

Herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik CH-8355 Tänikon  
Nachdruck der unveränderten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

## Ernteverluste bei Raps

E. Spiess und P. Wildbolz

Die Ernteverluste können den Erfolg im Rapsanbau erheblich beeinträchtigen. 1982 wurden beim Mähdrusch Gesamtverluste bis zu 13% des Körnerertrages festgestellt. Davon entfielen rund 3% auf Ausfall vor der Ernte, 8% auf Schneidwerk- und 2% auf Dreschwerkverluste. Mittels spezieller Ausrüstungen und durch eine gezielte Arbeitsweise konnten die Schneidwerkverluste im günstigsten Fall von 8% bis auf 1,5% reduziert werden.

### Schwad- oder Mähdrusch?

Raps wird in der Schweiz fast nur noch im Mäh- bzw. Direktdruschverfahren geerntet. Der Trend zum Mähdrusch kann insofern als richtig bezeichnet werden, da das Ertragspotential bzw. das Tausendkorngewicht im Zeitpunkt der Mähdruschreife am höchsten ist. Der optimale Erntezeitpunkt wird bei Beginn der Korn-Schwarzverfärbung erreicht. Beim Schwaddruschverfahren hat der Schnitt oder das Schwadlegen hingegen bereits beim Einsetzen der Braunverfärbung zu erfolgen. Mehrere Versuche zeigen, dass beim Schwaddrusch im Mittel zirka 5% geringere Erträge resultieren als beim Mähdrusch (Literaturhinweis am Schluss). Hinzu kommen die zusätzlichen Kosten für das Schwadlegen. Gewisse Vorteile des Schwaddruschverfahrens hinsichtlich der Ausfallverluste (betrifft leichte Bestände in windgefährdeten Gebieten) haben im Hinblick auf die Voraussetzungen in unserem Lande nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

### Verluste beim Mähdrusch

Vor allem infolge der relativ starken Ausfallanfälligkeit und der feinkörnigen Struktur

des Rapses ist die Verlustfrage beim Mähdrusch nach wie vor aktuell. Dabei muss grundsätzlich zwischen den Ausfallverlusten vor der Ernte, den Schneidwerk- und den Dreschwerkverlusten unterschieden werden.

Die **Dreschwerkverluste** setzen sich zusammen aus Restkörnern in Schoten (Ausdruschverluste), losen Körnern im Schüttler- (Schüttlerverluste) und Siebauswurf (Sieb- oder Reinigungsverluste). Bei modernen Mähdreschern sind die Dreschwerkverluste wenig problematisch, wenn die grundlegenden Einstellregeln genau befolgt werden und die Arbeitsgeschwindigkeit entsprechend angepasst ist. Nach mehrjährigen Erfahrungen lässt sich das Leistungs-

% Körnerverluste (Dreschwerk)

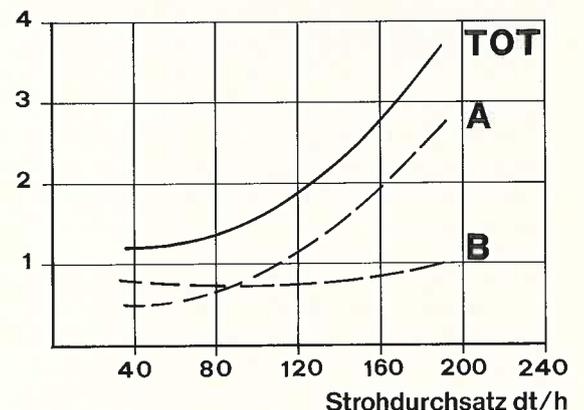


Abb. 1: Dreschwerkverluste eines Grossmähdreschers in Abhängigkeit vom Strohdurchsatz bei Raps (Versuche 1982). Bei Körnerverlusten von 2% kann das Leistungsvermögen der Maschine relativ gut ausgenutzt werden. In der Ebene wird die Leistung vor allem durch die Schüttlerverluste begrenzt. Diesbezüglich ist die Arbeitsgeschwindigkeit sorgfältig abzustimmen.

A = Schüttlerverluste

B = Sieb- oder Reinigungsverluste

TOT. = A + B (gesamte Dreschwerkverluste)

### Kontrolle der Dreschwerkverluste

Eine zuverlässige und schnelle Verlustkontrolle am gedroschenen Stroh bzw. am Boden ist bei Raps kaum möglich; insbesondere wenn mit Anbaustroh-häcksler gearbeitet wird. Es empfiehlt sich, den Siebkasten- und Schüttlerauswurf mit einer unter den Mähdrescher geschobenen flachen Schale (Siebrahmen) oder mittels eines Prüftuches aufzufangen. Je zirka 20 aufgefundene Körner auf einem dm<sup>2</sup> (Handfläche) entsprechen dabei zirka 1% Verlust (Körnerertrag 30 kg/a):

Ertrag kg/a	Körner je dm <sup>2</sup> bei 1% Verlust	
	a	b
20	13	4
25	17	6
30	20	7
35	23	8

TGK = 4,5 g

a = im Bereiche des Dreschwerkauswurfes bei Verhältnis Arbeitsbreite : Dreschwerkbreite 3 : 1

b = auf die ganze Arbeitsbreite bezogen

### Dreschwerk: Spritzverluste, Flugkörner

Solche Verluste können auch bei modernen Mähdreschern immer wieder festgestellt werden. Oft wird deren Ursache nicht richtig erkannt.

**Spritzverluste** liegen in der Regel dann vor, wenn die Schüttlerverluste bei niedrigen Arbeitsgeschwindigkeiten höher sind als bei zügiger Fahrweise. Von der Strohwendetrommel verursachte Spritzkörner werden in diesem Fall über die Schüttlerhorden hinweg geschleudert. Bei niedrigen Stroherträgen bzw. -durchsätzen ist daher besondere Vorsicht angebracht. Spritztücher auf Verschleiss überprüfen und wenn möglich tief einstellen!

Neue Mähdreschertypen zeigen mitunter verbesserte Leistungen der Reinigungsgebläse. Es konnte in einzelnen Fällen festgestellt werden, dass der Luftstrom auch bei minimaler Windeinstellung immer noch zu stark war. Durch eine zusätzliche Abdeckung der Gebläseansaugöffnungen liessen sich die vorher festgestellten «**Flugkörner**» fast vollständig eliminieren. Mittels dieser Massnahme konnten die Siebdruckverluste merklich vermindert werden.

vermögen von Schüttler-Mähdreschern bei einer tolerierbaren Grenze von 2% für die Dreschwerkverluste relativ gut ausnutzen (Abb. 1). Die gewichtsmässigen Verluste je Flächeneinheit sind dabei ähnlich wie beim Getreidedrusch, in welchem die Verlustgrenze im allgemeinen mit 1% veranschlagt wird.

Wesentlich höhere Verluste können jedoch infolge **Ausfall vor der Ernte** und durch den **Teilungs- und Fördervorgang am Mähdrescher-Schneidwerk** resultieren. Als ausschlaggebende Faktoren sind hier die Voraussetzungen bis zur Ernte (Reifezustand, Bestandesdichte, Witterung, Wildschäden, usw.) sowie die Handhabung und Ausrüstung des Mähdreschers zu nennen.

Die letzteren Verluste sind in der Praxis bei vertretbarem Zeitaufwand kaum zu ermitteln und zu quantifizieren. Entsprechende Versuchsergebnisse fehlten. Ungewissheit bestand daher immer noch bezüglich der Wirksamkeit und des effektiven Nutzens folgender **verlustmindernder Massnahmen**:

#### ● Vorzeitige Ernte

Schoten neigen bei der Ernte weniger zum Aufspringen.

**Nachteile:** Höhere Kornfeuchtigkeit, geringere Druschleistung. Ertragsbildung eventuell noch nicht vollständig abgeschlossen.

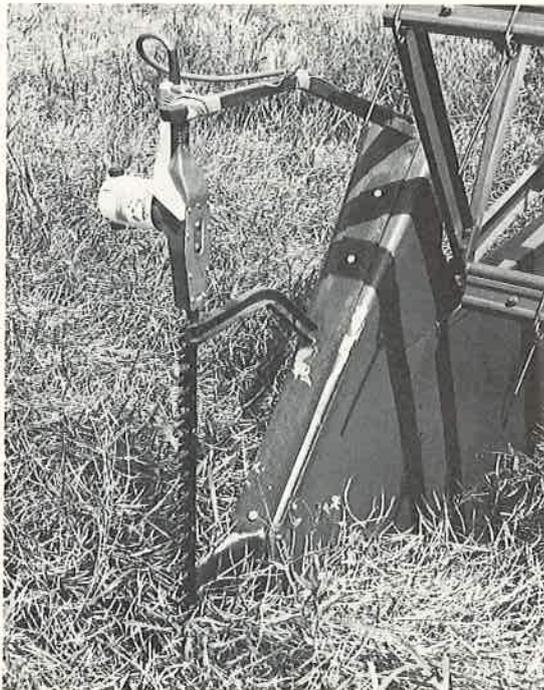


Abb. 2: Elektrisch angetriebenes Seitenschneidwerk (Rapsschere) an der rechten Schneidwerkseite. Die teureren mechanisch oder hydraulisch angetriebenen Ausführungen sind weniger verschleissanfällig und deshalb bei hohen jährlichen Auslastungen vorteilhafter.

● *Drusch bei hoher Luftfeuchtigkeit (zum Beispiel Nacharbeit)*

Angefeuchtete Schoten neigen weniger zum Aufspringen.

**Nachteile:** Höhere Kornfeuchtigkeit, geringere Druschleistung, eventuell organisatorische Probleme.

● *Montage eines Seitenschneidwerkes (eventuell beidseitig) oder einer Rapsschere (Abb. 2)*

Teilungsverluste und Störungen sollen vermindert werden.

**Nachteile:** Zusätzliche Kosten, Aufwand und Zeitverlust für An- und Abbau.

● *Verwendung einer Schneidischverlängerung oder Einsatz eines «Universal-Schneidwerkes» (Abb. 3)*

Verstopfungen werden vermindert (Ausreisen der vom Einzug erfassten, aber noch nicht abgeschnittenen Stengel). Spritz- und Ausschlagkörner sollen insbesondere bei Haspeleingriff durch den verlängerten Tisch aufgefangen werden.

**Nachteile der Schneidischverlängerung:** Haspel muss eventuell eingesetzt werden, um den zusätzlichen Abstand zwischen Messer und Einzugsschnecke zu überbrücken. Zusätzliche Kosten, relativ grosser Montage- und Demontageaufwand (Verlängerung). Wenn abwechselnd auch Getreide gedroschen werden soll, kann sich die Anschaffung eines zweiten Schneidwerkes aufdrängen.



Abb. 3: «Universal»-Schneidwerk mit langem Schneidisch (MF). Der vergrösserte Abstand zwischen Messer und Einzugsschnecke wird mit einem umlaufenden Gummiband überbrückt. Dadurch kann sowohl Raps als auch kurz- und langhalmiges Getreide ohne Schneidwerkbau geerntet werden. Dieses bisher nur für eine Mähdreschermarke erhältliche Schneidwerk soll nach Herstellerangabe auch die Arbeitsweise der Dreschorgane günstig beeinflussen bzw. höhere Druschleistungen ermöglichen.

## Versuche über Ausfall- und Schneidwerkverluste

Zur Optimierung der Mähdreschereinsatzweise wurden 1981/82 verschiedene Faktoren untersucht, welche die Ernteverluste beeinflussen:

- Ausfallverluste vor dem Mähdrusch.
- Halmteiler und Seitenschneidwerk (Rapsschere).
- Getreideschneidwerk mit und ohne Schneidischverlängerung (Abb. 4).
- Arbeit mit und ohne Haspeleinsatz.
- Verschiedene Arbeitsrichtungen im lagernden Bestand.
- Arbeit bei erhöhter Luftfeuchtigkeit.

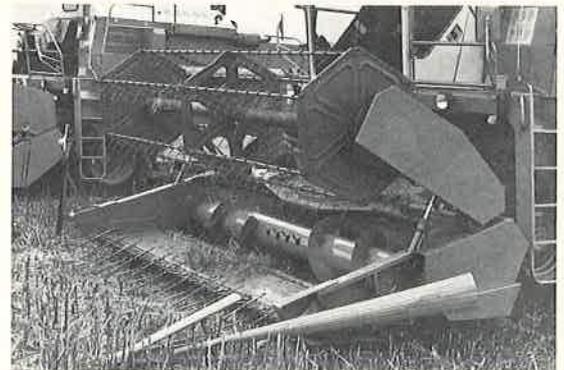
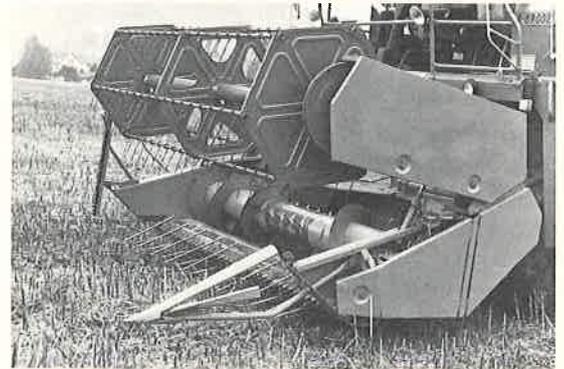


Abb. 4: In den Versuchen eingesetzte Schneidwerke: Oben: Getreideschneidwerk rechts mit Rapsschere und links mit Halmteiler (kurzer Aussenabweiser). Unten: Getreideschneidwerk mit Schneidischverlängerung (45 cm), Rapsschere und Halmteiler (langer Aussenabweiser).

● *Versuchsbedingungen*

Ertrag: 32 bis 34 dt/ha

Sorte: Jet-Neuf

Bestand: Gleichmässig von Westen gegen Osten lagernd.

Arbeitsgeschwindigkeit: 2,4 km/h

Erntedatum:	30.7.1982	2.8.1982	2.8.1982 (24.00 Uhr)
Lufttemperatur in %	22	20	17
Relative Luftfeuchtigkeit in %	62	69	94
Kornfeuchtigkeit in %	10	12	15
Strohfeuchtigkeit in %	48	20	31

● **Ergebnisse**

**Ausfallverluste vor der Ernte:**

Abb. 5a zeigt den 1982 festgestellten Anstieg der Ausfallverluste am stehenden Bestand. Im Zeitraum um den 25. Juli waren bereits zirka 20 bis 30% der Körner schwarz verfärbt. Am 25. Juli lagen die Ausfallverluste – hauptsächlich verursacht durch vereinzelte notreife Schoten – bei 90 kg/ha (entspricht knapp 3% des Ertrages). Tägliche, teilweise gewitterartige Niederschläge vom 22. bis 27. Juli hatten trotz der bereits erreichten Mähdruschreife einen verhältnismässig geringen Verlustanstieg von zirka 40 kg/ha zur Folge. Gewisse Schäden entstanden jedoch durch bei Raps eher selten auftretenden Auswuchs (am 30. Juli zirka 7%). Etwa zwölf Tage nach Beginn der Schwarzverfärbung nahmen die Ausfallverluste mit jedem weiteren Tag ziemlich stark zu und erreichten bis zum 10. August 300 kg/ha (11. August: 1020 kg/ha). Ab diesem Zeitpunkt entstanden nebst den eigentlichen Ausfallverlusten auch vermehrte Schäden durch Vögel. Innerhalb weniger Tage waren die meisten Schoten leer. 1981 konnte tendenzmässig ein ähnlicher Verlauf der Ausfallverluste festgestellt werden. Infolge weniger notreifer Schoten war das Verlustniveau bei Beginn der Schwarzverfärbung aber bedeutend tiefer als im Folgejahr.

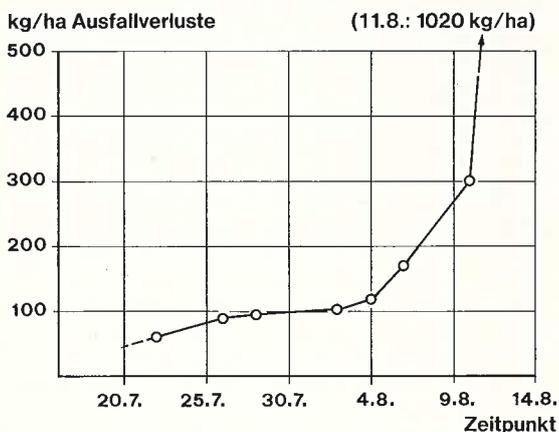


Abb. 5a: Ausfallverluste vor der Ernte in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt (1982).

**Schneidwerkverluste (Abb. 6 und 7):**

Die Ergebnisse aller Versuchsvarianten sind in Tabelle 1 enthalten. Bei der Ermittlung der Gesamtverluste in Prozent vom Körnerertrag wurde vorausgesetzt, dass der stehende Bestand nur auf einer Seite des Schneidwerkes – entweder mit einem Halnteiler oder Seitenschneidwerk – getrennt werden muss. Abb. 8 zeigt zudem als Bei-

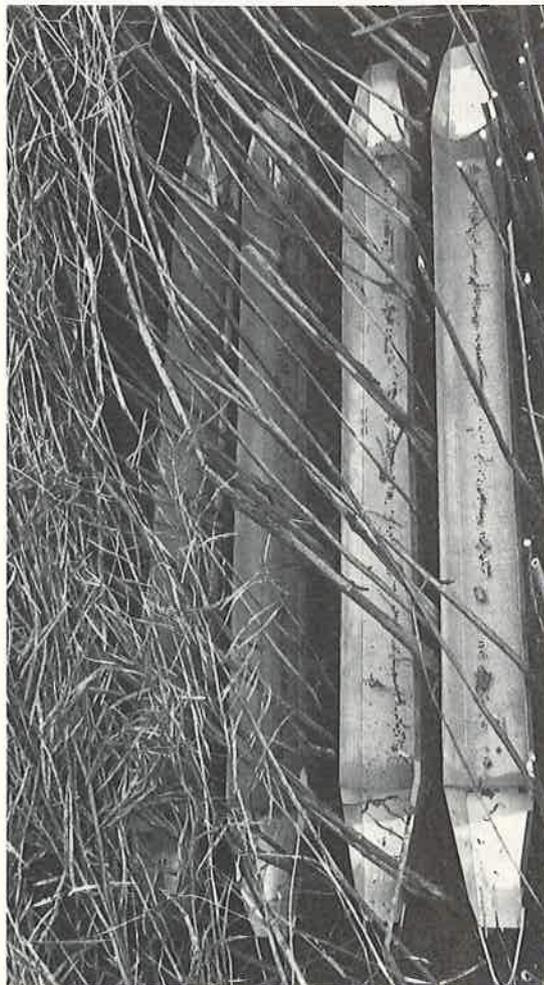


Abb. 5b: Feststellung der Ausfall- und Schneidwerkverluste mittels spezieller Auffangbehälter. Die Behälter sind so ausgelegt, dass sie sich mit einer Stange leicht zwischen die einzelnen Säereihen einschieben lassen, ohne dabei die Rapsstengel zu bewegen.

spiel (eine Variante) die Verlustverteilung der beiden unterschiedlichen Schneidwerke bei der Arbeit mit Halnteiler und Seitenschneidwerk.



Abb. 6: Herausgezogene Auffangbehälter nach einer Schneidwerkverlustmessung.

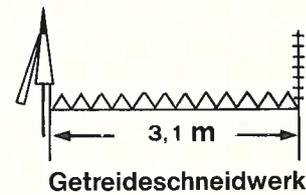
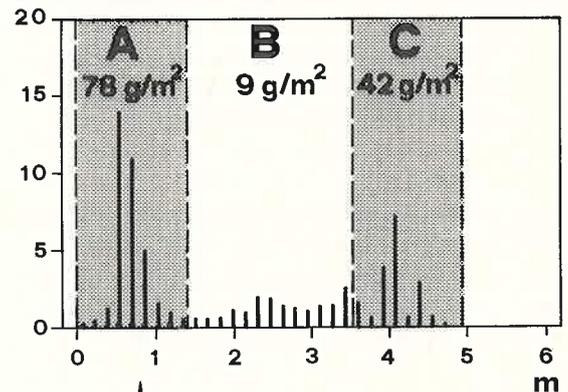


Abb. 7: Typische Verlustverteilung beim Schneidwerk mit Tischverlängerung:  
 Oben: Relativ hohe Verluste in den Reihen unmittelbar unterhalb der Rapsschere.  
 Mitte: Sehr geringe Verluste im Bereiche des Messerbalkens.  
 Unten: Ziemlich hohe Verluste im ganzen Halmteiler- und Aussenabweiserbereich.

**Ohne spezielle Schneidwerkaustrüstungen** waren die Verluste in diesem Versuch selbst unter den relativ günstigen Druschbedingungen (gleichmässiger Lagerbestand) recht hoch (Mittel 6% = zirka Fr. 380.-/ha).

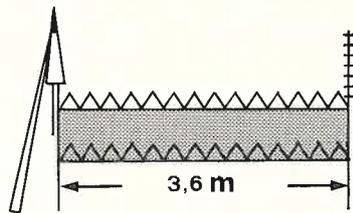
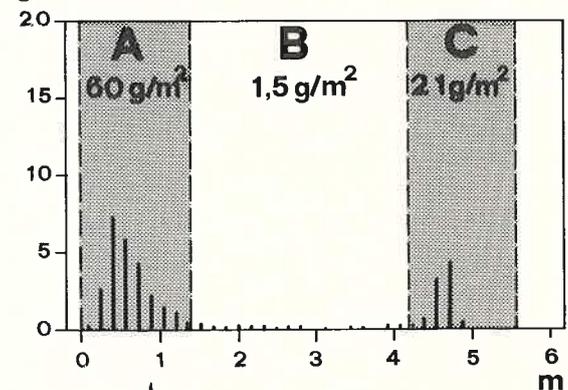
Der **Drusch bei hoher Luftfeuchtigkeit** (Nachtarbeit) führte nur zu einer relativ geringen Verminderung der Gesamtverluste, obwohl die Verluste im Bereiche des Messerbalkens von  $7,4 \text{ g/m}^2$  auf  $4,9 \text{ g/m}^2$  reduziert werden konnten. Zwischen den beiden Einsätzen lagen allerdings keine extremen Differenzen in der Luftfeuchtigkeit vor (69% zu 94%). Grössere Verlustunterschiede sind bei hochsommerlichen Temperaturen (Luftfeuchtigkeit um 40%) zu erwarten.

**g/m Reihe**



Getreideschneidwerk

**g/m Reihe**



verlängertes Schneidwerk

Abb. 8: Beispiel für die Verlustverteilung in den einzelnen Reihen bei Arbeit gegen die lagernden Rapsstengel (Reihenweite 16 cm).

Verlustbereiche: A = Halmteiler  
 B = Messerbalken  
 C = Seitenschneidwerk (Schere)

Mit den **Seitenschneidwerken** konnte auch unter schwierigen Bedingungen störungsfrei getrennt werden. Verlusteinsparungen gegenüber der Arbeit mit **Halmteiler** sind jedoch nicht in allen Fällen nachzuweisen.

Dank der **Schneidischverlängerung** liessen sich vor allem die Verluste im Bereiche des Messerbalkens stark reduzieren (um zirka zwei Drittel). Bei Arbeit mit Schneidischverlängerung und Seitenschneidwerk resultierten im Mittel um 2,5% geringere Gesamtverluste.

Ein eventuell notwendig werdender **Haspeleinsatz** verursachte sowohl im Trenn- als auch im Messerbereich einen merklichen Verlustanstieg. Diese Erkenntnis trifft gleichermassen für beide Schneidwerke zu.

Als günstigste **Arbeitsrichtung** erwies sich der Drusch gegen die lagernden Rapsstengel (Abb. 9). Beim Getreideschneidwerk war aber unter diesen Bedingungen die Verstopfungsanfälligkeit etwas grösser.



Abb. 9: Arbeit gegen die lagernden Rapsstengel. Bei dieser Arbeitsrichtung zeigten beide Schneidwerke die geringsten Körnerverluste.

#### **Einfluss der Schneidwerkbreite:**

Die Verluste je Flächeneinheit in den Trennbereichen waren bei beiden Schneidwerken um ein Vielfaches höher als im Bereiche des Messerbalkens. Durch die Arbeit mit breiten Schneidwerken können daher erhebliche Verlustverminderungen erzielt werden (Abb. 10). So resultieren beispielsweise bei einer Vergrösserung der Arbeitsbreite von 3 m auf 5 m im Mittel um rund ein Viertel geringere Gesamtverluste.

**Tabelle 1: Schneidwerkverluste bei Raps, Versuche 1982**

Variante	Verluste im Bereich			Gesamtverluste in % des Ertrages bei Arbeit mit:	
	Halmteiler A g/m <sup>2</sup>	Messer B g/m <sup>2</sup>	Schere C g/m <sup>2</sup>	Halmteiler	Schere
<u>Getreideschneidwerk</u> Mittel	59,6	7,2	68,1	5,5	6,0
Arbeit ...					
- in Lagerrichtung	17,1	8,7	98,1	3,3	8,2
- gegen Lagerrichtung (Abb. 8)	78,3	9,4	41,6	7,2	5,0
- quer zu den Reihen	83,4	5,6	74,9	6,5	6,0
- mit Haspeleingriff	61,7	7,4	64,3	5,7	5,8
- ohne Haspeleingriff	57,5	4,9	61,8	4,8	5,0
- bei Nacht mit Haspel 2./3. Aug.	72,0	4,9	47,6	5,6	4,2
<u>Verlängertes Schneidwerk</u> Mittel	74,3	2,6	53,5	3,8	3,5
Arbeit ...					
- in Lagerrichtung	68,1	2,9	97,4	4,1	5,5
- gegen Lagerrichtung (Abb. 8)	59,5	1,5	21,5	3,3	1,5
- quer zu den Reihen	78,2	4,6	41,6	2,4	4,5
- mit Haspeleingriff	114,6	2,4	66,3	6,2	3,9
- ohne Haspeleingriff	50,8	1,6	40,6	2,9	2,4

Arbeit gegen Lagerrichtung, ausser anders vermerkt

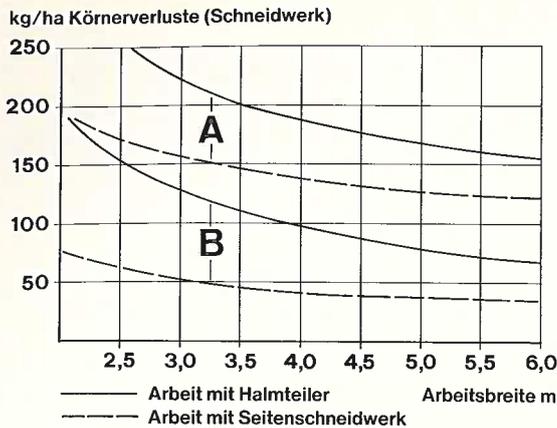


Abb. 10: Einfluss der Arbeitsbreite auf die Schneidwerkverluste beim Drusch gegen die lagernden Rapsstengel.

A: Getreideschneidwerk

B: verlängertes Schneidwerk

## Schlussfolgerungen

Unter schweizerischen Bedingungen ist der Mähdrusch bei Raps in der Regel vorteilhafter als das Schwaddruschverfahren. Dies vor allem im Hinblick auf günstigere Ertragsaussichten. Eher schwere, leicht lagernde Bestände sind für den Mähdrusch besser geeignet als leichte, windgefährdete.

Die Ausfallverluste vor dem Einsetzen der Korn-Schwarzverfärbung können je nach Jahr und Bestand variieren. Von ausschlaggebender Bedeutung ist eine gleichmässige Abreife. Nach den vorliegenden Versuchen sind die zusätzlichen Ausfallverluste – auch bei einer Überschreitung der optimalen Mähdruschreife um maximal sieben bis zehn Tage – noch nicht gravierend. Bei späteren Ernteterminen ist aber mit grossen Schäden zu rechnen.

Die Schneidwerkverluste fallen beim Mähdrusch viel mehr in Betracht als die Dreschwerkverluste. Hohe Luftfeuchtigkeit während der Ernte trägt zur Verminderung der Schneidwerkverluste bei. Die grösste Aufmerksamkeit sollte jedoch der Schneidwerk-ausrüstung und der Arbeitsweise beimessen werden.

Ein Seitenschneidwerk ist dann vorteilhaft, wenn je nach Bestandesstärke und Lager-richtung eine Trennung nicht ohne Reissen möglich wäre. Andernfalls sind Halmteiler mit eher kurzen, flachgestellten Aussenab-weisern zu empfehlen. Dabei ist darauf zu achten, dass der stehende Bestand nicht von den Rädern und der Seitenverkleidung des Mähdreschers gestreift wird. Seitlich etwas über den Maschinenkörper hinausragende Schneidwerke sind diesbezüglich am

günstigsten. Möglichst breite Schneidwerke mit verlängerten Schneidtischen bieten die besten Voraussetzungen für eine verlustarme Ernte. Unter Zugrundelegung der festgestellten mittleren Verlustverminderung (2,5%) werden die erforderlichen Zusatzausrüstungen (Tischverlängerung mit Rapschere = zirka Fr. 3500.– + Fr. 900.–) bereits bei einer jährlichen Raps-Druschfläche von mindestens 5 ha wirtschaftlich.

Bei starker einseitiger Lagerung kann es sich eventuell lohnen, nur in einer Arbeitsrichtung – gegen die lagernden Stengel – zu dreschen. Mit der Schneid-tischverlängerung ist dies fast immer ohne Haspeleinsatz (zusätzliche Verluste!) möglich.

Für die Weiterentwicklung von Spezialaus-rüstungen für Schneidwerke ist die Forde-rung zu stellen, dass die beim Seiten-schneidwerk ausfallenden Körner aufge-fangen und der Weiterförderung zugeführt werden können, wurden doch in einzelnen Reihen unter diesen Aggregaten Verluste bis 19 g/m Reihe bzw. 120 g/m<sup>2</sup> oder 38% des Körnerertrages festgestellt. Beim ver-längerten Schneidwerk waren im Mittel 9/10 der Verluste (= zirka 100 kg/ha) auf das Seitenschneidwerk zurückzuführen.

## Literatur (zum Beispiel)

- Vuilliod P., 1972 «Influence des techniques de récolte sur le rendement et la qualité du colza» Revue suisse d'agriculture Vol. IV, No. 3.
- Sass H., 1981 «Rapsernteverfahren» RKL-Schrift, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, D-Kiel.

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung,  
Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonne-ment Fr. 30.–, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebs-wirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.