

Ergebnisse der Körnerverlustermittlungen beim Hangeinsatz des Mähdeschers E 512

Dipl.-Ing. M. GUBSCH*

Nachdem bereits in einem vorangegangenen Artikel [1] die allgemeinen Probleme des Mähdeschereinsatzes in Hanglagen dargelegt wurden, soll in diesem Beitrag über die Ergebnisse der Körnerverlustermittlungen am Mähdescher (MD) E 512 berichtet werden.

In Feld- und Laboruntersuchungen war festzustellen, welchen zahlenmäßigen Einfluß die Hangneigung und die Arbeitsrichtung am Hang auf die Höhe der Dreschwerkskörnerverluste des E 512 ausüben.

Damit sollten konkrete Ausgangswerte für die Beurteilung der Hangtauglichkeit dieses MD bezüglich der auftretenden Körnerverluste und für nachfolgende Untersuchungen über Möglichkeiten zur Verbesserung der Hangneigung der Dreschwerkelemente geschaffen werden.

1. Untersuchungsmethode

Die Körnerverlustermittlungen am MD E 512 erfolgten in den Getreidearten Weizen und Roggen.

Die im praktischen Einsatz vorgenommenen Verlustmessungen wurden durch Laboruntersuchungen ergänzt.

Zur Ermittlung der Abhängigkeit der Körnerverluste von den interessierenden Einflußgrößen waren die Arbeitsrichtung, die Hangneigung und der Getreidedurchsatz zu variieren. Die Untersuchungen wurden für die 3 Grundarbeitsrichtungen Schicht-, Fall- und Steiglinie im Getreidedurchsatzbereich von 2 bis 6 kg/s und im Hangneigungsbereich von 0 bis 20 % vorgenommen.

Die Einstellung des Dreschwerkes, wie Dreschtrommel- und Gebläsedrehzahl, Dreschkorbweite, Sieböffnung und Siebweite, war über das gesamte Versuchsprogramm konstant zu halten und erfolgte nach den vom Herstellerbetrieb angegebenen Richtwerten.

Als Versuchspartellen wurden gleichmäßige, wenig verunkrautete und aufrecht stehende Getreidebestände ausgewählt. Bezüglich der Eigenschaften des Versuchsgetreides wurde versucht, weitestgehend den international üblichen Prüfbedingungen für Getreideerntemaschinen zu entsprechen.

Innerhalb des gesamten Versuchsprogramms betrug das Korn-Stroh-Verhältnis 1 : 1,21 bis 1 : 1,85, die Kornfeuchtigkeit 12,1 bis 17,8 % und die Strohfeuchtigkeit 10,4 bis 13,8 %.

Zur Ermittlung der Ausdrusch-, Schüttler- und Reinigungs-

verluste, die zusammen die Dreschwerksverluste ergeben, waren die entsprechenden, mit Verlustkörnern behafteten Getreidefraktionen getrennt voneinander aufzufangen und auszuwerten.

Für die Körnerverlustmessungen wurde bei den Feldversuchen eine 20 m lange Meßstrecke und bei den Laboruntersuchungen je nach Getreidedurchsatz eine Meßzeit von 10 bis 60 s zugrunde gelegt. Die Messungen erfolgten stets bei betriebsmäßiger Belastung der Dreschwerkelemente.

Zur Beaufschlagung des MD E 512 mit Getreide bei den Labormessungen fand ein 10 m langes Zuführband Verwendung.

Die gewünschte Neigung des MD wurde dabei durch entsprechende Unterbauten unter den Rädern verwirklicht.

Während der Messung mußten das die Ausdrusch- und Schüttlerverluste enthaltende Langstroh und der die Reinigungsverluste enthaltende Reinigungsabgang aufgefangen werden.

Zu diesem Zweck wurde das Langstroh auf eine unterhalb des Strohauslaufes angebrachte, abrollbereite Strohplane und der Reinigungsabgang in eine der Reinigung nachgeordnete Mulde mit Fördergebläse geleitet.

Die Trennung der Schüttlerverlustkörner erfolgte durch zweimaliges intensives Ausschütteln des Langstrohes mit Heugabeln und der Ausdruschverlustkörner durch anschließendes Nachdreschen des zuvor ausgeschüttelten Langstrohes.

Die Verlustkornfraktionen wurden in gekennzeichneten Probetüten aufbewahrt, später im Labor gereinigt und gewogen und auf den verlustlosen Ertrag der Versuchspartelle umgerechnet.

2. Untersuchungsergebnisse

2.1. Körnerverluste des E 512 in Abhängigkeit von der Hangneigung, der Arbeitsrichtung und dem Getreidedurchsatz

Da Laboruntersuchungen an Getreideerntemaschinen im allgemeinen die praktischen Einsatzverhältnisse unzureichend widerspiegeln, sollen zur Diskussion des Verhaltens der Kör-

Bild 1. Dreschwerksverluste in Abhängigkeit von der Hangneigung und dem Getreidedurchsatz in Schichtlinie, bei Feldversuchen im Roggen (Korn-Stroh-Verhältnis 1 : 1,85, Kornfeuchtigkeit 12,1 %, Strohfeuchtigkeit 13,8 % — diese Kennziffern gelten auch für Bild 2 bis 6)

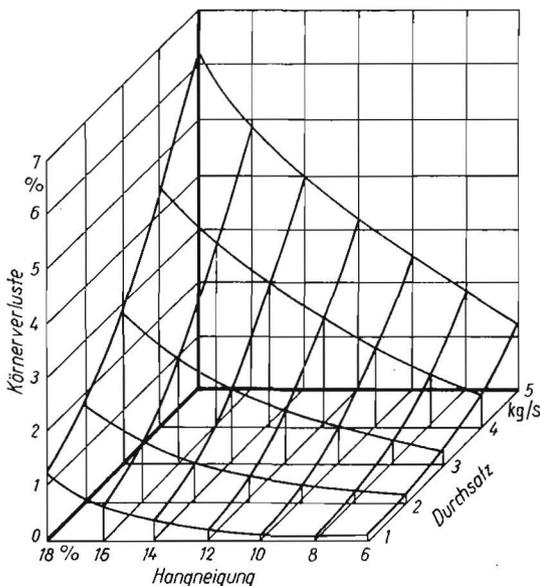
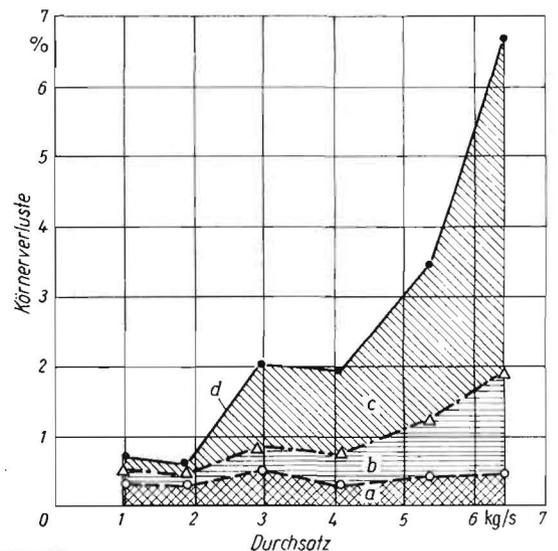


Bild 2. Einzelverluste in Abhängigkeit vom Getreidedurchsatz bei 16 % Hangneigung in Schichtlinie (Feldversuche — Roggen) a Ausdruschverluste, b Reinigungsverluste, c Schüttlerverluste, d Gesamtverluste



* Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. THURM)

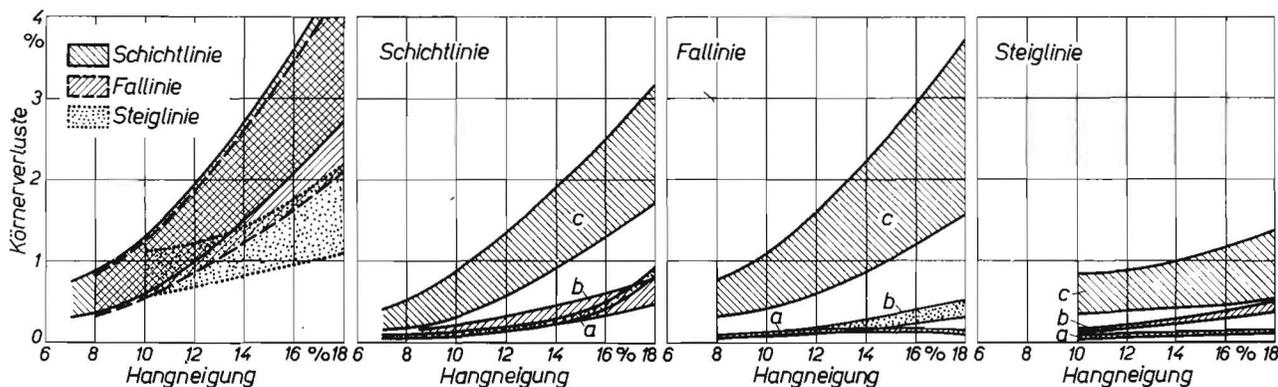


Bild 3. bis 6. Gesamt- und Einzelverluste in Abhängigkeit von der Hangneigung im Durchsatzbereich von 3 bis 4 kg/s (Feldversuche - Roggen; die obere Hüllkurve entspricht einem Getreidedurchsatz von 4 kg/s und die untere Hüllkurve von 3 kg/s) a Ausdruschverluste, b Reinigungsverluste, c Schüttlerverluste

Bild 3. Vergleich der Dreschwerksverluste bei Schicht-, Fall- und Steiglinienarbeit

Bild 4. Vergleich der Einzelverluste bei Schichtlinienarbeit

Bild 5. Vergleich der Einzelverluste bei Falllinienarbeit

Bild 6. Vergleich der Einzelverluste bei Steiglinienarbeit

nerverluste beim Hangeinsatz des E 512 vorwiegend die Ergebnisse der Felduntersuchungen herangezogen werden.

Nach der graphischen Darstellung im Bild 1 ergibt sich eine starke Abhängigkeit der Dreschwerksverluste von der Hangneigung und dem Getreidedurchsatz. Bei allen Untersuchungen konnte unabhängig von der Arbeitsrichtung ein Anwachsen der Körnerverluste mit fortschreitender Hangneigung und fortschreitendem Getreidedurchsatz nachgewiesen werden. Diese Tendenz ist bei den Feldversuchen auf Grund der schlechteren Dreschbarkeit des Getreides stärker ausgeprägt als bei den Laborversuchen.

Auch beim Hangeinsatz des Mähdreschers bleibt, wie Bild 2 zeigt, die für die Ebene mehrfach nachgewiesene charakteristische Abhängigkeit der Schüttler-, Reinigungs- und Ausdruschverluste vom Getreidedurchsatz erhalten, d. h. die einzelnen Verlustanteile steigen mit zunehmendem Getreidedurchsatz an. Dabei überwiegen die Schüttlerverluste die Reinigungs- und Ausdruschverluste im oberen Durchsatzbereich bei weitem.

Bei den Laboruntersuchungen ergab sich fast ausschließlich und bei den Felduntersuchungen in einigen Fällen ein Abfall des Reinigungsverlustes im unteren Durchsatzbereich. In Bild 3 bis 6 sind die Gesamt- und Einzelverluste im Durchsatzbereich von 3 bis 4 kg/s für Roggen als Funktion der Hangneigung dargestellt.

Die untere Hüllkurve entspricht dabei einem Durchsatz von 3 kg/s und die obere von 4 kg/s. Die Kennlinien konstanten Getreidedurchsatzes wurden durch Transformation aus den Verlust-Durchsatzdiagrammen erhalten.

Nach Bild 3 liegen die Verluste in Steiglinie über 10 % Hangneigung bedeutend unter denen der beiden anderen Arbeitsrichtungen. Zwischen Schicht- und Falllinie sind nur geringfügige Unterschiede festzustellen.

Tafel 1. Vergleich der Dreschwerksverluste bei Weizen und Roggen - Feldversuche - (Weizen: Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,74, Kornfeuchte 14,8 %, Strohfeuchtigkeit 10,4 %; Roggen: Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,85, Kornfeuchte 12,1 %, Strohfeuchtigkeit 13,8 %)

Arbeits-	Getreide- durchsatz	Körnerverluste in %			
		Weizen		Roggen	
		Hangneigung			
	kg/s	10 %	18 %	10 %	18 %
Schichtlinie	2	0,6	3,0	0,3	1,8
	3	0,7	4,5	0,7	2,9
	4	1,0	6,3	1,4	4,8
	5	1,5	8,5	2,5	6,4
Falllinie	2	1,0	1,1	0,3	0,2
	3	1,3	1,7	0,6	2,1
	4	1,7	4,2	1,3	4,4
Steiglinie	2	2,0	3,0	0,5	0,9
	3	2,5	3,4	0,6	1,1
	4	2,8	4,3	1,2	2,2

Wie die Gegenüberstellung der Dreschwerksverluste bei Weizen und Roggen in Tafel 1 zeigt, ergaben sich unter Vernachlässigung der etwas unterschiedlichen Einsatzbedingungen bei Weizen andere Relationen.

Prinzipiell kann geschlußfolgert werden, daß im Mittel der beiden untersuchten Getreidearten im oberen Hangneigungsbereich bei Schichtlinienarbeit die höchsten Körnerverluste auftreten.

Bezüglich der Verlusthöhe sind für die speziellen Einsatzbedingungen im Gegensatz zu Roggen bei Weizen zwischen Fall- und Steiglinie keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Von Bedeutung ist die Feststellung, daß nach Tafel 1 bei allen Arbeitsrichtungen und unabhängig von der Getreideart eine bedeutende Verminderung der beim Hangeinsatz des Mähdreschers auftretenden Dreschwerksverluste durch Reduzierung des Getreidedurchsatzes erreichbar ist.

Die Tendenz der Einzelverluste in Abhängigkeit von der Hangneigung und der Arbeitsrichtung geht aus Bild 4 bis 6 hervor. Abgesehen von Unterschieden in der absoluten Verlusthöhe sind die für Roggen dargestellten Verlustkennlinien auch für Weizen charakteristisch und besitzen demzufolge für beide Getreidearten bezüglich des Kurvenverlaufs Allgemeingültigkeit.

Bei den Ausdruschverlusten weisen die Verlustkennlinien in Schichtlinie den steilsten und in Steiglinie den flachsten Verlauf auf. Mit Ausnahme der Steiglinie ergeben sich für beide Getreidearten fast einheitliche Verlustwerte. Das Anwachsen der Ausdruschverluste liegt in der mit fortschreitender Hangneigung zunehmend ungeordneten und asymmetrischen Zuführung des Getreideschwads zur Dreschtrammel begründet, was folglich zu einer nachteiligen Beeinflussung des Ausdrusches führt. Im praktischen Einsatz zeigte sich, daß beim Arbeiten in Schichtlinie das Getreide bereits einseitig in den Schneidwerkstrog abgelegt wird.

Bei den Schüttlerverlusten ergibt sich vor allem in Schicht- und Falllinie eine starke Abhängigkeit von der Hangneigung, die in Steiglinie bedeutend weniger ausgeprägt ist. In dieser Arbeitsrichtung treten auch die geringsten Verluste auf. Die Schüttlerverluste liegen bei allen Arbeitsrichtungen weit über den Ausdrusch- und Reinigungsverlusten und betragen im allgemeinen ein Vielfaches der beiden letztgenannten Verlustanteile. Besonders auffällig ist der hohe Zuwachs des Schüttlerverlustes bei Erhöhung des Getreidedurchsatzes von 3 auf 4 kg/s. Die Verlustquoten in Weizen und Roggen sind nahezu gleich.

Für die Reinigungsverluste ergibt sich mit zunehmender Hangneigung in Schicht- und Steiglinie eine steigende und

in Falllinie eine leicht fallende Tendenz. Bei Falllinienarbeit ist ein nur unbedeutender Einfluß des Getreidedurchsatzes auf die absolute Höhe und den Verlauf der Verlustkennlinien festzustellen. Die Reinigungsverluste liegen bei Weizen generell über denen des Roggens.

2.2. Vergleich der Körnerverluste beim Hangeinsatz des MD E 512 mit denen des MD E 173

Da der E 512 die z. Z. in der Landwirtschaft im Einsatz befindlichen veralteten Mähdreschertypen (E 173, E 175, E 177) ablösen soll, ist es von Interesse, die beim Hangeinsatz des E 512 erzielten Ergebnisse mit den von FLEISCHHAUER [2] am E 173 ermittelten zu vergleichen, obwohl ein solcher Vergleich infolge der nicht einheitlichen Versuchsbedingungen nur bedingt möglich ist und somit zu keiner endgültigen Aussage führen kann.

Tafel 2 enthält eine Gegenüberstellung der Dreschwerksverluste beider MD-Typen, bezogen auf den Nenndurchsatz. Aus der Gegenüberstellung geht hervor, daß auch beim E 173 die Dreschwerksverluste in Schicht- und Steiglinie mit zunehmender Hangneigung und zunehmendem Getreidedurchsatz progressiv ansteigen. Nur in Falllinie ergibt sich im Gegensatz zum E 512 ein Abfall der Verluste mit fortschreitender Hangneigung, wofür noch keine plausible Erklärung gefunden wurde.

In Schichtlinie und z. T. auch in Steiglinie weist der E 512 bezüglich der Körnerverluste gegenüber dem E 173 ein wesentlich günstigeres Hangverhalten auf.

3. Festlegung der Hangeinsatzgrenze

In der agrotechnischen Forderung (ATF) wird für den Hangeinsatz des MD E 512 kein maximal zulässiger Körnerverlust angegeben.

Die ATF beinhaltet dagegen, daß dieser Mähdrescher auf Flächen bis zu einer Hangneigung von 18% in Schicht-, Fall- und Steiglinie einsetzbar sein muß. Die Körnerverluste dürfen dabei die ausländischer Spitzenmähdrescher gleicher Leistungsklasse und Grundkonzeption unter gleichen Einsatzbedingungen nicht übersteigen [3].

Voll aussagefähige Ergebnisse bei Vergleichsuntersuchungen mit anderen Mähdreschertypen, beispielsweise dem dafür sehr gut geeigneten belgischen Mähdrescher Clayson M 140 liegen z. Z. noch nicht vor, so daß die oben genannte Festlegung für die Beurteilung der Hangtauglichkeit des E 512 betreffs des vertretbaren Körnerverlustes beim Hangeinsatz nicht angewendet werden kann.

Es wäre durchaus gerechtfertigt, wenn als Limit für die Körnerverluste beim Hangeinsatz des E 512 die Höhe der Körnerverluste angenommen würde, die durchschnittlich bei dem derzeit in den Hanglagen noch zur Anwendung kommenden Mähbinder-Erntestandardverfahren auftreten.

Nach Angaben verschiedener Autoren betragen die Körnerverluste bei diesem Ernteverfahren im Mittel 7% [1].

Legt man für den Hangeinsatz des E 512 einen maximal zulässigen Dreschwerkskörnerverlust von 3% fest, der der doppelten zulässigen Verlustquote beim Einsatz in der Ebene entspricht, dann ergeben sich für die angestellten Körnerverlustermittlungen die in Tafel 3 enthaltenen Hangeinsatzgrenzen.

Aus Tafel 3 ist ersichtlich, daß die Hangeinsatzgrenze des E 512 durch Reduzierung des Getreidedurchsatzes nach höheren Hangneigungen verschoben werden kann. Da beim Hangeinsatz des MD sowohl in Schicht-, Fall- und Steiglinie gearbeitet werden muß, ist die niedrigste Einsatzgrenze aller 3 Arbeitsrichtungen maßgebend.

Nach den bisherigen Erfahrungen wird der praktisch realisierbare Getreidedurchsatz des E 512 beim Hangeinsatz nicht

Tafel 2. Gegenüberstellung der Dreschwerksverluste beim Hangeinsatz der MD E 512 und E 173¹ (Feldversuche - Weiten)

Arbeitsrichtung	relativer Getreidedurchsatz ² (bezogen auf den Nenndurchsatz)	Körnerverluste in % bei Hangneigung von			
		10 %	18 %	10 %	18 %
Schichtlinie	1/3	1,5	0,5	2,7	2,7
	2/3	3,2	0,7	7,1	4,9
	3/3	5,3	1,5	12,8	8,5
Falllinie	1/3	0,7	1,0	0,4	1,0
	2/3	1,6	1,5	0,9	2,2
	3/3	2,5	2,4	1,3	8,7
Steiglinie	1/3	1,0	1,8	1,2	2,9
	2/3	2,4	2,6	4,0	3,8
	3/3	6,3	3,9	10,3	6,7

¹ Originalwerte vom E 173 für ein angenommenes Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1,35 umgerechnet

² Körnerverluste für Nenndurchsatz mit Ausnahme derer in Schichtlinie (nur E 512) durch Extrapolation der Verlustkennlinien erhalten

Tafel 3. Hangeinsatzgrenzen des Mähdreschers E 512 bei einem zulässigen Dreschwerkskörnerverlust von 3 %

Arbeitsrichtung	Getreidedurchsatz kg/s	Hangeinsatzgrenze in %	
		Weizen	Roggen
Schichtlinie	3	16	19
	4	15	15
	5	14	11
Falllinie	3	20	20
	4	16	15
	5 ¹	12	11
Steiglinie	3	16	20
	4	12	20
	5 ¹	11	13

¹ Einsatzgrenze für 5 kg/s in Fall- und Steiglinie aus extrapolierten Werten ermittelt.

über 3 kg/s liegen. Für diese Durchsatzleistung von 3 kg/s ist die Hangeinsatzgrenze für Weizen bei 16% und für Roggen bei 19% Hangneigung erreicht.

Für den Fall, daß nur in Fall- und Steiglinie gearbeitet würde, könnte nach Tafel 3 der Mähdrescher bei noch höheren Hangneigungswerten mit vertretbaren Verlusten eingesetzt werden.

4. Zusammenfassung

Die Körnerverlustermittlungen beim Hangeinsatz des MD E 512 ergaben, daß Hangneigung und Getreidedurchsatz einen großen Einfluß auf die Höhe der Dreschwerksverluste ausüben. Damit werden die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen an anderen Mähdreschertypen prinzipiell bestätigt.

Die Körnerverluste steigen für alle 3 untersuchten Arbeitsrichtungen, d. h. sowohl bei Schicht-, Fall- und Steiglinienarbeit, mit fortschreitender Hangneigung und fortschreitendem Getreidedurchsatz an, wobei in Schichtlinie die absolut höchsten Verluste auftreten.

Im oberen Durchsatz- und Hangneigungsbereich werden die Dreschwerksverluste fast ausschließlich durch die Schüttelverluste gebildet. Die Ausdrusch- und Reinigungsverluste haben demzufolge nur einen geringen Anteil am Gesamtverlust.

Die Einsatzgrenze des E 512 bezüglich des vertretbaren Körnerverlustes ist, wenn man für den maximal zulässigen Dreschwerkskörnerverlust eine Verlustquote von 3% zugrunde legt, unter Beachtung der bei den Körnerverlustermittlungen aufgetretenen Korn-Stroh-Verhältnisse sowie Korn- und Stroh-Feuchtigkeiten, bei einem Getreidedurchsatz von 3 kg/s im Mittel der untersuchten Getreidearten Weizen und Roggen bei 16 bis 19% Hangneigung erreicht.

Durch Reduzierung des Getreidedurchsatzes kann die Hangeinsatzgrenze wesentlich erweitert werden.

Der E 512 zeichnet sich gegenüber den z. Z. in der Landwirtschaft im Einsatz befindlichen MD-Typen insbesondere durch geringere Körnerverluste bei der Arbeit in Schichtlinie aus.

Literatur

- [1] GUBSCH, M.: Probleme des Mähdreschereinsatzes in Hanglagen. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) H. 6, S. 248 bis 250
- [2] FLEISCHHAUER, R.: Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeiten des Mähdreschers im bergigen Gelände. Forschungsabschlussbericht 1959, Landmaschineninstitut der Friedrich-Schiller-Universität Jena
- [3] o. V.: Auszug aus der technisch-ökonomischen Konzeption für den Mähdrescher E 512. VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Neustadt/Sa. (unveröffentlicht) A 7186