

Theoretische Betrachtungen über eine günstige Messerkurve für Scheibenradhäcksler

Von Dipl.-Ing. W. NOACK

DK 631.363.3:001

Bei der Mechanisierung der Innenwirtschaft von landwirtschaftlichen Betrieben spielt das Häckseln von Stroh, Heu und Grünfutter eine sehr wichtige Rolle. Erst durch das Häckseln wird Stroh, Heu und Grünfutter in eine Form gebracht, die es ermöglicht, alle Transporte, die mit diesen Gütern verbunden sind, durch Saug- bzw. Druckgebläse zu mechanisieren.

Die Vorteile des Häckselns wurden schon von vielen landwirtschaftlichen Betrieben erkannt, und es ist zu erwarten, daß sich die Häckselwirtschaft in weiteren Betrieben durchsetzen wird.

Durch die Einführung der Häckselwirtschaft wird sich naturgemäß der elektrische Leistungsbedarf der Häckselbetriebe durch den Einsatz von Häckslern erhöhen. Es soll daher in diesem Artikel der wirtschaftliche Leistungsbedarf von Scheibenradhäckslern durch günstige Formgebung der Messer behandelt werden.

Der normale Scheibenradhäcksler besteht aus mehreren um eine Antriebswelle rotierenden Messerträgern, auf denen im allgemeinen Messer mit gekrümmten Schneiden befestigt sind, die an dem Häckslermaul vorbeistreichen. Die Zuführung des Schnittgutes erfolgt zwangsläufig durch zwei Preßwalzen, so daß eine gewünschte Häcksellänge eingestellt und eingehalten werden kann.

Die Messerträger des Scheibenradhäckslers sind zugleich als Wurfschaufeln ausgebildet und stellen damit ein Förderorgan dar, das gegenüber anderen Häckslertypen vorteilhaft arbeitet. Nachteilig dagegen ist die Herstellung der gekrümmten Messerkurve.

1 Allgemeine Betrachtungen über den Schnitt mit kreisenden Messern

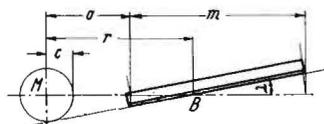
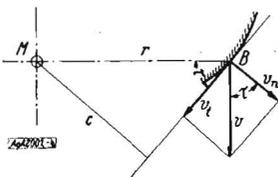
Bei fast allen Scheibenradhäckslern wird heute der „ziehende Schnitt“ verwirklicht. Durch den ziehenden Schnitt verhindert man den hackenden Gang des Häckslers. Auf die Vorteile des ziehenden Schnittes wies zum ersten Male *Fr. Hendrichs* [1] hin. Seine zahlenmäßige Bestimmung stammt von *W. Gorjatschkin* [2]. Er ging davon aus, daß das Messer beim Schneiden nicht nur normal zur Schneide, sondern auch in Schneidenrichtung bewegt wird. Als Maß des ziehenden Schnittes führte er den „Gleitkoeffizienten“ ein.

Nach Bild 1 läßt sich die Bewegung v eines Schneidpunktes B , der sich um M dreht, in zwei Bewegungskomponenten zerlegen, nämlich in eine Bewegung parallel zur Schneide v_t und in eine Bewegung normal zur Schneide v_n . Der Quotient beider Komponenten ergibt dann den von *Gorjatschkin* bezeichneten Gleitkoeffizienten $\operatorname{tg} \tau$

$$\frac{v_t}{v_n} = \operatorname{tg} \tau = \frac{c}{\sqrt{r^2 - c^2}}, \quad (1)$$

wobei τ den Gleitwinkel darstellt.

Versuche, die von *Konrad von Ow* [3] durchgeführt wurden, ergaben, daß sich die Schnittkräfte umgekehrt proportional zu den Gleitkoeffizienten verhalten.



Die Schnittkraft berechnet sich dann zu

$$P_s = C_1 \cdot C_2 \cdot f(h) \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \tau}. \quad (2)$$

P_s Schnittkraft,

C_1 Konstante, die die Schärfe der Schneide ausdrückt,

C_2 Konstante, die die Schneideigenschaft des Schnittgutes darstellt,

$f(h)$ eine Funktion, die von der Kissenhöhe des Schnittgutes abhängig ist,

$\operatorname{tg} \tau$ Gleitkoeffizient.

Für unsere theoretischen Betrachtungen ist das Schnittmoment von Wichtigkeit, weil es die wirtschaftliche Ausnutzung des Antriebsmotors und den ruhigen Lauf des Häckslers kennzeichnet.

Das Schnittmoment berechnet sich aus der Schnittkraft P_s multipliziert mit dem zugehörigen Hebelarm r des Messers. Es ist also

$$M_s = P_s \cdot r = C_1 \cdot C_2 \cdot f(h) \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \tau} \cdot r. \quad (3)$$

Diese Gleichung soll jetzt für verschiedene Messerkurven betrachtet werden, wobei gleiche Kissenhöhe h vorausgesetzt und der Faktor $C_1 \cdot C_2 \cdot f(h) = 1$ gesetzt wird.

Bei den nun folgenden theoretischen Betrachtungen beschränken wir uns auf den Fall, daß die Kissenmittellinie durch den Drehpunkt des Messerrades geht. Zum anderen soll die Schnittkraft nur auf der Kissenmittellinie angreifen. Für die diagrammatische Auswertung und für den Vergleich der Momentendiagramme der einzelnen Messerkurven untereinander soll von den gleichen Häckslermaulabmessungen ausgegangen werden. Die Maulbreite m soll 4,5 Einheiten und die Entfernung vom Drehpunkt der Messerradwelle bis Innenkante des Mauls a soll 1,5 Einheiten betragen (Bild 2 und 3). Die Abmessungen entsprechen im allgemeinen denen der bisher gebauten Scheibenradhäcksler.

1.1 Das Schnittmoment von Scheibenradhäckslern mit geraden Schneiden

Es wird hierbei von dem für unsere Betrachtungen vereinfachten Schnittmoment ausgegangen. Es war

$$M_{s(1)} = 1 \cdot \frac{r}{\operatorname{tg} \tau}, \quad (3a)$$

setzt man (1) in (3a) ein, so ist

$$M_{s(1)} = \frac{r \cdot \sqrt{r^2 - c^2}}{c}. \quad (3b)$$

Da bei Scheibenradhäckslern mit geraden Schneiden der Wert c konstant ist [3], folgt, daß das Schnittmoment über die Maullänge parabelförmig ansteigt und im Punkte c gleich Null wird ($\tau = 90^\circ$). Für $r < c$ ist das Schnittmoment imaginär, d. h. ein Schneiden ist in diesem Bereich nicht möglich.

Trägt man nun das vereinfachte Schnittmoment $M_{s(1)}$ über den Drehwinkel φ für $c = 1$ auf, so ergibt sich ein Kurven-

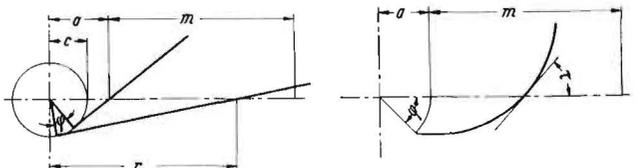


Bild 1 bis 4

oder

$$dr = \frac{r_A}{\operatorname{tg} \tau_A} \cdot d\varphi.$$

Diese Differentialgleichung gelöst, ergibt

$$r = \frac{r_A}{\operatorname{tg} \tau_A} \cdot \varphi. \quad (6)$$

Das ist die Gleichung der archimedischen Spirale.

Soll ein Scheibenhäckslers mit konstantem Schnittmoment laufen, so müssen die Schneiden der Messer nach einer archimedischen Spirale gekrümmt sein.

1.31 Ermittlung von τ_A unter Berücksichtigung, daß sich immer ein Messer im Schnitt befinden soll

Voraussetzung für den ruhigen Lauf eines Häckslers ist – wie schon hingewiesen –, daß das Schnittmoment jedes Messers bei jeder Messerstellung konstant ist und daß sich immer ein Messer im Schnitt befinden muß.

Die erste Bedingung wurde dadurch erfüllt, daß die Schneiden der Messer nach der archimedischen Spirale gekrümmt sind. Für die zweite Bedingung muß gelten, daß die Drehwinkelsumme der einzelnen Messer während einer Umdrehung des Messerträgers 2π betragen muß.

Der Drehwinkel der archimedischen Spirale berechnet sich zu

$$\varphi = \frac{\operatorname{tg} \tau_A}{r_A} \cdot r.$$

Dann ist der Drehwinkel eines Messers (von Schnittbeginn bis Schnittende)

$$\begin{aligned} \varphi &= \varphi_A - \varphi_B \\ \varphi &= \frac{\operatorname{tg} \tau_A}{r_A} \cdot r_A - \frac{\operatorname{tg} \tau_B}{r_B} \cdot r_B \\ \varphi &= \operatorname{tg} \tau_A - \operatorname{tg} \tau_B. \end{aligned} \quad (7)$$

Wird $\operatorname{tg} \tau_B$ durch $\operatorname{tg} \tau_A$ ausgedrückt und in (7) eingesetzt, so ist

$$\varphi = \operatorname{tg} \tau_A - \frac{r_B \cdot \operatorname{tg} \tau_A}{r_A}.$$

Setzt man jetzt

$$\frac{r_B}{r_A} = k,$$

so ist

$$\varphi = \operatorname{tg} \tau_A (1 - k). \quad (8)$$

Für eine ununterbrochene Schnittfolge ergibt sich

$$z \cdot \varphi = 2\pi,$$

wobei z die Zahl der auf dem Messerträger befestigten Messer darstellt.

In unserem Beispiel wurde $z = 4$ gewählt. Damit ergibt sich für eine ununterbrochene Schnittfolge ein Drehwinkel je Messer von $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Der größte Gleitwinkel am Ende des Schnittes ist dann

$$\operatorname{tg} \tau_A = \frac{\varphi}{1 - k} = \frac{1,57}{1 - \frac{1,5}{6}} = 2,09,$$

$$\tau_A = 64,5^\circ.$$

Zwar ist dieser Gleitwinkel nach *Wilsmann* [4] etwas zu hoch. Er gibt für $\tau_{\max} = 60^\circ$ an. Diese Forderung bezieht sich aber nur auf logarithmisch gekrümmte Messerformen. Für archimedisch gekrümmte Messerformen kann aber höher gegangen werden, weil der Gleitwinkel erst gegen Ende des Schnittes diesen Wert erreicht und ein Ausweichen des Schnittgutes nicht mehr möglich ist.

Die Schnittverhältnisse mit archimedisch gekrümmten Messerschneiden sind in den Diagrammen I und II (Kurve c) dargestellt (Bild 6 und 7).

Literatur

- [1] *Hendrichs, Fr.*: Maschinenbau, Bd. 7 (1928) S. 1012.
- [2] *Gorjatschkin, W.*: Die landwirtschaftliche Maschine. Charkow Bd. 5 (1930) Nr. 1 und 2.
- [3] *Von Ow, K.*: Beitrag zu den Versuchen mit Silohäckslern. Diss. (1934) München.
- [4] *Wilsmann, W.*: Technik in der Landwirtschaft. Wiesbaden (1925). A 2001

Untersuchungen über den Einfluß mechanischer Grünfutteraufbereitung auf den Trocknungsverlauf

Von Dipl. agr. R. GÄTKE

DK 631.362.7.001.5

In den letzten beiden Jahren wurden im I/L Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Verfahren zur Aufschließung des Grüngutes bei der Bodenheuerwerbung durchgeführt. In den nachfolgenden Ausführungen werden Auszüge aus den Versuchsergebnissen besprochen und daraus Folgerungen für den praktischen Einsatz derartiger Einrichtungen unter unseren Bedingungen gezogen.

1 Notwendigkeit zur Verkürzung der Trocknungszeit bei der Heugewinnung

1.1 In der Deutschen Demokratischen Republik beträgt der Anteil des natürlichen Grünlandes an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ungefähr 20%. Bei einem Vergleich der Erträge des Grünlandes mit denen des Ackerlandes ist festzustellen, daß sie bedeutend geringer sind. So berechnet *Blohm* [1] den Ertrag an Getreidewert (GW) für 1 dz Wiesenheu = 0,4 GW und für 1 dz Kartoffeln = 0,25 GW. Bei einem Ertrage von 50 dz Wiesenheu/ha wären das 20 GW/ha, gegenüber 50 GW/ha bei einem Kartoffelertrag von 200 dz/ha. Wenn sich auch das Grünland zum großen Teil nur auf Grenzböden erstreckt, die zur Ackernutzung unbrauchbar sind, erscheint es doch möglich, die Erträge sowohl direkt durch Steigerung der Erträge als auch indirekt durch restlose Bergung der gewachsenen Grünmasse zu erhöhen. Das natürliche Grünland birgt eine Ertragsreserve in sich, die es auszuschöpfen lohnt.

Der Anfall größerer Grünfutttermengen auf den Wiesen im Frühsommer verlangt geeignete Konservierungsverfahren, um diesen Stoß abpuffern und das anfallende Futter auf das ganze Jahr verteilen zu können. Das gebräuchlichste Verfahren ist z. Z. noch die Heuerwerbung.

1.2 Bei der Heuernte treten je nach Arbeitsmethode mehr oder weniger hohe Substanz- und Nährstoffverluste auf. Wenn es gelingt, sie auf ein Minimum herabzusetzen, läßt sich eine erhebliche indirekte Ertragssteigerung erzielen.

Neben Maßnahmen zur direkten Erhöhung der Erträge, wie Wasserregulierung, Düngung und Pflege [2], muß besonderer Wert auf eine möglichst verlustlose Einbringung des gewachsenen Ertrages gelegt werden. Bei unzweckmäßigen Erntemethoden und ungünstiger Witterung können Verluste entstehen, die bis zu 50% und mehr betragen [7].

Gelingt es nicht, das Grüngut in einem Tage [5] auf den zur Lagerung notwendigen Wassergehalt von 20% herabzutrocknen,