bestimmten Betriebszeitpunkten sind Verschleißzustände an der Schneide der Messer erfasst worden. Die Ergebnisse lassen eine Analyse des Verschleißverhaltens zu und können als Richtwert für eine wirtschaftliche Mindestschärfe dienen.

Schlüsselwörter

Schnittprinzipien, Grassilageernte, Häckseltrommelmesser, Messerverschleiß

quality and power consumption. The article describes how knife wear can be defined in terms of cutting edge radius, which was evaluated in its relation to wear in lab and field tests.

Keywords

Cutting principles, forage harvest, forage harvester knife, knife wear

Abstract

Herlitzius, Thomas; Becherer, Uwe and Teichmann, Jens

Knive Sharpness on SPFH – Basic Research

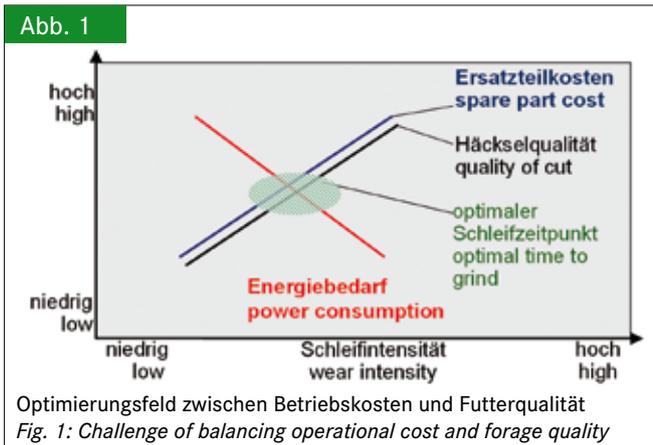
Landtechnik 64 (2009), no. 2, pp. 131 - 133, 5 figures,
2 tables, 4 references

Knives on Self Propelled Forage Harvesters are wear parts that usually last a season. Knife condition is important for the quality of cut and the power consumption, which is watched by the operator, who decides at what point in time to start the automatic grinding cycles to re-sharpen the knives of the cutting drum. Based on the actual knife wear the operator has also to define the duration of the cycle. Field research reveals that operators judge the wear differently and partly incorrect, which causes a non-optimal balance between cost of spare knives, cutting

■ Bei der Futterernte hat der selbstfahrende Feldhäckslers eine große Bedeutung. Während er sich in der Halmguternte der Konkurrenz des Ladewagens stellen muss, ist er für Silomais die mit Abstand produktivste und wirtschaftlichste Maschine. Die theoretische Durchsatzleistung moderner selbstfahrender Feldhäckslers beträgt weit über 200 t in der Stunde. Zusätzlich zur stetigen Erhöhung der Produktivität von Feldhäckslern ist eine wachsende Bedeutung für die Ernte von Biomasse zur energetischen Verwertung zu erkennen. In Deutschland wurde 2008 eine Fläche von 1,75 Mio. ha zur Produktion von Energiepflanzen genutzt. Die Statistik des Jahres 2006 weist aus, dass 6,3 % des Kraftstoffbedarfes in der Form von Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl gedeckt wurde [1]. Die Bundesregierung schätzt für 2015, dass 8 % des Kraftstoffbedarfes aus Biomasse gedeckt werden [1] und dass 2020 sogar 33 % der Ackerfläche für Energiepflanzen verwendet sein könnten [2].

Heute werden weltweit jährlich etwa 2000 bis 2500 selbstfahrende Feldhäckslers verkauft. Der leistungsstärkste momentan auf dem Markt befindliche Häckslers ist der Big X 1000 der Firma Krone mit 750 kW Motorleistung.

Das Nachschleifen der Messer des Häckselaggregates ist eine



wichtige Voraussetzung für einen energetisch günstigen und qualitativ hochwertigen Schnitt. Durch den Einsatz moderner Elektronik und Sensoren ist heute der Schleifvorgang und das Nachstellen des Schneidspaltes (Abstand zwischen Messer und Gegenschneide) vollständig automatisiert. Allein die Entscheidung, wann der Schleifvorgang einzuleiten ist und in welcher Intensität die Messer geschliffen werden, obliegt dem Bediener der Maschine und hängt von seinen Fähigkeiten ab, diese Parameter richtig abzuschätzen. Daraus leitet sich die Aufgabe ab, Grundlagenwissen zu erarbeiten, das eine Optimierung von Schnittqualität, Energiebedarf und Kosten für Ersatzmesser ermöglicht. In **Tabelle 1** ist der monetäre Rahmen dieser Optimierungsaufgabe abgesteckt und in **Abbildung 1** ist das Kennfeld und die Tendenzen der Parameter dargestellt.

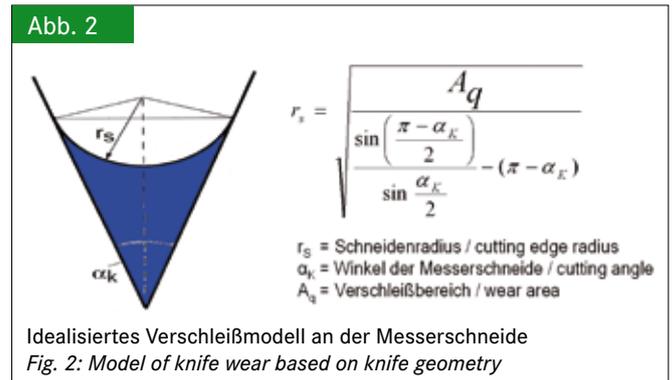
Theoretische Betrachtung des Verschleißvorganges und Messungen am Versuchsstand

Unter Messerverschleiß am Feldhäcksler ist das Abtragen von Material an der als Schneidkeil fungierenden Messerspitze zu verstehen. Bekannterweise nimmt die Schnittkraft mit der Vergrößerung des Winkels der Messerschneide zu. Die Einflüsse des realen Verschleißes im Feldeinsatz sind vielfältig, da der Materialabtrag nicht gleichmäßig ist und von vielen verschiedenen Einflüssen abhängt. Besonders zu nennen sind Einwirkungen von Fremdkörpern und inhomogene metallurgische Eigenschaften der Messer. In einem idealisierten theoretischen Modell wurde der Rückgang des Schneidenradius mit Hilfe der geometrischen Form der Messerspitze definiert, die in Korrelation mit dem Verschleiß gebracht werden kann. Heinrich stellte die Hypothese auf, dass der Verschleiß als funktioneller

Tab. 1

Kosten für den Einsatz eines Feldhäckslers mittlerer Leistung (400 kW)
Table 1: Cost figures for a Self Propelled Forage Harvester

Anschaffungskosten	215.000,00 €
Maschinenkosten	160 € / ha
Vorsatzkosten	10 bis 15 € / ha
Energiebereitstellung - Kraftstofftank	1.000 l Fassungsvermögen entspricht 1.000 bis 1.400 € / Tankfüllung
Ersatzteilkosten durch Messerverschleiß	500 ... 1.500 € / Messersatz



Zusammenhang zwischen dem Radius der Messerspitze und der abgetragenen Fläche betrachtet werden kann [3], wobei der Schneidenradius, wie in **Abbildung 2** gezeigt, in einen direkten Zusammenhang mit dem veränderlichen Winkel der Messerschneide gebracht wird.

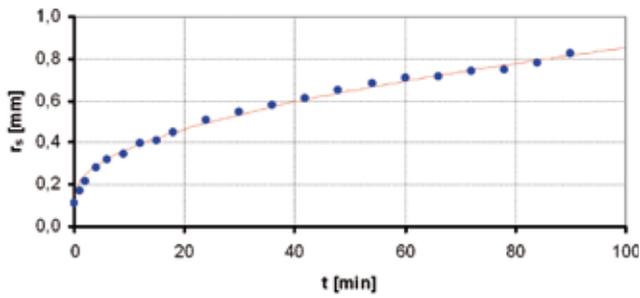
In einem Laborversuchsstand wurde der zeitliche Verlauf des Verschleißverhaltens untersucht, wobei entsprechend der Theorie der Schneidenradius r_s als verschleißrelevantes Merkmal über der Versuchszeit protokolliert wird. Zur Versuchsdurchführung rotiert ein eingespanntes Messer mit einer Drehzahl von $1\,230\text{ min}^{-1}$, durch einen kontinuierlich fallenden Schleier eines homogenen Gemisches aus Quarzsand definierter Körnungen. An zwei Positionen auf der Bahnkurve des Messers, bei denen die Umfangsgeschwindigkeiten von $32,8$ und $36,7\text{ m/s}$ vorliegen, wird die Veränderung des Radius über der Versuchszeit aufgenommen. **Abbildung 3** zeigt die Ergebnisse einer Versuchsreihe, bei der über die Versuchszeit von 90 min 21 Abdrücke des Messerradius genommen wurden. Der Zeitverlauf des gemessenen Verschleißes bei gleich bleibender abrasiver Belastung durch den Sandschleier bestätigt den theoretischen Zusammenhang von Radius und abgetragem Material an der Messerspitze.

Untersuchungen unter Feldbedingungen

Nach der Bestätigung der Verschleißhypothese unter Laborbedingungen ist der nächste Schritt die Untersuchungen von Verschleißvorgängen im realen Erntebetrieb eines Feldhäckslers. Dazu wurden drei Verschleißmessungen an der Maschine eines Lohnunternehmers durchgeführt. Weiterhin sollten Erkenntnisse zum Schleifverhalten verschiedener Fahrer gesammelt werden, wofür zwei Häcksler über 5 Tage bei der Arbeit begleitet worden sind (**Abbildung 4**). Der Schneidenradius wurde jeweils vor und

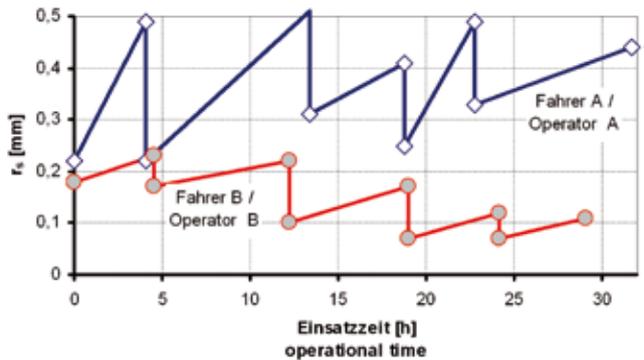
nach den von den Fahrern nach eigenem Ermessen durchgeführten Schleifvorgängen gemessen. In **Tabelle 2** sind die wichtigsten Informationen zu den verschiedenen Fahrern zusammengestellt. Wie aus **Abbildung 4** zu erkennen ist, versteht der Fahrer B die Komplexität des Verschleißvorganges seiner Maschine nicht vollständig und erzeugt durch übermäßiges Schleifen einen unnötig hohen

Abb. 3



Veränderung des Schneidenradius in Abhängigkeit von der Einsatzzeit
 Fig. 3: Change of cutting edge radius during operation

Abb. 4



Schleifverhalten der Fahrer
 Fig. 4: Operator behaviour of grinding knives

Messerverschleiß, der sich nicht in diesem Maß im Maschinenleistungsbedarf bzw. der Schnittqualität widerspiegelt. Untersuchungen von Neuhauser kamen zu einer ähnlichen Schlussfolgerung [4].

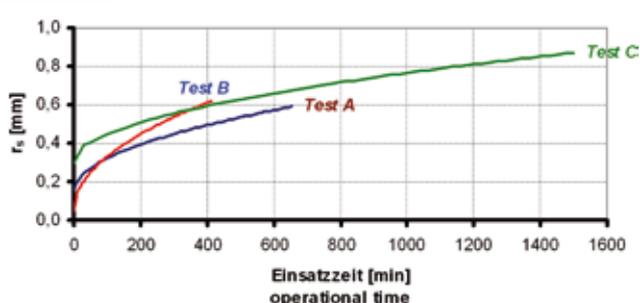
Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse der kontinuierlichen Radienmessung an einem anderen Häcksler, der über drei Schleifzyklen begleitet wurde. Diese Messungen zeigen sehr repräsentativ, wie unterschiedlich die Messer aufgrund der Feldbedingungen über der Einsatzzeit verschleßen und wie schwer es den Bedienern fällt, die Schleifintensität dem realen Verschleiß anzupassen. Die Streuung der Messpunkte war in den Feldversuchen signifikant höher als im Labor, was auf die Überlagerung von Verschleiß und Schädigung durch Fremdkörper zurückzuführen ist. Dennoch konnten die typischen Verschleißverhalten, die im Labor gefunden wurden, nachgewiesen werden.

den, dass die Verschleißtheorie mit einem degressiven Verhalten der Vergrößerung des Schneidenradius als Funktion des abgetragenen Materialvolumens richtig ist. Daraus können Grundlagen zur Optimierung des Schleifzeitpunktes getroffen werden. In der Praxis weicht der Verlauf des Verschleißes vom idealisierten Verlauf im Laborversuchsstand ab. Haupteinflussfaktoren für die Varianz in den Verläufen sind die Guteigenschaften, die Gutfeuchte und Fremdkörper. Mit weiteren Versuchen muss eine statistische Absicherung der Ergebnisse erreicht werden. Der Schwerpunkt liegt darauf, den Einfluss der wechselnden Guteigenschaften zu verstehen.

Schlussfolgerung

Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt wer-

Abb. 5



Veränderung des Schneidenradius in Abhängigkeit von der Einsatzzeit
 Fig. 5: Change of cutting edge radius during operation

Tab. 2

Charakterisierung der Fahrer
 Table 2: Operator behaviour and wear evaluation

	Fahrer A	Fahrer B
Erntegut	Gras	Gras
Schleifzeitpunkt	immer mittags geschliffen	immer morgens geschliffen
Wahl des Schleifzeitpunktes	Fahrer entscheidet selbst über die Schleifintensität	Fahrer entscheidet selbst über die Schleifintensität
Bewertung	Messer wurden gleichmäßig „stumpf gefahren“, Schleifintensität wurde gut an die vorgefundene „Messersunschärfe“ angepasst	Messer waren zu jedem Zeitpunkt scharf, vordefiniertes Schleifverhalten, das den gegebenen Verhältnissen nicht angepasst wird

Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz http://www.bmelv.de/cln_045/nn_1081138/DE/081-NachwachsendeRohstoffe/Biokraftstoffe/BiokraftstoffeDatenFakten.html__nnn=true
- [2] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz http://www.bmelv.de/nn_1021300/DE/081-NachwachsendeRohstoffe/AussagenBioenergieUndNaWaRo/FlaechenNutzungskonkurrenz.html__nnn=true
- [3] Heinrich, A.: Grundlagen für ein Messsystem zur Bestimmung des Verschleißzustandes des Häckselaggregates eines Feldhäckslers, Dissertation, TU Dresden, 2007
- [4] Neuhauser, H., K. Wild und J. Mitterleitner: Standfestigkeit von Häckseltrommelmessern. Landtechnik 54, (1999), H.5, S. 294 - 295

Autoren

Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Herlitzius ist Leiter des Lehrstuhles Agrarsystemtechnik, Dipl.-Ing. Uwe Becherer und Dipl.-Ing. Jens Teichmann sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl Agrarsystemtechnik, Institut für Verarbeitungsmaschinen und mobile Arbeitsmaschinen der TU Dresden, 01062 Dresden; E-Mail: herlitzius@ast.mw.tu-dresden.de