

1. Allgemeines

Die stürmische Entwicklung der sozialistischen Landwirtschaft in der DDR bedingt, daß die Landtechnik alle Anstrengungen unternimmt, um die einzelnen Arbeitsgänge in der Innen- und Außenwirtschaft zu mechanisieren. Dabei kann man nicht immer warten, bis der Landmaschinen- und Traktorenbau neue Maschinen und Geräte konstruiert hat, sondern dieses Ziel muß das Streben aller sein, die mit der Landtechnik mittel- oder unmittelbar verbunden sind. Es gibt eine ganze Reihe von RTS, MTS, Spezialwerkstätten und auch LPG, die sich mit dem Vereinfachen und Beschleunigen des Arbeitsprozesses in der Landwirtschaft sehr intensiv und zielstrebig beschäftigen. Natürlich kommt es dabei auch vor, daß bei bestimmten konstruktiven Gestaltungen mitunter gewisse Konstruktionsgrundsätze aus Unkenntnis außer acht gelassen werden, die zwar nicht funktionell in Erscheinung treten, sondern sich vielmehr auf die Qualität der Arbeit auswirken.

In diesem Aufsatz soll nun speziell auf den Bau von Schwadmähern mit einfacher Lattenhaspel eingegangen werden, da eine ganze Anzahl von Betrieben vielfach Frontschwadmäher für den RS 09 selbst bauen; um sie für den Schwadbruch zu verwenden. Vielfach konnten aber hierbei durch den Verfasser entscheidende Fehler festgestellt werden, so daß darum nachfolgend einige Zusammenhänge dargelegt werden sollen.

2. Voraussetzung für eine gute Haspelarbeit

2.1. Aufgabe der Haspel

Schon seit jeher gehört die Haspel bei Getreideerntemaschinen zu den wichtigsten Funktionselementen. Sie dient zum Herandrücken des Mähgutes an das Schneidwerk und beeinflußt die Arbeitsweise des nachfolgenden Förderelements. Daran ist zu erkennen, welchen Einfluß die Haspel auf die Arbeitsgüte der Maschine ausübt.

2.2. Forderungen an eine gute Haspelarbeit

Folgende Hauptforderungen sind an eine gute Haspelarbeit zu stellen:

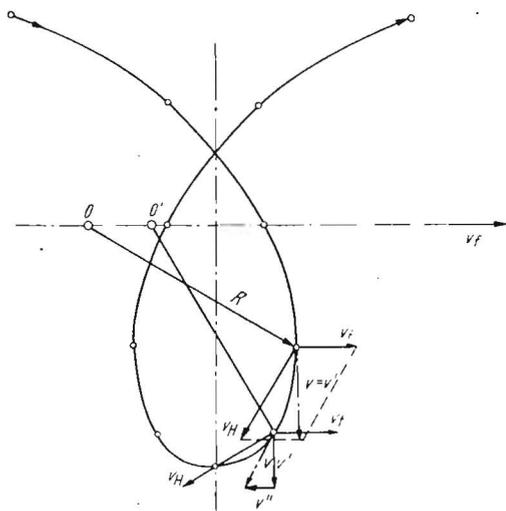


Bild 1. Verschlungene Zyklode als Weg der Haspellatten: beim Eintauchen der Haspel in den Getreidebestand (Stellung 0 der Haspelwelle) muß die Horizontalkomponente der res. Geschwindigkeit $v'' = 0$ sein. v_F : Fahrgeschwindigkeit, v_H : Haspelgeschwindigkeit, v : resultierende Geschwindigkeit, v' : Vertikal-komponente der resultierenden Geschwindigkeit, v'' : Horizontal-komponente der resultierenden Geschwindigkeit

2.2.1. Um ein Ausschlagen der Körner aus den Ähren zu vermeiden und ein Zurückfallen der geschnittenen Halme zu verhindern, müssen die Haspellatten die Halme unterhalb der Ähren, jedoch oberhalb des Schwerpunktes der geschnittenen Halme berühren.

2.2.2. Beim Eintauchen der Haspellatte in das Getreide muß die Horizontalkomponente der resultierenden Geschwindigkeit von Haspel und Erntemaschine gleich Null sein (Bild 1).

2.2.3. Beim weiteren Eintauchen der Haspellatte in das Getreide muß die Horizontalkomponente der resultierenden Geschwindigkeit von Haspel und Erntemaschine größer als Null und zur Maschine hin gerichtet sein.

Diese Forderungen lassen sich nur erfüllen, wenn die Haspellatten einen Weg in Form einer verschlungenen Zyklode zurücklegen, da der untere Schlaufenteil für die Qualität der Haspelarbeit ausschlaggebend ist.

2.3. Welche Hauptfaktoren sind bestimmend für eine gute Haspelarbeit?

Das Zustandekommen des unter 2.2. geforderten Schlaufenteils hängt wiederum von einigen Hauptfaktoren ab: Haspelgeschwindigkeit und praktische Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine, Erfassung der Getreidehalme durch die Haspelleiste, Durchmesser der Haspel und Stellung der Haspelwelle.

2.3.1. Haspel- und Fahrgeschwindigkeit

Aus Versuchen hat sich ergeben, daß die Haspelgeschwindigkeit v_H maximal nur 2,7 m/s gewählt werden kann, da lose in den Ähren sitzende Körner bereits bei $v_H = 3$ m/s aus den Ähren fallen. Andererseits ist bekannt, daß der Spelzenschluß unabhängig von der Getreidesorte mit zunehmender Reife nachläßt.

Die günstigste Haspelgeschwindigkeit bestimmt sich unter Verwendung eines Erfahrungskoeffizienten aus der Beziehung

$$v_H = C \cdot v_F$$

Darin sind

v_F : praktische Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschine
 C : Erfahrungskoeffizient, er beträgt 1,5 bis 1,7. Ist hauptsächlich abhängig vom Reifegrad des Getreides und sollte deshalb bei Maschinen zum Ernten in der Gelbreife (Mähbinder, Schwadmäher) 1,7 und in der Vollreife (Mäh-drescher) 1,5 sein.

Demnach ergibt sich mit der maximalen Haspelgeschwindigkeit in der Gelbreife von $v_{Hmax} = 2,7$ m/s eine zulässige Fahrgeschwindigkeit von

$$v_F = \frac{v_H}{C} = \frac{2,7 \text{ m/s}}{1,7} = 1,59 \text{ m/s} \approx 5,7 \text{ km/h}$$

Für die Haspelgeschwindigkeit in der Vollreife ergibt sich ein maximaler Wert von

$$v_H = 1,5 \cdot v_F = 1,5 \cdot 1,59 \text{ m/s}$$

$$v_H = 2,38 \text{ m/s}$$

Daraus ist schon sehr deutlich erkennbar, daß der Fahrgeschwindigkeit dieser Erntemaschine ebenfalls Grenzen gesetzt sind und sie praktisch 5,7 km/h nicht überschreiten darf.

2.3.2. Wirkungsbereich der Haspellatten

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen dem mittelbaren und dem unmittelbaren Wirkungsbereich. Mittelbarer Wirkungsbereich: Darunter wird der Teil des Feldstreifens in Fahrtrichtung verstanden, der bei einer Umdrehung der

Haspel zwischen zwei benachbarten Haspellatten liegt. Die Länge dieses Teils in Fahrtrichtung wird mit S_z bezeichnet und errechnet sich aus der Formel

$$S_z = \frac{v_F}{n_{II} \cdot z}$$

Hierin bedeuten
 n_{II} Drehzahl der Haspel
 z Anzahl der Haspellatten.

Unmittelbarer Wirkungsbereich: Darunter versteht man den Teil des Feldstreifens in Fahrtrichtung, in deren Grenzen die Haspellatte unmittelbar aktiv auf die Getreidehalme einwirkt, diese an das Messer drückt und dadurch den Schnitt unterstützt. Die größte Länge dieses Teils in Fahrtrichtung ist gleich der Breite B der Zykloidschleife und wird nach folgender Formel errechnet:

$$B = \frac{v_F}{\pi \cdot n_{II}} (\tan \delta - \hat{\delta})$$

Dabei ergibt sich der Winkel δ aus der Beziehung

$$\cos \delta = \frac{v_F}{v_{II}}$$

und da $v_{II} = C \cdot v_F$ ist, wird

$$\cos \delta = \frac{1}{C}$$

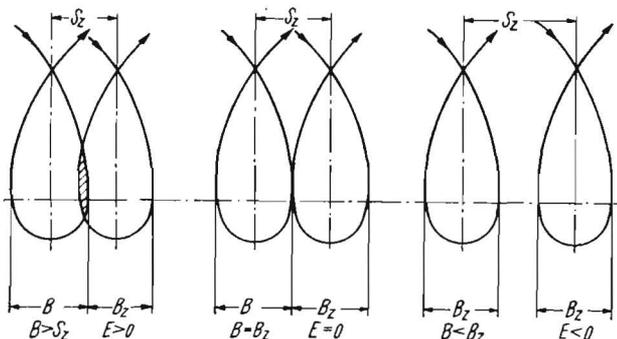


Bild 2. Darstellung des mittel- und unmittelbaren Wirkungsbereiches der Haspellatten bei verschiedenen Größen des Überdeckungskoeffizienten E .

Werden nun die Werte für $C = 1,5$ bzw. $1,7$ eingesetzt, dann ergeben sich die Grenzwerte von $\delta = 48^\circ 12'$ bzw. $53^\circ 59'$. Zwischen diesen Werten liegt der günstigste Winkel von δ .

Je nach dem Verhältnis von v_F und der Anzahl der Haspellatten kann sich in der Praxis eine Überdeckung, Berührung oder auch ein Nichtberühren der Zykloidschleifen ergeben (Bild 2).

In diesem Falle ist die Länge des unmittelbaren Wirkungsbereiches durch eine Latta nach der Formel

$$B_z = \frac{v_F}{\pi \cdot n_{II}} (\tan \delta - \hat{\delta}) (1 - E)$$

zu berechnen.

E ist der Koeffizient der Überdeckung und bestimmt sich aus der Bedingung der Gleichheit

$$S_z = B_z$$

Werden die Werte nun hierfür eingesetzt, dann ergibt sich

$$\frac{v_F}{n_{II} \cdot z} = \frac{v_F}{\pi \cdot n_{II}} (\tan \delta - \hat{\delta}) (1 - E)$$

und für E

$$E = 1 - \frac{\pi}{z (\tan \delta - \hat{\delta})}$$

Aus der Darstellung des mittelbaren und unmittelbaren Wirkungsbereiches ist zu erkennen, daß bei $B < S_z$ der Koeffizient $E < 0$ wird. Das heißt, daß durch die von der Haspel unmittelbar gebeugten Halme weitere Halme mit gebeugt werden und dadurch eine Verminderung der direkten Berührung der Ähren mit der Latta erreicht wird. Dementsprechend werden auch weniger Körner ausgeschlagen. Bei der Verwendung einer Haspel ist also immer darauf zu achten, daß stets die kleinste Anzahl der Haspellatten ge-

wählt wird. Nun ist es aber verständlich, daß nach Überschreiten einer bestimmten Größe B_z die Halme überhaupt nicht mehr an das Schneidwerk angelegt werden können und deshalb konstruktiv

$$B_z \leq 1,5 B$$

sein darf.

2.3.3. Anzahl der Haspellatten

Aus den bisherigen Feststellungen kann die Formel für die minimale Anzahl der Haspellatten aus der Beziehung $B_z = 1,5 B$ entwickelt werden. Da B_z aber auch gleich S_z ist, wie aus der Darstellung des Wirkungsbereiches hervorgeht, ergibt sich

$$\frac{v_F}{n_{II} \cdot z} = 1,5 \frac{v_F}{\pi \cdot n_{II}} (\tan \delta - \hat{\delta})$$

Folglich ist

$$z = \frac{\pi}{1,5 (\tan \delta - \hat{\delta})}$$

2.3.4. Radius der Haspel

Der Haspelradius errechnet sich aus der Formel

$$R = \frac{C' \cdot l_m}{\cos \varphi - \cos \delta}$$

Hierin bedeuten

C' Koeffizient der Haspellattenberührung, für Getreide $C' \approx 0,25$

l_m mittl. Länge des abgeschnittenen Halms.

Der Winkel φ errechnet sich aus der Formel

$$\sin \varphi = 2 (\tan \delta - \hat{\delta}) (0,5 - E) \cos \delta$$

2.3.5. Stellung der Haspelwelle

Durch die unterschiedliche Länge der Halme wird eine vertikale und durch die Änderung der Fahrgeschwindigkeit sowie bei auftretendem Lagergetreide durch die Lagerichtung eine horizontale Verstellung der Haspelwelle notwendig.

Der erforderliche Verstellbereich in der Vertikalen gegenüber der Feldoberfläche bestimmt sich aus den Formeln

$$H_{\min} = l_{\min} + R \cos \delta \text{ und}$$

$$H_{\max} = l_{\max} + R \cos \delta$$

Hierbei bedeuten l_{\min} die kleinste und l_{\max} die größte Länge des stehenden Halms.

Die Verstellung in der Horizontalen ergibt sich aus der Formel

$$a = \frac{v_F}{\pi \cdot n_{II}} (\tan \delta - \hat{\delta}) (0,5 - E).$$

Die Bezugskante ist hier das Mähmesser.

Da diese Formel nur die notwendige Verstellung infolge einer Änderung der Fahrgeschwindigkeit ausdrückt, ist es zur Berücksichtigung des Lagergetreides noch notwendig, daß der Verstellbereich um einen gewissen Betrag erhöht wird.

3. Schlußbetrachtung

Wie die angegebenen Formeln zeigen, sind bei der Konstruktion von Mähwerken bestimmte Beziehungen besonders zwischen der Fahrgeschwindigkeit und der Haspelauslegung zu berücksichtigen. Es ist bekannt, daß die auftretenden Kornverluste am Mähwerk ohnehin schon den größten Anteil der Verluste an einer Getreideerntemaschine ausmachen und selbst bei richtiger Einstellung und Auslegung der Haspel die Spritzverluste etwa durchschnittlich 15 kg/ha betragen. Bei einer Getreideanbaufläche von 2,5 Mill. ha in der DDR gehen hierdurch unserer Volkswirtschaft etwa 375 000 dt Getreide verloren. Diese Verluste können sich um das Doppelte und mehr erhöhen, wenn die Haspel falsch eingestellt wird. Es braucht hier wohl kaum noch etwas darüber gesagt zu werden, wie diese Verluste ansteigen, wenn man bei einer Haspelkonstruktion verschiedene Konstruktionsgrundsätze außer acht läßt.

Literatur

KANAFOJSKI, C.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen II/1. VEB Verlag Technik, Berlin 1961.
 FEIFFER, P.: Unveröffentlichtes Untersuchungsmaterial der Prüfstelle für Mähtrusch, Nordhausen.
 NARYKOW, G. A.: Kinematische Berechnung der Elemente der Haspel. Deutsche Agrartechnik (1953) II, 8, S. 234. Autorenkollektiv: Compendium der sowjetischen Landmaschinentechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1954. A 4807