

## Zum Maschinensystem

Brauchbare Schwadmäher und Schwadverleger sind im Maschinensystem der Getreideernte vorgesehen und auch bei Klee brauchbar. Sehr nasse Schwaden konnten ohne wesentliche Samenverluste mit einem einfachen Bornimer Funktionsmuster mit Zinkentuch, das eigentlich als Gerät für Getreide entwickelt wurde, sehr wirksam gelüftet und verlegt werden (Bild 3). Bei trockneren Schwaden ist ebenso wie bei Grassamen eine Sammelvorrichtung für Samen nötig [1].

Das häufig geübte Ausreinigen der Spreu einschließlich Enthüllung durch umgerüstete, stationär arbeitende Mährescher ist nicht als ausreichend anzusehen. Bei sorgfältiger Beschickung mit geringer Leistung waren nach einmaligem Durchgang in der Spreu noch die in Tafel 3 angegebenen Samenmengen vorhanden [1]. Mit steigendem Durchsatz nehmen die Verluste zu; mehrmaliger Durchlauf mit hohem Aufwand ließ kaum weniger als 5% Restsamen in der Spreu erreichen. Industrielle Reiber mit Siebkorb haben mit 200 kg/h Spreu zu geringe Leistungen, die auch nur bei weniger als 15% Kornfeuchte zu erzielen sind.

Die in Bornim entwickelte Trenn- und Reibeanlage (Bild 4) schließt diese Lücke im Maschinensystem. Sie hat eine Leistung von 1000 kg/h Spreu und mehr, ist mit einem Spezialreiber, pneumatischer Reinigung einschließlich Schwerteilabscheidung versehen und noch bei Spreufeuchten um 20% arbeitsfähig [7]. Die Leistung entspricht der täglichen Druschleistung von 3 bis 4 Mähreschern, sie konnte durch Einlagern und Belüften der Spreu auf Kampagneleistungen von 300 bis 400 ha ausgedehnt werden, wobei Verluste und Schwarzbesatz unter 1% erreicht wurden. Der Energiebedarf bei der Arbeit beträgt 7,5 kWh. Im Kreisbetrieb für Landtechnik Haldensleben/Erleben wurde 1965 die Serienfertigung der Anlage aufgenommen.

## Zusammenfassung

Zur komplexen Mechanisierung der Ernte von Rotkleeasamen sind der Mäh- und Schwadrusch je nach den gegebenen Arbeitsbedingungen gleichberechtigt anwendbar. Mähdrusch ist zu bevorzugen, erfordert jedoch schnellwirkende Defoliationmittel und selektive Herbizide zur Unterdrückung des Graswuchses. Ungünstiges Wetter kann auch nach Defoliation ein Ausweichen auf Schwaderte erfordern. Komplexeinsätze und Arbeit mit mäßigem Durchsatz sind anzustreben, um schlagartig und mit geringsten Verlusten zu ernten.

Umrüstungen im Dreschwerk der Mährescher begrenzen den Einsatzbereich in ungünstigen Bedingungen, verringern die Leistung und können die Verluste erhöhen, ohne eine

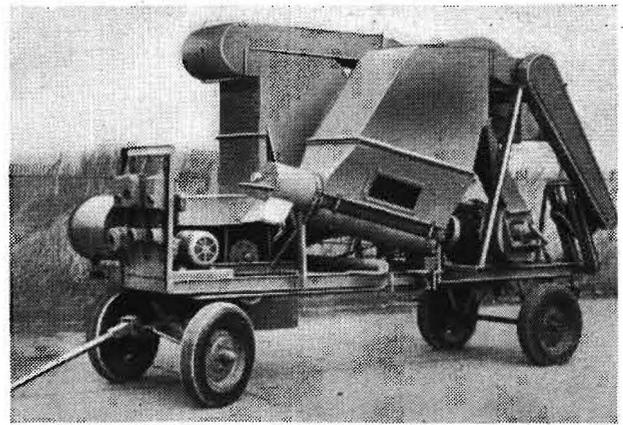


Bild 4. Trenn- und Reibeanlage der Nullserie 1965 des Kreisbetriebes Erleben

Nachbearbeitung der Spreu zu ersparen. Maßnahmen zur Verringerung der Spritz- und Aufnahmeverluste sind zu empfehlen.

Nicht umgerüstete, in großer Zahl schlagartig einsetzbare Mährescher sichern den schnellsten und produktivsten Ablauf der witterungsbeeinflussten Feldarbeiten ohne Rücksicht auf Samenverluste in der Spreu und schlechte Enthüllung. Die nachfolgende, nicht mehr witterungsbeeinflusste Nachbearbeitung der Spreu durch stationäre Trenn- und Reibeanlagen senkt die Verluste auf mit anderen Technologien nicht erreichte Werte. Zur Qualitätserhaltung der Samen und ökonomischen Ausnutzung der Trennanlagen soll feuchte Spreu nur auf Belüftungsanlagen eingelagert werden.

## Literatur

- [1] UNGER, W.: Der Einsatz des Mähreschers zur Ernte von Rotkleeasamen, seine Voraussetzungen und Folgemaßnahmen. Dissertation 1965, Universität Rostock
- [2] HORN, W.: Der Mährescher im Maschinensystem zur Ernte von Samenklee. Bericht IML-Potsdam-Bornim 1964, unveröff.
- [3] NIAE (England): Prüfberichte 324, 339, 344, 353, 391; 1962/63 (Mährescher Ransomes 902, Claas-106, Allis-Chalmers, Massey Ferguson MF-500, Claesys M-103, Claas Gigant)
- [4] JANY, H.: Bemerkungen zur Umrüstung von Mähreschern für die Luzerne- und Kleesaternte. Saat- und Pflanzgut (1964) H. 7
- [5] NITZSCHE, G.: Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zur Steigerung der Rotkleeasamerträge. Empf. d. Wiss. u. Praxis 1965, II. 8
- [6] WITTIG, R.: Der Einsatz von Mähreschern mit eingebauten Reibesätzen in der Rotkleeasamernte 1963. Saat- u. Pflanzgut (1964) H. 7
- [7] HORN, W.: Erprobungsbericht der Trenn- und Reibeanlage für Kleesamen, Nullserie Erleben. IML Potsdam-Bornim 1965, unveröff.
- [8] HORN, W.: Bericht über die Erprobung von Reibegeweben der PGII Sättelstadt. IML Potsdam-Bornim 1965, unveröff. A 6493

## Betrachtung zur Erhöhung der Arbeitsbreite des Mähreschers

Ing. F. WINKLER, KDT

Die volle Auslastung eines Mähreschers wäre erreichbar, wenn man einen stets optimalen Durchsatz verarbeiten könnte. Dies ist z. Z. jedoch für die Serienmaschinen konstruktiv nicht möglich. Aus diesem Grunde müssen in der Praxis zunächst andere Wege beschrritten werden, um näher an eine gleichmäßigere Belastung heranzukommen und damit eine bessere Auslastung der einzelnen Arbeitslemente des Mähreschers zu erzielen.

Eine z. Z. gangbare Möglichkeit, wenn man von dem unterschiedlichen Unkrautbesatz, der unterschiedlichen Bestandsdichte und der unterschiedlichen Halmlänge im Bestand absieht, wäre die Änderung der praktischen Fahrgeschwindigkeit oder die Änderung der praktischen Arbeitsbreite des Mähwerks.

Die Formel zur Errechnung des Durchsatzes beim Mährescher lautet dabei

$$Q_D = B_M v_f E (1 + M_s) \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $Q_D$  Durchsatz des Mähreschers,
- $B_M$  praktische Arbeitsbreite des Mähreschers,
- $v_f$  praktische Fahrgeschwindigkeit der Maschine,
- $E$  Kornertrag je ha und
- $M_s$  Strohanteil im Verhältnis zum Anteil des Korns im gemälten Zustand.

Errechnet wird  $M_s$  aus der Formel

$$M_s = M \left( 1 - \frac{l_o}{l_m} \right) \quad (2)$$

wobei

- $M$  Strohanteil im Verhältnis zum Anteil des Kornes im ungemähten Zustand,  
 $l_0$  Stoppelhöhe und  
 $l_m$  mittlere Halmhöhe des gemähten Getreides

bedeuten.

Der Wert  $M$  wird dem jeweiligen Korn-Stroh-Verhältnis entnommen.

Durch Umstellen der Formel (1) ergeben sich nunmehr die Formeln für die Errechnung der erforderlichen Fahrgeschwindigkeit der Maschine bzw. bei einer gegebenen Fahrgeschwindigkeit die Formel für die Errechnung der maximal erforderlichen praktischen Arbeitsbreite des Mähwerks:

$$v_{f_{\max}} = \frac{Q_{D_{\text{opt}}}}{B_M E (1 + M_s)} \quad \text{und} \quad (3)$$

$$B_{M_{\max}} = \frac{Q_{D_{\text{opt}}}}{v_f E (1 + M_s)} \quad (4)$$

Der Index opt am Kurzzeichen für den Durchsatz  $Q_D$  soll dabei kenntlich machen, daß es sich nicht um einen beliebigen Durchsatz handelt, sondern der optimale Durchsatz für die entsprechende Fruchtart unter den jeweiligen Erntebedingungen gemeint ist. Wie Untersuchungen von der Prüfstelle für Mähdrusch sehr eindeutig beweisen, ist der optimale Durchsatz besonders von der Fruchtart, der Sorte der Frucht, der TKM, der Dreschbarkeit und der Kornfeuchtigkeit abhängig.

Formelmäßig kann dieser optimale Durchsatz wie folgt errechnet werden (Berechnungen des Verfassers):

$$Q_{D_{\text{opt}}} = \frac{0,25}{1 + M_s} z_L n_T B_T k_D \quad (5)$$

Hierin bedeuten:

- $z_L$  Anzahl der Schlagleisten an der Dreschtrommel,  
 $n_T$  Dreschtrommeldrehzahl (auf ihre genaue Bestimmung soll hier nicht näher eingegangen werden),  
 $B_T$  Breite der Dreschtrommel und  
 $k_D$  Koeffizient für die mögliche Belastbarkeit der Schlagleisten, bewegt sich je nach Art des Druschgutes in den Grenzen von 0,17 bis 0,32 kg/m Schlagleiste.

Aufstellung der  $k_D$ -Werte für die einzelnen Fruchtarten

Fruchtart	$k_D$ -Wert [kg/m]	Fruchtart	$k_D$ -Wert [kg/m]
Gerste	0,25	Erbsen	0,24
Weizen	0,31	Sojabohnen	0,23
Roggen	0,32	Grassamen	0,17
Hafer	0,21	Raps und Senf	0,25

Nachdem mit Formel (5) der optimale Durchsatz allgemeingültig bestimmt wurde, kann nunmehr zur Anwendung der Formeln (3) und (4) übergegangen werden. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die Erhöhung von  $v_f$  nicht beliebig vorgenommen werden kann, da, wie sowjetische Versuche mit einem 4-m-Mähwerk ergaben, sich bei  $v_f$  bis 1,04 m/s Durchschwingungen des Mähwerks in vertikaler Richtung (für ein ganz bestimmtes Verhältnis der dynamischen Parameter der untersuchten Maschine) von 60 bis 100 mm und bei  $v_f$  von 1,6 bis 2,05 m/s von 110 bis 350 mm (je nach Güte der Bodenbearbeitung) ergaben. Außerdem kommt noch als negative Erscheinung hinzu, daß bei höheren Fahrgeschwindigkeiten der Maschine die Ungleichmäßigkeit der Halmgutzuführung zum Dreschwerk stark zunimmt. Deshalb wird zweckmäßigerweise versucht, die praktische Fahrgeschwindigkeit der Maschine möglichst minimal zu halten und dafür besser die praktische Arbeitsbreite des Mähwerks zu erhöhen.

Selbstverständlich sind auch der Erhöhung der Arbeitsbreite eines Mähwerks Grenzen gesetzt, es sollten deshalb noch folgende Punkte beachtet werden:

1. Das Mähwerk muß sich gut an die Oberflächenform des Bodens anpassen;
2. muß ein Abernten des Halmgutes mit dem geringsten  $Q_{D_{\text{opt}}}$ -Wert bei der minimalsten praktischen Fahrgeschwindigkeit noch möglich sein und
3. darf durch die Mähwerksbreite beim Transport keine Behinderung eintreten.

Wie nun ein landwirtschaftlicher Betrieb an die Errechnung der maximal möglichen Arbeitsbreite des Mähwerks für seinen Mähdrescher herangehen kann, soll nachfolgendes

#### Zahlenbeispiel

zeigen. Errechnen Sie für einen Mähdrescher die maximal mögliche Arbeitsbreite des Mähwerks, wenn folgendes beachtet werden muß:

1. im Betrieb vorhandene Halmafrüchte

	$E$ [dt/ha]	$\beta$	$l$ [mm]	$n_T$ [min <sup>-1</sup> ]
Wintergerste	30	1:1,3	800	1100
Sommergerste	28	1:1,3	700	1100
Winterweizen	30	1:1,8	1000	1000
Roggen	25	1:2	1300	1000
Hafer	26	1:1,6	800	1000

Erbsen, Bohnen, Raps und Senf im Schwaddrusch!

Dabei sind

- $E$  Kornertrag;  
 $\beta$  Korn-Stroh-Verhältnis;  
 $l$  Länge des Halmes im ungemähten Zustand;  
 $n_T$  minimal erforderliche Dreschtrommeldrehzahl.
2. minimale Stoppelhöhe  $l_0 = 80$  mm;
  3. minimale theoretische Fahrgeschwindigkeit  $v_{f_{\text{th min}}} = 2,5$  km/h (entspricht dem 1. Gang normal, wobei der 1. Gang untersetzt für unvorhergesehene Zwischenfälle vorbehalten bleibt und deshalb in die Rechnung nicht eingeht);
  4. minimaler Schlupf der Treibräder = 8 %;
  5. die  $k_D$ -Werte sind der Aufstellung zu entnehmen;
  6. durch die auftretende stoßweise Halmgutzuführung wird das Dreschwerk bei der angegebenen Fahrgeschwindigkeit bis etwa 60 % des normal zugeführten Gutes überbelastet. Da aber der optimale Durchsatz wegen der dann stark ansteigenden Kornverluste möglichst nicht überschritten werden darf, ist dies in der Rechnung zu berücksichtigen!
  7. Anzahl der Schlagleisten an der Dreschtrommel  $z_L = 8$ ;
  8. Breite der Dreschtrommel  $B_T = 865$  mm.

#### Lösung

1. Suchen der Fruchtart, die bei den gegebenen Werten den minimalen Durchsatz des Dreschwerks bringt

$$Q_{D_{\text{opt}}} = \frac{0,25}{1 + M_s} z_L n_T k_D B_T$$

1.1. Wintergerste

$$Q_{D_{\text{opt}}} = \frac{0,25}{1 + 1,16} \cdot 8 \cdot \frac{1100 \text{ min}}{\text{min} \cdot 60 \text{ s}} \cdot 0,25 \text{ kg/m} \cdot 0,865 \text{ m}$$

$$\text{wobei } M_s = M \left(1 - \frac{l_0}{l_m}\right) = 1,3 \left(1 - \frac{80 \text{ mm}}{720 \text{ mm}}\right) = 1,16 \text{ ist.}$$

$$Q_{D_{\text{opt}}} = 3,67 \text{ kg/s}$$

1.2. Sommergerste  $Q_{D_{\text{opt}}} = 3,72 \text{ kg/s}$

1.3. Winterweizen  $Q_{D_{\text{opt}}} = 3,4 \text{ kg/s}$

1.4. Roggen  $Q_{D_{\text{opt}}} = 3,12 \text{ kg/s}$

1.5. Hafer  $Q_{D_{\text{opt}}} = 2,5 \text{ kg/s}$

2. Errechnung der maximal möglichen Arbeitsbreite des Mähwerks anhand des minimal möglichen optimalen Durchsatzes der entsprechenden Fruchtart

$$B_{M_{\max}} = \frac{x \cdot Q_{D_{\text{opt}}}}{v_f \cdot E (1 + M_s)}$$

Der Wert  $x$  berücksichtigt dabei die ungleichmäßige Halmgutzuführung

$$v_{f_{\text{th min}}} = 2,5 \text{ km/h} \text{ folglich ergibt sich:}$$

$$v_{f_{\text{min}}} = v_{f_{\text{th min}}} (1 - \delta)$$

$\delta$  Schlupf der Treibräder

$$v_{f_{\text{min}}} = 2,5 \text{ km/h} (1 - 0,08)$$

$$v_{f_{\text{min}}} = 2,3 \text{ km/h} \approx 0,64 \text{ m/s}$$

$$B_{M_{\max}} = \frac{0,625 \cdot 2,5 \text{ kg} \cdot \text{s} \cdot 10000 \text{ m}^2}{\text{s} \cdot 0,64 \text{ m} \cdot 2600 \text{ kg} \cdot 2,42}$$

$$B_{M_{\max}} = 3,88 \text{ m für Hafer}$$

Demnach ergibt sich unter den gegebenen Verhältnissen ein Mähwerk mit einer praktischen Arbeitsbreite von 3,88 m, und wenn man dann noch berücksichtigt, daß die praktische Arbeitsbreite im allgemeinen der theoretischen kaum gleich kommt, dann wäre in diesem Fall ein Mähwerk mit einer theoretischen Arbeitsbreite von 4 m gerechtfertigt.

## Zusammenfassung

Es sollte ein Weg aufgezeigt werden, wie mit verhältnismäßig geringen finanziellen Mitteln und wenig Konstruktionsaufwand in vielen landwirtschaftlichen Betrieben, deren Flächen es gestatten, der Mährescher unter gleichzeitiger Senkung der Kornverluste besser ausgelastet werden kann.

In diesem Zusammenhang bleibt nur zu hoffen, daß die Landmaschinenindustrie ein entsprechendes Angebot von Mähwerken auf den Markt bringt.

## Literatur

FISCHER, W. E.: Dreschwerke mit verschiedenen Schlag- und Korbleisten. Die Technik in der Landwirtschaft (1935) II. 12, S. 313

DOLLING, C.: Der Leistungsbedarf von Mähreschern. Landtechnische Forschung (1957) H. 2, S. 33 bis 40

GORJATSCHKIN, W.: Theorie der Dreschtrömmel. Die Technik in der Landwirtschaft (1922) II. 7, S. 151

KANAFOJSKI, C.: Halmfruchterntemaschinen Band 11/1, Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin 1961

AUTORENKOLLEKTIV: Kompendium der sowjetischen Landmaschinentechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1954

WINKLER, F./P. FEIFFER: Verlustarme Getreideernte mit dem Mährescher im Bezirk Erfurt. Aus Wissenschaft und Praxis der soz. Landwirtschaft des Bezirkes Erfurt, Juli 1964, H. 18

WINKLER, F.: Landtechnische Grundlagen – Maschinen der Halmfruchternte. Teil II. Zentralstelle für Fachschulausbildung beim Landwirtschaftsrat der DDR, Brieselang 1964

FEIFFER, P.: Unveröffentlichte Berichte der Prüfstelle für Mährescher, Nordhausen

Arbeitsbreite und Fahrgeschwindigkeit der Mährescher S 4 und S 6. Deutsche Agrartechnik (1953) H. 2

Selbstfahrende Mährescher im Straßenverkehr, Schlepper und Landmaschine, Wiesbaden (1960) H. 7, S. 226 bis 227

Massey-Ferguson Develops New Features in Super 92 Combine. Implement Tract., Kansas City (1960) II. 14, S. 86 bis 87

A 6277

# Untersuchungen über Schräglauf und Einsatzgrenzen beim Feldhäckslereinsatz zur Mechanisierung der Getreideernte im hängigen Gelände<sup>1</sup>

Dr. G. LISTNER, KDT\*

Die Schwierigkeiten beim Feldhäckslereinsatz am Hang ergeben sich im wesentlichen aus dem Schräglauf des gesamten etwa 15 m langen Feldhäckslerszuges sowie durch den erhöhten Zugkraftbedarf und die Kippgefahr der gegenwärtig eingesetzten Standardanhänger mit Leichtgutaufbauten. Da die beiden letztgenannten Einflüsse zukünftig durch Verwendung leistungstärkerer Traktoren und hangtauglicher Spezialhäckslersfahrzeuge zurückgedrängt werden können, wird der Schräglauf zu einem wichtigen Kriterium des Feldhäckslereinsatzes am Hang.

Es ergibt sich nun die Aufgabe, anhand von Schräglaufuntersuchungen in verschiedenen Hangbereichen die Schräglstellung von Traktor, Feldhäckslers und Häckselfahrzeug mit unterschiedlichem Füllungsgrad zu messen, um daraus die Einsatzgrenzen des Feldhäckslerszuges bei Schichtlinienarbeit abzuleiten.

## 1. Versuchsdurchführung

Der Schräglauf entsteht durch die Hangabtriebskraft. Er vergrößert sich soweit, bis die Seitenführungskräfte der Räder der talwärts drängenden Abtriebskraft entsprechen, so daß ein weiteres Abrutschen unmöglich wird. Damit stellen sich die Längsachsen und Räder des Feldhäckslerszuges in einen bis zum Anhänger zunehmenden Winkel zur Fahrtrichtung (Schrägstellung).

Da die Bestimmung des Spurversatzes sowohl mit der Peilmethode als auch durch Vermessen des infolge der 5 Radpaare sehr vielgleisigen und unübersichtlichen Spurenbildes sich als unzweckmäßig erwiesen [1], wurde die Schräglaufermittlung nach einem von SKALWEIT [2] entwickelten filmischen Meßverfahren, das später auch HORTSCHANSKY [3] für Kartoffellegemaschinen benutzte, durchgeführt.

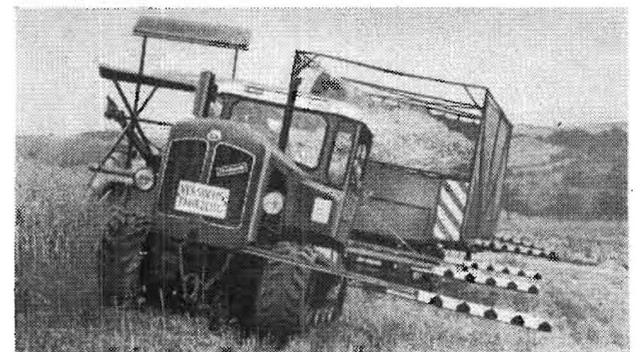
Für die Versuche stand ein Kettentraktor KS 30 mit Gummigleisband, ein Feldhäckslers E 065/2 und jeweils ein drehschemel- sowie achsschenkelgelenkter Anhänger mit Leichtgutaufbau (38 m<sup>2</sup>) zur Verfügung. Als Poilstäbe wurden an allen 3 Fahrzeugen jeweils vorn und hinten, also insgesamt

6 Meßblatten mit einer schwarz-weiß markierten 10-cm-Einteilung parallel zu den Traktor-, Feldhäckslers- und Häckselfahrzeugachsen angebracht. Durch Versatz der Meßblatten, die vorn am weitesten nach außen und hinten am weitesten nach innen angeordnet waren, standen die schwarzen Pfeilspitzen bei Geradeausfahrt in der Ebene nebeneinander (Solllinie). Mit zunehmendem Schräglauf trat eine Verschiebung der Markierungen nach rechts (Mähen zur Feldoberseite, Bild 1) oder nach links (Mähen zur Feldunterseite) auf, so daß der Spurversatz erkenntlich wurde.

Während der Meßfahrt (Meßstrecke 30 bis 50 m, Fahrgeschwindigkeit 3,2 km/h) wurde dieser Versatz der Meßblatten und damit der Schräglauf des Feldhäckslerszuges mit einer 16-mm-Schmalfilmkamera aufgenommen. Die optische Achse der Kamera verlief parallel zur Fahrtrichtung und war auf die Solllinie der Meßblatten ausgerichtet. Um den Einfluß unterschiedlicher Lademassen auf den Schräglauf zu erkennen, fanden 1963 während der Getreideernte 31 Meßfahrten mit leerem, halbgefülltem und gefülltem Häckselfahrzeug in verschiedenen Hangbereichen statt [4].

Zur Auswertung wurden die Filmstreifen durch ein Mikrolinienlesegerät geschoben und dabei die einzelnen Bilder mit dem Spurversatz der Meßblatten auf Millimeterpapier projiziert. Auf jedem 12. Bild – das entspricht bei einer Aufnahme

Bild 1. Kinematographische Schräglaufermittlung am Feldhäckslerszug bei 22 % Hangneigung



\* VEB Kombinat Fortschritt, Landmaschinen Neustadt (Sachsen)

<sup>1</sup> Arbeit aus dem Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden (Direktor: Dr. habil. R. THURM)