

# Häckselmesser und Gegenschneide eines Feldhäckslers

## Allgemeine Betrachtungen zu Schneidspalt und Verschleißzustand

*Der Einfluss des Schneidspaltes sowie des Verschleißzustandes der Häckselmesser und der Gegenschneide auf die Schnittenergie spielen bei immer größer werdenden Durchsatzleistungen moderner Feldhäckslers eine ernstzunehmende Rolle hinsichtlich des Leistungsbedarfes. Es soll ein Überblick über den technischen Stand der Verschleißmessung und der Schneidspalteinstellung gegeben und die Notwendigkeit dieser Arbeiten begründet werden.*

Die Größe des Schneidspaltes und der Verschleißzustand von Häckselmessern und Gegenschneide haben einen maßgeblichen Einfluss auf die ordnungsgemäße und energetisch günstige Zerkleinerung. Das Ein- und Nachschleifen der Messer und das damit verbundene Einstellen des Schneidspaltes sind deshalb wichtige und regelmäßig durchzuführende Arbeiten beim Häckseln von Siliergütern. Um den Häckselprozess nur für minimale Zeit und zum richtigen Zeitpunkt zu unterbrechen, ergibt sich die Forderung nach der Überwachung des Verschleißzustandes, einem möglichst kurzen Schleifprozess und einer automatisierten Einstellung des Schneidspaltes. Der Einfluss der Parameter Schneidspalt und Verschleißzustand auf die benötigte Schnittenergie und die technischen Möglichkeiten der Messung und Überwachung dieser Größen soll im Folgenden betrachtet werden.

### Einfluss von Schneidspalt und Verschleißzustand auf den Energiebedarf

Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Verschleißmessung und zur Schneidspalteinstellung am Lehrstuhl Landmaschinen wurden Schnittkraftmessungen an einem stationären Häckselaggregat durchgeführt und daraus die Schnittenergien bestimmt. Als Versuchsgut wurden Weizenstroh, Anwelkgut und Mais verwendet. Die in *Bild 1* und *Bild 2* dargestellten Ergebnisse wurden

mit Weizenstroh ermittelt: Die Schnittenergie wurde aus den zeitlichen Verläufen der Schnittkraft,  $F_S(t)$  durch Integration bestimmt.

$$\int_{t_0}^{t_1} k_S \cdot F_S(t) dt \quad k_S = U_T \cdot n_T$$

$t_0$ : Beginn des Schnittvorganges an einem Messer

$t_1$ : Ende des Schnittvorganges an einem Messer

$U_T$ : Häckseltrommelumfang

$n_T$ : Häckseltrommeldrehzahl

Die für die Parameter – scharf geschliffene Messer, scharfe Gegenschneide und 0,25 mm Schneidspalt – ermittelte Schnittenergie wurde auf 100 % festgelegt. Die mit anderen Parametern ermittelten Schnittenergien sind auf diesen Wert bezogen dargestellt.

Der Einfluss der Schärfe der Messer (Schneidkantenradius) auf die Schnittenergie ist deutlich zu erkennen. Schon eine Abnutzung von 0,3 mm Schneidkantenradius führt gegenüber einem scharf geschliffenen Messer zu einer Erhöhung der Schnittenergie um rund 100% (*Bild 1*). Der Einfluss des Schneidspaltes auf die Schnittenergie ist bei scharf geschliffenen Messern eher gering, bereits bei geringer Abnutzung der Messer hat aber auch der Schneidspalt einen erheblichen Einfluss auf die Schnittenergie. Ähnliche Tendenzen stellte [2] an einer Labormesseinrichtung fest.

Auch die Schärfe der Gegenschneide hat einen ähnlichen Einfluss auf die Schnittenergie. Hier führt ein Schneidkantenradius der

Dipl.-Ing. André Heinrich ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Landmaschinen (Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhardt), Institut für Verarbeitungsmaschinen, Landmaschinen und Verarbeitungstechnik der TU Dresden, Bergstraße 120, 01069 Dresden; e-Mail: heinrich@landmaschinen.tu-dresden.de

### Schlüsselwörter

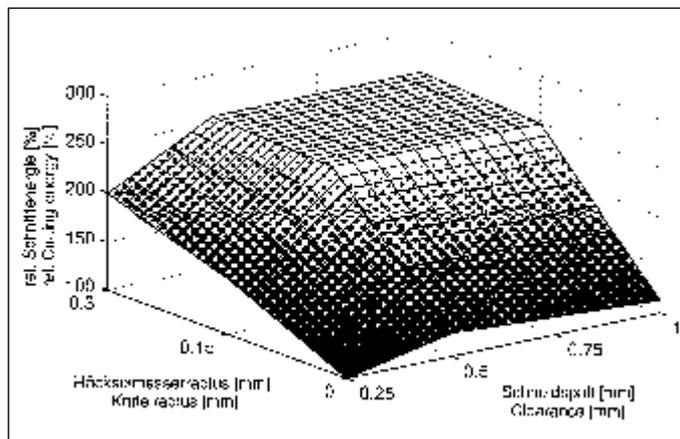
Feldhäckslers, Schneidspalt, Messerschärfe, Messverfahren

### Keywords

Forage harvesters, clearance between knife and counter shear bar, knife sharpness, measuring procedure

### Literatur

- [1] Neuhauser, H., K. Wild und J. Mitterleitner: Standfestigkeit von Häckseltrommelmessern. Landtechnik 54, (1999), H.5, S. 294 – 295
- [2] Liljedhal, J.B., G.L. Jackson, R.P. de Graff and M.E. Schroeder: Measurement of shearing energy. Agricultural Engineering 42, (1961), pp. 298 – 301



*Bild 1: Relative Schnittenergie in Abhängigkeit von Häckselmesserradius und Schneidspalt*

*Fig. 1: Relative cutting energy depending on knife radius and clearance*

Gegenschneide von 2,5 mm gegenüber einer scharfen Gegenschneide ebenfalls zu einer Erhöhung der Schnittenergie um etwa 90% (Bild 2). Der Schneidspalt spielt aufgrund der hier verwendeten scharfen Messer eine eher untergeordnete Rolle. Die bei noch stärkerer Abnutzung der Gegenschneide geringer werdenden Schnittenergien sind vor allem auf extrem schlechte Zerkleinerung zurückzuführen. Das Stroh wird regelrecht um die Kante der Gegenschneide gewickelt und von den Messern durch den Schneidspalt gezogen oder erst vom nächsten Messer geschnitten.

### Mögliche Verfahrensweisen zur Einhaltung günstiger Schnittbedingungen

Die Notwendigkeit günstiger Schnittbedingungen besteht also nicht nur aus Sicht der Zerkleinerungsqualität, sondern auch aus energetischer Sicht. Grundsätzlich können zwei Wege gesehen werden, um die Schnittenergie auf möglichst niedrigem Niveau zu halten:

- Konstanthalten von Schneidspalt und Verschleißzustand während des Häckselprozesses
- Überwachung des Verschleißzustandes, bei Erreichen eines Grenzwertes erfolgt das Nachschleifen der Messer und das Einstellen des Schneidspaltes.

Zum Konstanthalten von Schneidspalt und Verschleißzustand existiert jedoch im Moment keine umsetzbare technische Lösung, so dass im Weiteren die Überwachung des Verschleißzustandes mit dem Bedieneingriff Nachschleifen der Messer und Einstellen des Schneidspaltes betrachtet wird.

### Erkennung des Verschleißzustandes

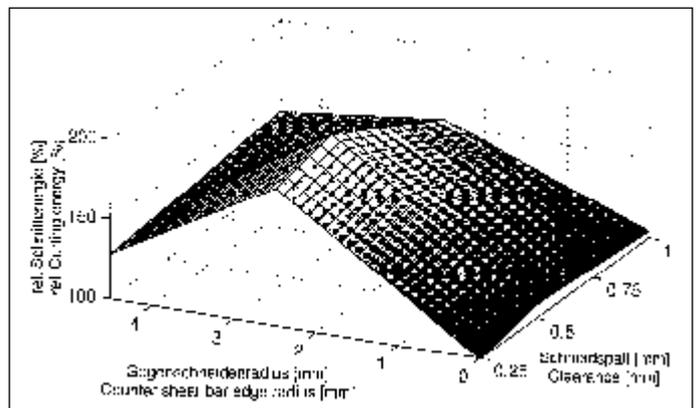
In der Praxis bestimmt der Fahrer nach Gehör, Leistungsreserven des Motors oder Häckselqualität (hoher Lieschenanteil bei Mais) den Zeitpunkt des Schleifens selbst. Da damit das Maß des Verschleißes nicht genau bekannt ist, wird auch der Schliff der Messer oft nur ungenügend gründlich durchgeführt [1].

Aus Patenten sind Lösungen bekannt, mit denen der Verschleiß messtechnisch bestimmt werden kann:

- Abtasten der Kontur mittels elektromagnetischer Sensoren / Näherungsinhibitoren: Der Sensor erzeugt während des Durchganges des Messers ein elektrisches Signal, aus dem die Kontur des Messers abgeleitet werden kann. Mit diesem Messverfahren kann die Schärfe der Messer nur an den Stellen, wo die Sensoren angebracht sind, ermittelt werden.
- Schnittkraftkomponentenmessung: Dabei werden die an den Messern und der Ge-

Bild 2: Relative Schnittenergie in Abhängigkeit von Gegenschneidenradius und Schneidspalt

Fig. 2: Relative cutting energy depending on counter shear bar radius and clearance



genschneide angreifenden Komponenten Schnitt- und Horizontalkraft gemessen. Aus dem Verhältnis und damit der Richtung der angreifenden Kraft wird der Rückschluss auf die Abnutzung gezogen. Der Verschleiß wird nicht punktförmig, sondern in der Summe über die gesamte Breite der Häckseltrommel bewertet.

Die Anforderungen an die Erkennung der Größe des Schneidspaltes im Häckselprozess und die Schärfe der Gegenschneide spielen hier eine eher untergeordnete Rolle, da die Messerschärfe sich im Häckselprozess am stärksten ändert, eine exakte Einstellung des Schneidspaltes nach dem Nachschleifen der Messer stattfindet und die Gegenschneide derzeit ohnehin nicht nachgeschliffen wird. Zudem beeinflusst die Schärfe der Gegenschneide im Vergleich zur Schärfe der Messer (bei gleichem Schneidkantenradius) die Schnittenergie wesentlich geringer.

### Schneidspalt

In der Praxis erfolgt die Einstellung des Schneidspaltes bei modernen Feldhäckselern meist mittels Klopfsensor. Dabei wird der Schneidspalt durch das Zustellen der Gegenschneide bis zum Kontakt mit den Messern verringert, was von dem Klopfsensor festgestellt wird. Darauf folgt ein Rückstellen der Gegenschneide um ein definiertes Maß. Eine andere Möglichkeit ist die Einstellung des Schneidspaltes durch den Fahrer. Hier wird die Gegenschneide ebenfalls bis zum Kontakt mit den Messern zugestellt, der Kontakt dabei vom Fahrer akustisch registriert. Das anschließend notwendige Rückstellen der Gegenschneide geschieht nach Abschätzung des Fahrers. Dadurch hängt bei dieser Einstellmethode die Genauigkeit sehr stark vom Können und der Erfahrung des Fahrers ab.

Aus Patenten sind weitere Lösungen bekannt, mit denen messtechnisch der Schneidspalt ermittelt und ein Grenzmaß festgestellt werden kann:

- Spaltmessung mittels Staudruck: Aus einer Düse in der Gegenschneide wird Luft in Richtung der Häckseltrommel geblasen, der Staudruck beziehungsweise die aus der Düse austretende Luftmenge ist das Maß für den Schneidspalt. Mit diesem Verfah-

ren kann der Schneidspalt nur an den Messstellen ermittelt werden.

- Spaltmessung mittels Kurzschluss/Berührung: Die Gegenschneide und die Häckseltrommel sind gegeneinander elektrisch isoliert und stellen zwei sich gegenüberstehende Pole dar. An diese Pole wird eine niedrige elektrische Spannung gelegt. Wenn die Messer die Gegenschneide berühren, wird dies durch den elektrischen Kontakt (Kurzschluss) festgestellt. Mit diesem Verfahren wird ebenfalls nur eine Aussage zur Stelle des geringsten Spaltes getroffen.
- Abtasten des Schneidspaltes mittels elektromagnetischer Sensoren/Näherungsinhibitoren: Der Sensor erzeugt während des Durchganges des Messers ein elektrisches Signal, aus dem der Abstand des Messers abgeleitet werden kann. Das Verfahren basiert auf demselben Prinzip wie das Verfahren zur Erkennung des Verschleißzustandes und kann gegebenenfalls mit diesem verbunden werden. Mit diesem Verfahren kann der Schneidspalt nur an den Messstellen ermittelt werden.

Bei dem Verfahren zur Spaltmessung mittels Kurzschluss/Berührung muss die Einstellung des Schneidspaltes durch Zustellen und darauf folgendes Rückstellen der Gegenschneide erfolgen. Die anderen Verfahren ermöglichen es, die Zustellbewegung bei Erreichen des gewünschten Schneidspaltes direkt zu stoppen.

Wird der Schneidspalt nur an definierten Punkten bestimmt, ist unbedingt eine Referenz zwischen den Messstellen und der Stelle des geringsten Schneidspaltes notwendig. Speziell die Abnutzung der Gegenschneide muss in diese Referenz einbezogen werden.

### Zusammenfassung

Der Einfluss von Verschleiß und Schneidspalt auf die Schnittenergie wurde betrachtet und damit die Notwendigkeit günstiger Schnittbedingungen wie scharfe Messer und ein minimaler Schneidspalt festgestellt und begründet. Im Weiteren wurden zwei Verfahrensweisen zur Einhaltung günstiger Schnittbedingungen und die technischen Möglichkeiten der Realisierung betrachtet.