

Länge nicht ordnungsgemäß unterpflügen lassen. Die Be-
stellarbeiten werden durch die entstandenen „Strohnest“
behindert. Fußkrankheiten, die die Standfestigkeit des Ge-
treides reduzieren, vermehren sich auf Flächen mit ungenü-
gend in den Boden eingebrachtem Stroh stark.

Zu den technischen Voraussetzungen, die bei der Anwen-
dung optimaler Schnitthöhen erfüllt sein müssen, gehören
zielgerichtete Veränderungen am Schneidwerk. Lösungsvor-
schläge dafür liegen noch nicht vor.

5. Zusammenfassung

Durch Minimierung der Summe aus Schnittähren- und
Dreschwerkskörnerverlusten in Abhängigkeit von der Schnitt-
höhe ergibt sich HS_{opt} . Für den sowjetischen Winterweizen
„Kawkas“ und Winterroggen „Danae“ werden bei differen-
zierten Kornerträgen optimale Schnitthöhen dargestellt. Die
Schnitthöhe liegt innerhalb des ermittelten optimalen Be-
reichs um so höher, je größer das Korn-Stroh-Verhältnis im
Bestand ist.

Aus den Untersuchungen ergeben sich als optimale Schnitt-
höhenbereiche

„Kawkas“ $HS_{opt} = 45$ bis 55 cm

„Danae“ $HS_{opt} = 35$ bis 45 cm

Die Gesamtkörnerverluste verringern sich bei Anwendung
optimaler Schnitthöhen im Mittel um 0,5 Prozent; die Flä-

chenleistung des MD E 512 steigt um durchschnittlich 25 Pro-
zent. Die Realisierung optimaler Schnitthöhen kann erst
dann erfolgen, wenn der technologische Ablauf der Stroh-
bergung bzw. Strohdüngung bei „Stoppellängen“ über 30 cm
geklärt ist und Lösungen zu technischen Veränderungen am
Mähdrescherschneidwerk vorliegen.

Literatur

- /1/ Ebert, D. / R. Otto: Erste Erfahrungen und Ausblick auf die
Probleme beim Anbau von Kurzstrohformen bei Getreide. *Agro-
forum* 4 (1970) H. 5/6, S. 145–147
- /2/ Otto, R.: Untersuchungen zu einigen Problemen bei der Ernte von
kurzstrohigen Winterweizen- und Sommergerstenformen. *Dt. Agrar-
technik* 22 (1972) H. 3, S. 131–133
- /3/ Georgiev, I. N., u. a.: Möglichkeiten zur Steigerung der Leistungs-
fähigkeit der Getreidemährescher. *Int. Symposium über Probleme
der komplexen Mechanisierung der Erntearbeiten. Russe (Bulgar-
rien)* Sept. 1969, S. 59–72
- /4/ Beese, G. / G. Kratzsch: Die Steigerung der Getreideproduktion
durch den Anbau leistungsfähiger Sorten. *Getreidewirtschaft* 6 (1972)
H. 6/7, S. 126–129
- /5/ Luk'janenko, P. P.: Züchtung neuer Winterweizensorten intensi-
ven Typs. *Vestnik sel'skogo choz. nauki, Moskva* (1970) H. 4, S.
54–61
- /6/ Luk'janenko, P. P.: Neue Winterweizensorten mit Erträgen von
über 80 Dezitonnen. *Kooperation* 5 (1971) H. 1, S. 42–43
- /7/ Große, W.: Zur Optimierung der Schnitthöhe bei Getreide. *Dt.
Agrartechnik* 22 (1972) H. 3, S. 128–130 A 9122

Hochschulung. L. Engel*

Effektive Auslastung des Mähdreschers E 512 durch Reduzieren der Hilfszeit beim Mähdrusch

Technologische Untersuchungen an verschiedenen Mäh-
drescherkomplexen zeigen, daß eine zu große Hilfszeit die
effektive Auslastung der Mähdrescher negativ beeinflusst.
Dieser Aspekt muß bei der Organisation des Maschinenein-
satzes künftig stärker berücksichtigt werden.

Verminderung der Abbunkerzeit während des Anschneidens des Schlags und der Beete

Beim Anschneiden des Schlags und der Beete muß der erste
Mähdrescher im Stand abgebunkert werden, weil das Trans-
portfahrzeug nicht neben dem Mähdrescher fahren kann. Zum
Abbunkern des Mähdreschers im Stand sind folgende Zeiten
erforderlich:

- Zeit von der Beendigung des Dreschvorgangs bis zum
Beginn der Bunkerentleerung
- Bunkerentleerungszeit
- Zeit vom Ende der Bunkerentleerung bis zum Beginn des
Dreschvorgangs

Für das Abbunkern beim Anschneiden gibt es 3 technologi-
sche Varianten:

1. Rückwärtsfahren in den Bestand, Abbunkern im Stand
(Bild 1)
2. Freischneiden, Abbunkern im Stand (Bild 2)
3. Schwadwechsel der beiden führenden Mähdrescher, Ab-
bunkern während der Fahrt (Bild 3)

Unter Praxisbedingungen wurden die in Tafel 1 aufgeführten
Zeiten ermittelt. Die verschiedenen Bunkerentleerungszeiten
resultieren aus den unterschiedlichen Fördereigenschaften der
Getreidearten. Variante 1 sollte künftig vermieden werden,

weil durch das Zurückfahren des Mähdreschers in den Be-
stand Verluste entstehen.

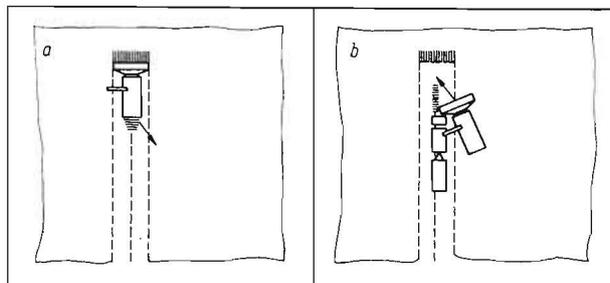
Durch Anwenden des Schwadwechsels (Variante 3) kann
gegenüber dem Freischneiden (Variante 2) auf einem 70-ha-
Schlag die Abbunkerzeit T_{22} um 20 bis 25 min reduziert und
damit die Flächenleistung um etwa 0,6 ha erhöht werden.

Verringerung der Hilfszeit durch optimale Beetbreiten

Die Erfahrungen in der Praxis zeigen, daß die Beetbreite
häufig nach groben Schätzungen festgelegt wird. Die Folge
sind zu groß gewählte Beete und damit unvertretbar hohe
Wendezeiten. Die Beetbreite wird bei vorgegebenen Maschi-
nenparametern des Mähdreschers von den Einsatzbedingun-
gen Schlaglänge und Kornertrag wesentlich beeinflusst.

Zielfunktion für die Beetbreitenoptimierung ist die Mini-
mierung der Hilfszeit. Für die Berechnung der Hilfszeit wird
bei der Ernte eines Modellschlags der im Bild 4 dargestellte
technologische Ablauf vorausgesetzt. Alle Mähdrescher
schneiden den Schlag im Uhrzeigersinn an. Beeinträchtigen
Hindernisse die Fahrt des ersten Mähdreschers, bleibt vorerst

Bild 1. Rückwärtsfahren in den Bestand, Abbunkern im Stand



* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und
Fördertechnik
(Direktor Prof. Dr. agr. habil. Thurm)

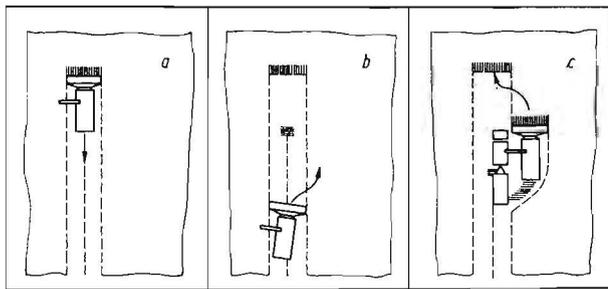


Bild 2. Freischneiden, Abbunkern im Stand

Tafel 1. Abbunkerzeit beim Anschneiden für verschiedene technologische Varianten

Getreideart	Bunker-entleerungszeit min	Abbunkerzeit in min Variante		
		1	2	3
Gerste	1,0	1,6	2,1	1,1
Weizen	1,4	1,9	2,4	1,1
Hafer	1,3	1,8	2,4	1,1

eine Mähbreite liegen, die anschließend in entgegengesetzter Richtung abgeerntet wird. Nach dem Anschneiden des Schlags beginnt der gemeinsame Beetdrusch von innen heraus.

Die Hilfszeit setzt sich aus folgenden Teilzeiten zusammen:

- Wendezeit beim Beetdrusch und -wechsel
- Abbunkerzeit beim Anschneiden des Schlags und der Beete.

Für die Berechnung der Wende- und Abbunkerzeiten müssen mathematische Beziehungen entwickelt werden.

Wendezeit

Die Wendezeit ist gleich dem Quotient aus Wendeweg und mittlerer Wendegeschwindigkeit. Aus Bild 5 kann die Anzahl der Wendungen und die Länge des Wendewegs beim Beetdrusch und -wechsel abgeleitet werden.

Die Beetbreite BB ergibt sich als ganzzahliges Vielfaches j der Arbeitsbreite AB :

$$BB = j \cdot AB \quad (1)$$

Bild 5. Anzahl und Länge der Wendungen beim Beetdrusch und -wechsel; a Wendungen beim Beetdrusch, b Wendungen beim Beetwechsel, c n Mährescher

Bild 4. Technologischer Ablauf beim Anmähen eines Getreideschlags; a Anschnitt des Umfangs (Abbunkerung im Stand), b Anschnitt des Umfangs durch die übrigen Mährescher, c Beetanschnitt durch den ersten Mährescher (Abbunkerung im Stand), d Beetdrusch, e Wendungen beim Beetdrusch, f Beetwechsel

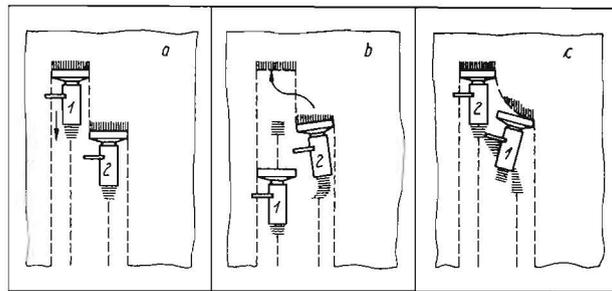
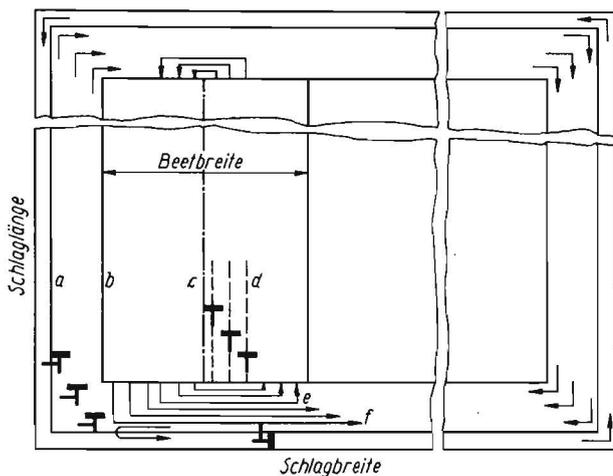


Bild 3. Schwadwechsel, Abbunkern während der Fahrt

Darin bedeuten:

- BB Beetbreite in m
- j Zählindex
- AB Arbeitsbreite in m

Beginnen n Mährescher den Beetdrusch, so sind am Schlagende 1 $\left(\frac{j}{2}\right)$ und am Schlagende 2 $\left(\frac{j}{2} - n\right)$ Wendungen notwendig. für die erste Wendung werden folgende Wendewege s_w angenommen:

$$\text{Schlagende 1: } s_w = AB \quad (\text{Wendung auf der Stelle}) \quad (2)$$

$$\text{Schlagende 2: } s_w = (n + 1) \cdot AB \quad (3)$$

Hierin sind:

- s_w Wendeweg in m
- n Anzahl der Mährescher

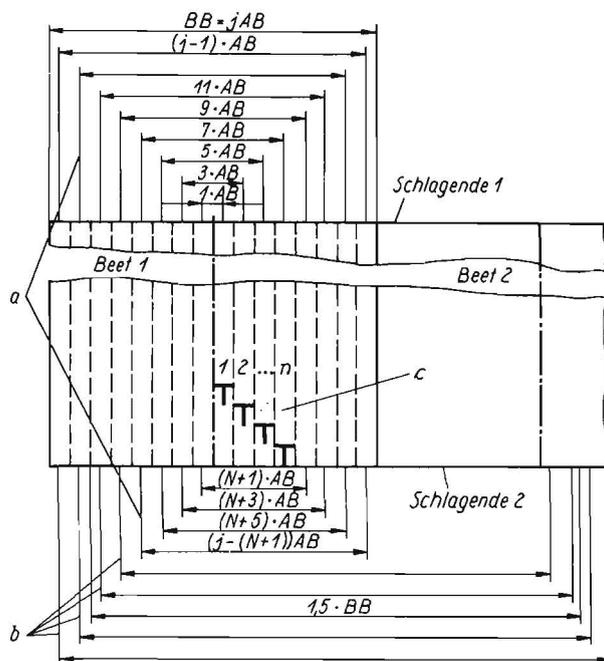
Bei jeder weiteren Wendung erhöht sich der Wendeweg um zwei Arbeitsbreiten. Er kann demzufolge nach einer arithmetischen Zahlenfolge berechnet werden:

$$\text{Schlagende 1: } s_w = (2i - 1) \cdot AB \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, \left(\frac{j}{2}\right) \quad (5)$$

$$\text{Schlagende 2: } s_w = (n - 1 + 2i) \cdot AB \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, \left(\frac{j}{2} - n\right) \quad (7)$$



Während der letzten n -Wendungen auf Schlagseite 2 erfolgt das Überwechseln zum nächsten Beet. Für alle Mährescher wird hier ein mittlerer Wendeweg von $1,5 \cdot BB$ unterstellt. Die mittlere Wendegeschwindigkeit v_W kann nach folgenden Regressionsfunktionen berechnet werden (Bild 6):

$$\frac{1}{v_W} = 0,0613 + 6,118 \cdot \frac{1}{s_W} \quad \text{für } s_W \leq 80 \text{ m} \quad (8)$$

$$v_W = 3,97 + 0,0754 \cdot s_W - 0,138 \cdot 10^{-3} \cdot s_W^2 \quad \text{für } s_W > 80 \text{ m} \quad (9)$$

Dabei ist

v_W mittlere Wendegeschwindigkeit für eine Wendung in km/h

Die Anzahl der Beete K ergibt sich aus

$$K = \frac{B - 2 \cdot n_B \cdot AB}{BB} \quad (10)$$

Hierin sind:

K Anzahl der Beete in Stück

B Schlagbreite in m

n_B Anzahl der Mähbreiten auf dem Schlagumfang in Stück

Unter Beachtung der Gleichungen 4, 6, 8 und 9 kann die Wendezeit für einen Schlag berechnet werden:

Beetdrusch Schlagende 1 T_{211} :

$$T_{211} = \sum_{i=1}^{\frac{j}{2}} (2 \cdot i - 1) \cdot AB \cdot 0,06 \cdot \frac{K}{v_W} \quad [\text{min}] \quad (11)$$

Beetdrusch Schlagende 2 T_{212} :

$$T_{212} = \sum_{i=1}^{\frac{j}{2} - n} (n - 1 + 2 \cdot i) \cdot AB \cdot 0,06 \cdot \frac{K}{v_W} \quad [\text{min}] \quad (12)$$

Beetwechsel T_{213} :

$$T_{213} = 1,5 \cdot BB \cdot n \cdot 0,06 \cdot \frac{K}{v_W} \quad [\text{min}] \quad (13)$$

Gesamtwendezeit für einen Schlag T_{21} :

$$T_{21} = T_{211} + T_{212} + T_{213} \quad (14)$$

Abbunkerzeit beim Anschneiden

Die Abbunkerzeit für den Anschnitt des Schlags T_{22U} und der Beete T_{22B} wird nach Gleichung (15) und (16) berechnet:

$$T_{22U} = AB \cdot 2 \cdot (B + L - 2 \cdot AB) \cdot E_K \cdot T_{AB} \cdot 0,01 \cdot \frac{1}{m_{BU}} \quad [\text{min}] \quad (15)$$

$$T_{22B} = AB \cdot (L - 2 \cdot n_B \cdot AB) \cdot E_K \cdot T_{AB} \cdot K \cdot 0,01 \cdot \frac{1}{m_{BU}} \quad [\text{min}] \quad (16)$$

$$T_{22} = T_{22U} + T_{22B}$$

Es bedeuten:

L Schlaglänge in m

E_K Kornertrag in dt/ha

T_{AB} Abbunkerzeit in min

m_{BU} Masse des Bunkerinhalts in kg

Das mathematische Modell für die Beetbreitenoptimierung wurde für die EDVA R 300 programmiert. Die Ergebnisdarstellung eines Berechnungsbeispiels zeigt Bild 7. In Abhängigkeit von der Beetbreite fällt die Beetwechselzeit und die Abbunkerzeit für den Beetanschnitt nach einer negativ degressiven Funktion, während die Wendezeit für den Beetdrusch nahezu linear ansteigt. Aus der gegenläufigen Tendenz dieser Einflußgrößen ergibt sich für die Hilfszeit, die als Summenkurve aus diesen Teilzeiten gebildet wird, ein relatives Optimum.

Für die unterstellten Einsatzbedingungen liegt die optimale Beetbreite BB_{opt} bei 76 m. Abweichungen von diesem Opti-

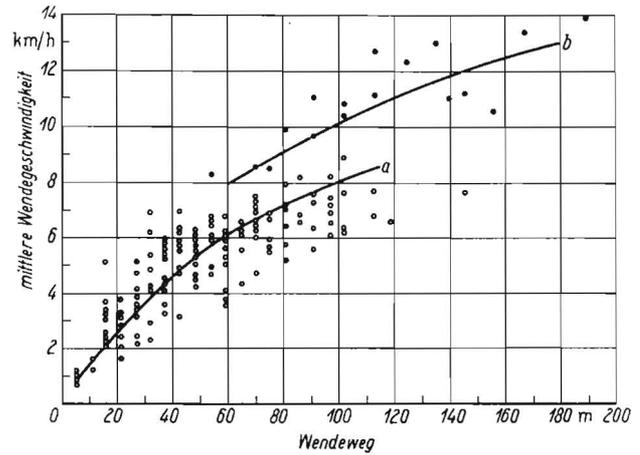


Bild 6. Mittlere Wendegeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Wendeweg; Mährescher E 512, mechanischer Fahrtrieb,

a 2. Gang: $\frac{1}{v_W} = 0,0613 + 6,118 \cdot \frac{1}{s_W}$,

b 3. Gang: $v_W = 3,97 + 0,0754 \cdot s_W - 0,138 \cdot 10^{-3} \cdot s_W^2$

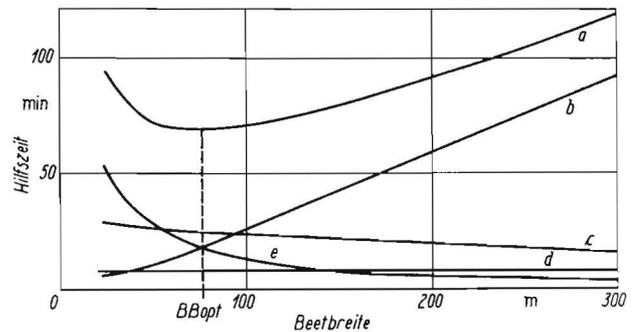


Bild 7. Optimale Beetbreite: (Arbeitsbreite 5,45 m, Kornertrag 40 dt/ha, Schlaglänge 900 m);

a Hilfszeit, b Wendezeit beim Beetdrusch, c Wendezeit beim Beetwechsel, d Abbunkerzeit beim Anschneiden des Schlagumfangs, e Abbunkerzeit beim Beetanschnitt

Tafel 2. Optimale Beetbreiten für verschiedene Schlaggrößen und Kornerträge

Schlaggröße ¹	Schlaglänge ($\frac{B}{L} = 0,65$)	optimale Beetbreite
ha	m	m
< 50	870	65
50 ... 130	870 ... 1410	76
131 ... 210	1411 ... 1800	98
211 ... 300	1800	109
Kornertrag ²		
< 40		76
≥ 40		65

Konstant unterstellte Parameter:

Bunkervolumen	2,3 m ³
Ausnutzungsgrad des Bunkervolumens	0,9
Abbunkerzeit beim Anschneiden	1,1 min
Dichte des Korns	760 kg·m ⁻³
Anzahl der Mährescher	5 Stück

¹ bei konstanten Kornertrag von

40 dt/ha

² bei einer Schlaggröße von

70 ha

mum können zu einer wesentlichen Erhöhung der Hilfszeit führen.

In Tafel 2 sind weitere optimale Beetbreiten für variable Einsatzbedingungen angegeben.

Zusammenfassung

Es wurden Maßnahmen zur Reduzierung der Hilfszeit beim Mähdrusch dargestellt. Durch Schwadwechsel der beiden führenden Mährescher beim Anschneiden und Einhaltung optimaler Beetbreiten kann die Wende- und Abbunkerzeit wesentlich gesenkt werden.

A 9123