

# Schnittvorgang im Feldhäcksler

Bei der Ernte von Grünfuttersilage werden heute vorzugsweise leistungsfähige selbstfahrende Feldhäcksler eingesetzt. Mit Hilfe einer Messertrommel wird das Gut geschnitten, beschleunigt und an die nachfolgenden Aggregate abgegeben. Ein großer Teil der Prozessenergie wird dabei für den Schnittvorgang benötigt. Mit Hilfe eines Versuchsstandes am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik wird der Schnittprozess in einer Häckseltrommel näher untersucht und analysiert. Dazu werden an einem vorgepressten Gutstrang Einzelschnitte durchgeführt. Der Schnittvorgang wird mit Hilfe von Kraftmessen an Messer und Gegenschneide sowie Hochgeschwindigkeitsaufnahmen dokumentiert und ausgewertet.

Dipl.-Ing. Andreas Haffert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.-H. Harms), Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, e-mail: [ilh@tu-bs.de](mailto:ilh@tu-bs.de).

## Schlüsselwörter

Feldhäcksler, Schneiden, Schnittenergie

## Keywords

Forage harvester, cutting, cutting energy

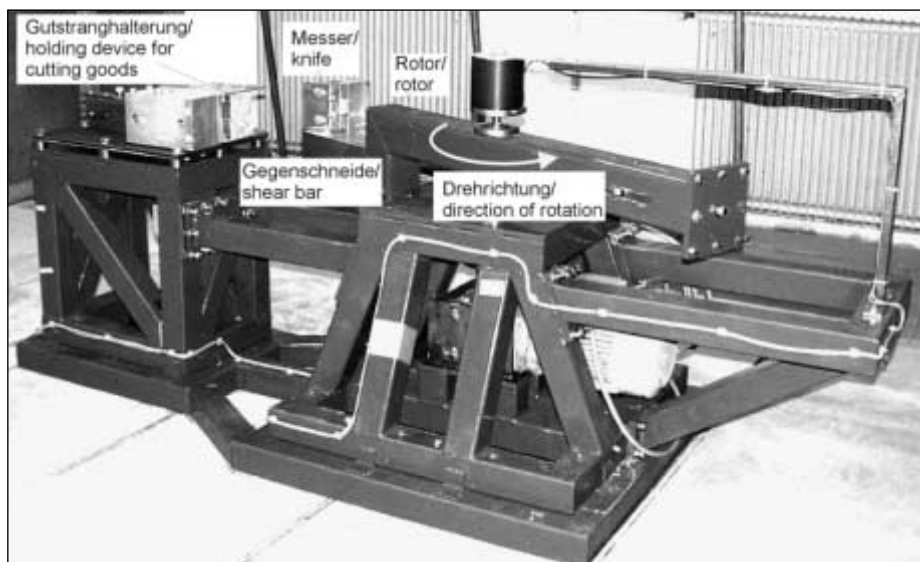


Bild 1: Schneidversuchsstand

Fig. 1: Cutting test rig

Der Schnitt- und Fördervorgang in Trommelfeldhäckslern ist bereits in [1] eingehend untersucht worden. Bei den Untersuchungen wurden Leistungsmessungen an unterschiedlichen Häckseltrommelgeometrien durchgeführt und die Energien für Schneiden, Beschleunigen und Reiben am Trommelboden bestimmt. Losgelöst vom Gesamtprozess wird nun der Schnittvorgang mit Hilfe eines Schneidversuchsstandes analysiert.

## Versuchsstand

Der vorher erwähnte stationäre Schneidversuchsstand (Bild 1) besteht zum einen aus einem horizontal drehenden Rotor, der in einem massiven Gestell gelagert ist und zum anderen aus einer mit dem Gestell festverbundenen Gutstranghalterung mit integrierter Gegenschneide. Der Rotor wird durch einen frequenzgeregelten Elektromotor angetrieben und kann in der Drehzahl stufenlos eingestellt werden. Das am Rotorende senkrecht angeordnete Messer ist an einer einseitig mit dem Rotor verschraubten Halterung befestigt (Bild 2). Dadurch kann der Schnittvorgang und der Gutfluss am Messer während und nach dem Schnittvorgang von oben mit einer Hochgeschwindigkeitskamera dokumentiert werden. Um die Einflüsse der Fliehkraft möglichst gering zu halten, wurde der Radius zwischen Drehpunkt Rotor und Messerspitze mit 1015 mm recht

groß gewählt. Der Gutstrang wird mit Hilfe einer speziellen Gutstranghalterung geformt und gehalten. Das Einlegen und definierte Vorpressen des Gutes erfolgt in einer separaten Einrichtung. Mit Hilfe von Kraftsensoren werden Schnittkräfte am Messer in tangentialer sowie radialer Richtung und am Gutstrang senkrecht zur Gegenschneide gemessen (Bild 2). Durch die Geometrie und Bauform des Versuchsstandes kann das folgende Versuchsspektrum realisiert werden:

- Gutstranghöhe 50 mm bis 170 mm
- Gutstrangbreite 150 mm
- Schneidspalt > 0,5 mm
- Schneidwinkel 25°, 40° und 55°

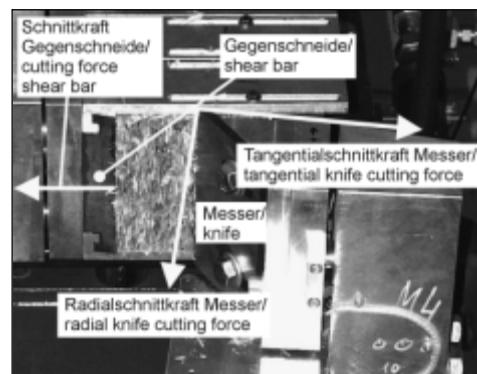


Bild 2: Kraftmessgrößen an Messer und Gegenschneide

Fig. 2: Force measurement at knife and shear bar

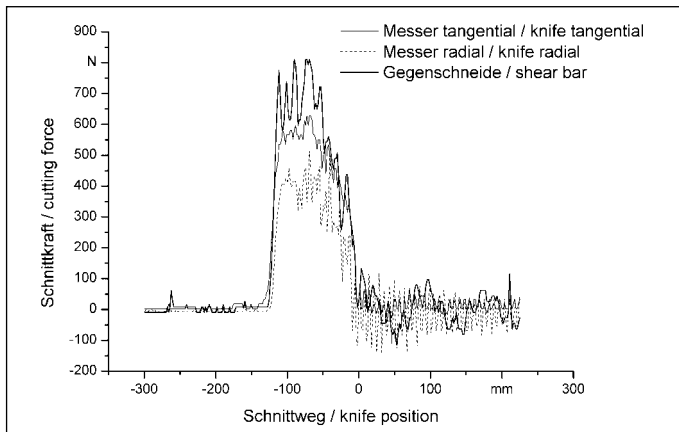


Bild 3: Schnittkräfte mit 5 m/s Schnittgeschwindigkeit bei Weidelgras

Fig. 3: Cutting forces at cutting velocity of 5 m/s applied to ryegrass

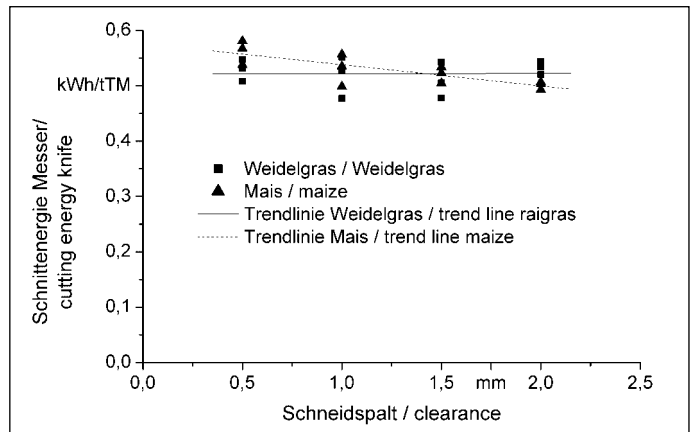


Bild 4: Schnittenergie in Abhängigkeit des Schneidspalts für Weidelgras und Mais (Schnittgeschwindigkeit 5 m/s)

Fig. 4: Cutting energy depending on clearance forces for ryegrass and maize (cutting velocity 5 m/s)

- Vorpressdruck im Gutstrang 0,025 MPa bis 0,8 MPa
- Schnittlänge 0 mm bis 70 mm
- Schnittgeschwindigkeit 5 m/s bis 40 m/s

### Versuchsdurchführung

Über die Rotordrehzahl wird die gewünschte Schnittgeschwindigkeit eingestellt. Anschließend wird der vorgepresste Gutstrang während einer Umdrehung des Messers um die eingestellte Schnittlänge vorgeschoben und einmal geschnitten. Durch eine spezielle Segmentierung der Guthalterung können drei Schnitte pro Gutstrang (pro Versuchseinstellung) durchgeführt und die Ergebnisse gemittelt werden. Die Bewegung des Gutes wird durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen in Form von Richtung und Geschwindigkeit ausgewertet. Versuchsreihen mit Gras und Mais stehen im Vordergrund. Um mit einer überschaubaren Anzahl von Versuchen einen Überblick über den Einfluss verschiedener Schnittparameter zu bekommen, werden zunächst Schnittparameter als Basis festgelegt. Diese sind:

- Versuchsgut: Gras / Mais
- Gutfeuchte: frisches Gut
- Schneidwinkel: 40°
- Keilwinkel: 40°
- Freiwinkel: 0°
- Anstellwinkel: 0°
- Gutstrangbreite: 150 mm
- Gutstranghöhe: ~ 150 mm
- Schnittlänge: 15 mm
- Vorpressdruck: 0,2 MPa
- Schnittgeschw.: 5 und 40 m/s
- Schneidspalt: 0,5 mm
- Messerspitze: scharf

Bei den Versuchsreihen wird jeweils nur einer dieser Parameter variiert. So ergibt sich eine gute Zuordnung der Versuchsergebnisse.

### Ergebnisse

In Bild 3 ist ein Kraftmessschrieb für Weidelgras bei einer Schnittgeschwindigkeit von 5 m/s dargestellt. Der Beginn des Schnittwegs ist deutlich erkennbar durch das Ansteigen der Kräfte im negativen Bereich des Schnittwegs. Bei Schnittweg 0 mm ist der Schnittvorgang abgeschlossen (Position der Gegenschneide). Über die spezifische Schnittenergie bezogen auf die Trockenmasse ist eine Vergleichbarkeit der Schnittvorgänge gegeben. Diese ergibt sich aus dem Produkt von Tangentialkraft und Schnittweg des Messers (Fläche unterhalb der Tangentialkraftkurve) unter Berücksichtigung der Gutfeuchte und der Bissenmasse (Masse des geschnittenen Gutes pro Schnitt). Bei den Untersuchungen zum Einfluss des Abstandes zwischen Messer und Gegenschneide (Schneidspalt) wurden die Ergebnisse aus [1] und [2] von der Tendenz her bestätigt. Es wurde ein Schneidspalt zwischen 0,5 mm und 2 mm untersucht. In Bild 4 ist der spezifische Energiebedarf bezogen auf die Trockenmasse über dem Schneidspalt für Weidelgras und Mais aufgetragen. Bei Vergrößerung des Spaltes ist eine gravierende Änderung der spezifischen Schnittenergie nicht erkennbar. Das leichte Abnehmen der Schnittenergie bei Mais kann auch durch Schwankungen der Versuchsergebnisse begründet sein. Gerade bei Mais ergeben sich zwangsweise durch unterschiedliche Stängel-Kolben-Anteile in der Schnittfläche stärkere Abweichungen der Ergebnisse als bei Gras.

Ein großer Schneidspalt wirkt sich im Wesentlichen beim Durchtrennen der unteren Schichten des Gutstrangs aus, da hier die fehlenden Stützkräfte darunter liegender Gutschichten für eine geringe Biegesteifigkeit des noch zu schneidenden Gutstrangs

führt. Dadurch kann es zum Verkleben des Gutes zwischen Messer und Gegenschneide kommen, was wiederum zu Reibverlusten führt. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn das Messer einen gewissen Verschleiß an der Schneide aufweist (größere Schnittkräfte => größeres Biegemoment am Gutstrang). Die in Bild 4 dargestellten Ergebnisse resultieren aus Versuchen mit einer großen Gutstranghöhe und einem scharfen Messer (siehe auch Basisgrößen Versuchsdurchführung). So sind die nur geringen Änderungen erklärbar.

### Zusammenfassung

Mit Hilfe des Schneidversuchsstandes ist es möglich, die Auswirkungen verschiedener Schnittparameter experimentell zu analysieren. Durch Messungen gewinnt man Erkenntnisse über Betrag und Richtung der Schnittkräfte und die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs für den jeweiligen Schnittvorgang. Weiterhin kann durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen die Dynamik des Gutstrangs und der Häckselteilchen hinsichtlich Geschwindigkeit und Richtung studiert werden.

### Literatur

- [1] Röhrs, W.: Untersuchungen zum Schneid- und Fräsvorgang in Trommelfeldh ckslern. VDI-Fortschrittberichte, Reihe 14, Nr. 37, Düsseldorf, 1988.
- [2] Heinrich, A.: H ckselmesser und Gegenschneide eines Feldh ckslers. Landtechnik 55 (2000), H. 6, S. 440-441