

Zinkenrotoren im Vergleich

Wolfgang G. Sturny

Zinkenrotoren sind universell einsetzbar: Allein oder als Gerätekombination zur Stoppelbearbeitung, bei herkömmlicher oder pflugloser Feldbestellung. Eine Vergleichsprüfung ergab merkbliche Unterschiede im Zerkleinerungs- und Einarbeitungseffekt sowie im Leistungsbedarf. Entscheidend für die Einsatzqualität ist wohl mehr die Anordnung der Zinken als deren Form und Anzahl. Die Maschinen unterscheiden sich auch stark in Gewicht und Preis.

Einleitung

Zapfwellengetriebene Bodenbearbeitungsgeräte haben gegenüber gezogenen Geräten folgende Vorteile: bessere Kraftübertragung der Motorleistung, Einstellung des gewünschten Arbeitseffektes – sofern mit Schalt- oder Wechselgetriebe ausgerüstet – sowie durch kurze Bauweise einfache Kombination mit Lockerungsgeräten und Sämaschinen. Insbesondere Zinkenrotoren finden in jüngster Zeit starke Verbreitung. Sie weisen im Gegensatz zu Kreiselleggen Pluspunkte auf, wie vielseitiger Einsatz und rund 25% geringerer Leistungsbedarf bei vergleichbarer Arbeitsqualität

(STROPPEL und REICH, 1982); auch bei Pflugverzicht eine genügende Einarbeitung von Pflanzenrückständen, die eine störungsfreie Saat bestenfalls in nur einer Überfahrt ermöglicht. Diesen Vorteilen stehen im Vergleich zu gezogenen Geräten auch Nachteile gegenüber: höherer Anschaffungspreis, höherer Traktor-Hubkraftbedarf, grösserer Verschleiss und somit höhere Reparaturkosten, grösserer Treibstoffverbrauch pro Leistungseinheit, anspruchsvollere Bedienung, das heisst auch zunehmende Gefahr, ein zu fei-

nes Saatbett unter zu trockenen bzw. zu nassen Bedingungen herzurichten.

Der Ausdruck **Zinkenrotor** gilt als Oberbegriff für Klingen- und Messerrotor sowie Zinkenfräsen und Rotoregge. Das aktuelle Marktangebot umfasst verschiedenste Werkzeugformen und -anordnungen, deren Arbeitseffekte weitgehend unbekannt sind. Daher erfolgte die Ausschreibung einer Zinkenrotoren-Vergleichsprüfung an 24 verschiedene Schweizer Firmen. Im folgenden wird über die einjährigen Untersuchungen an

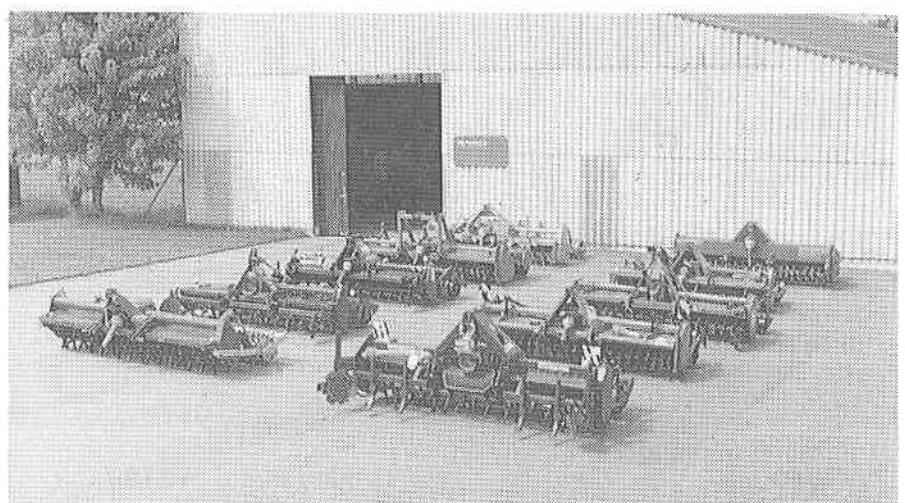
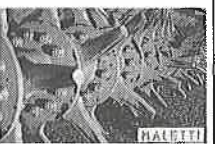
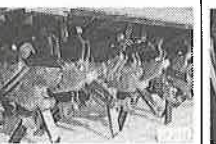


Abb. 1: In einer Vergleichsprüfung wurde der **Zerkleinerungs- und Einarbeitungseffekt** von neun Zinkenrotoren untersucht sowie der **Leistungsbedarf an der Zapfwelle** gemessen. Daneben wurden die **maschinentechnischen Daten** detailliert erhoben.

Tabelle 1: Technische Daten der Zinkenrotoren

Fabrikat Typ		CELLI FE/305	FALC Rotoking 3000 E	FERABOLI Expert 3000
Anmelder		Silent AG 8108 Dällikon 	Ott Landmaschinen AG 3052 Zollikofen 	Haruwy 1032 Romanel 
Masse				
Transportbreite (— = ohne Zuführscheiben ¹⁾)	cm	335	307 —	320
Arbeitsbreite (= Abstand der Leitbleche)	cm	313	288	300
max. Arbeitstiefe	cm	20	20	21
Gewichte				
mit Packerwalze	kg	1329	1174	1331
Packerwalze	kg	435	322	409
Rotorwelle				
Getriebe (W = Wechsel-; S = Schalt-)		W	W	W
Leistungsbedarf an der Zapfwelle, im Leerlauf kW/m		0,28	0,25	0,82
Umfangsgeschwindigkeit: ZW 540 Minimum m/s		5,3	5,5	4,7
Maximum m/s		8,4	8,6	6,8
ZW 1000 Minimum m/s		5,5	7,2	4,9
Maximum m/s		8,7	8,1	8,7
Gangabstufungen		8	6	10
Kranzdurchmesser	cm	52	50	50
Kranzabstand	cm	12,5	—	12,3
Kranzzahl		24	45 Halter	24
Zinken				
Form (FSZ = Flachstahlzinken; KZ = Keilzinken; g = gerade; k = gekröpft; w = gewinkelt)		FSZ	KZ	FSZ ²⁾
Länge (Flansch-Zinkenspitze)	cm	k, w 10	g + 2 w 9	w 14
Zinkenzahl		96	45	96
Schrauben / Zinken		2	1	2
Strichabstand	cm	3,3	6,4	3,1
Packerwalze				
∅ ohne Nockenkränze	cm	32	32,5	36
∅ mit Nockenkränzen	cm	49	46,5	50
längenverstellbar (+)		+		
Tiefenregulierung		stufenlos 2 Spindeln	stufenlos 1 Spindel	7 Stufen 2 Bolzen
Preise 1989				
mit Packerwalze	Fr.	10'000.—	11'720.—	11'950.—
Zinkensatz inkl. Schrauben	Fr.	1'113.—	582.—	780.—
Maschineneinstellung zur Vergleichsprüfung				
Drehzahl / Umfangsgeschwindigkeit:				
ZW 540	U/min / m/s	218 / 5,9	235 / 6,2	—
ZW 1000	U/min / m/s	—	—	236 / 6,2
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	2,8 — 4,0	2,6 — 3,8	2,7 — 3,9
Bissenlänge	cm	21,5 — 30,6	18,4 — 27,1	19,1 — 27,5

¹⁾ FALC u. RAU: 2 Zuführscheiben, RENTER: 1 Zuführscheibe
²⁾ beidseitig verwendbar

HOWARD Rotavator HR20-255WZ	KUHN EL 100 N/305	MALETTI K 200 CV 300	PEGORARO Pegolama LC 300	RAU Rototiller RE 30	RENTER RTO 3000
Agritec Griesser AG 8450 Andelfingen 	Agro-Service SA 4528 Zuchwil 	VLG Bern 3052 Zollikofen 	Althaus & Co. AG 3423 Ersigen 	Service Company AG 8600 Dübendorf 	Hämmerli & Cie. SA 1260 Nyon 
289 262 18	347 302 22	328 299 20	312 297 21	300 – 289 20	300 – 285 19
984 261	1262 400	1350 310	1148 333	1170 360	950 274
W 0,36 3,6 5,2 4,2 5,3 7 42 19 14	S 0,18 2,9 6,6 5,4 12,2 8 55 12 26	S 1,44 5,8 7,0 5,9 13,1 6 49 19 15	W 0,45 4,7 7,5 5,9 6,7 6 50 12 25	W 0,23 5,6 10,9 8,2 10,3 5 50 – 46 Halter	W 0,25 4,8 7,8 – – 4 48 15 18
FSZ k, w 13,5 56 4 / Kranz 2,3	FSZ k 13 104 2 5,8	FSZ g + w 15 90 2 6,6	FSZ ²⁾ w 11 100 1 3,0	KZ g 9 46 1 6,3	FSZ w 9 72 2 7,9
32 44 + stufenlos 2 Spindeln	33 49 + stufenlos 2 Spindeln	33 47 stufenlos 2 Spindeln	28 44 stufenlos 2 Spindeln	32 45 + in Stufen Teleskoprohr	22 36 stufenlos 1 Spindel
9'500.-- 1'165.--	13'360.-- 2'237.--	15'330.-- 895.--	10'900.-- 950.--	12'250.-- 446.--	10'400.-- 684.--
235 / 5,2 – 2,8 – 4,1 19,9 – 29,1	228 / 6,6 – 2,8 – 3,8 10,3 – 13,9	– 230 / 5,9 2,8 – 3,9 10,2 – 14,1	– 225 / 5,9 2,8 – 4,0 20,8 – 29,6	212 / 5,6 – 2,6 – 3,8 20,4 – 30,0	221 / 5,6 – 2,5 – 3,8 9,4 – 14,4

der FAT berichtet. Arbeitsqualität und Leistungsbedarf von neun uns zur Verfügung gestellten Zinkenrotoren wurden in mehreren Feldeinsätzen ermittelt (Abb. 1).

Arbeitsweise

Der Zinkenrotor ist eine Weiterentwicklung der Bodenfräse. Die Kraftübertragung vom Winkelgetriebe zur Rotorwelle erfolgt über Rollenketten oder Stirnräder. Um ein gleichmässigeres Drehmoment zu erreichen, sind die Zinken spiralförmig an Flanschen oder Haltern um die Rotorwelle angeordnet (ESTLER et al., 1984). Die Rotordrehzahl lässt sich über ein Schalt- oder Wechselgetriebe verändern, bei letzterem durch Wechseln von Zahnradpaaren. Der Zerkleinerungseffekt wird in erster Linie durch den Strichabstand und die Bissenlänge B bestimmt. Diese ist abhängig von der Fahrgeschwindigkeit v (m/s), der Rotordrehzahl n (U/min) und der Zinkenzahl z pro Schnittebene (Formel: $B = \frac{v \times 6000}{n \times z}$ [cm]).

Der Zerkleinerungseffekt ist um so höher, je kleiner die Bissenlänge und der Strichabstand sind. Ferner ist die Prallblechstellung von Belang: Je tiefer das Prallblech eingestellt wird, um so mehr werden die Schollen noch zusätzlich beim Aufprall zerkleinert. Der Zinkenrotor wird über eine Walze getragen. Nebst der Tiefenregulierung wird damit der Boden weiter zerdrückt und rückverfestigt. Ferner können auch Spurlockerer und Planierschienen/-bleche vor der Rotorwelle angebracht werden, um eine bessere Auslebung zu erzielen.

Maschinenausrüstung und

Handhabung

Die technischen Daten sind detailliert in Tab. 1 zusammen-

gestellt. Aus versuchstechnischen Gründen sind soweit möglich 3-m-Maschinen berücksichtigt worden.

Die Möglichkeit, die *Drehzahl der Rotorwelle* in einem weiten Bereich verändern zu können, ist für eine an Standort und Traktorleistung angepasste Bearbeitung von Vorteil. Bequem zu bedienende Schaltgetriebe sind Standardausrüstung bei KUHN und MALETTI und bei RAU für einen Mehrpreis von Fr. 750.- erhältlich. Die übrigen Fabrikate bieten Wechselgetriebe an. In diesem Falle dauert die Drehzahlveränderung länger, da ölige und heiss gelaufene Zahnräder zu wechseln sind. Zudem sind die Maschinen nach vorn zu neigen, um Ölverluste zu vermeiden. Es wird somit eine bedienungsfreundlichere Handhabung gefordert: Zwar ist der Deckelverschluss des Wechselgetriebes bei HOWARD und RENTER bereits mit nur drei handlichen Flügelschrauben versehen, hingegen sollten die Zahnräder allgemein «zugänglicher» gestaltet, eventuell mit einem Bügel oder Griff versehen werden. Konstruktive Verbesserungen in diesem Bereich wären wertvoll, sonst wird, wie die Erfahrung zeigt, nur mit der einmaligen «Grundeinstellung» gearbeitet.

Die spiralförmige *Anordnung der Zinken* weist je nach Fabrikat eine unterschiedliche «Verwindung» bzw. «Eigendrehung» auf: FALC: $\frac{1}{4}$; HOWARD, KUHN, RAU: $\frac{1}{2}$; MALETTI: 1; CELLI, FERABOLI, PEGORARO, RENTER: $1\frac{1}{2}$ (vgl. Detailaufnahmen in Tab. 1).

Das *Prallblech* ist bei allen Fabrikaten zweiteilig und verstellbar. FERABOLI und PEGORARO weisen eine zusätzliche *Planierschiene* zwischen Rotorwelle und Prallblech auf.

Anstelle der Packerwalze kann eine *Rohrtragwalze* (= Stabkrümmer) eingesetzt werden. Letztere ist etwa halb so schwer und entsprechend billiger.

Die Gesamtzahl der *Schmiernippel*, die allgemein gut erreichbar sind, bewegt sich zwischen fünf und zehn.

Durch eine Überlastsicherung in Form von *Rutschkupplungen* an der Gelenkwelle werden alle Fabrikate vor Beschädigungen geschützt.

Unfallverhütung

Die Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL, 5040 Schöftland) hat die Zinkenrotoren nach folgenden Kriterien kontrolliert:

Sicherheit

- Vorhandensein der trichterförmigen *Schutzstöpsel* für Zapfwellen- und Durchtriebsstummel sowie Kreuzgelenk der Gelenkwelle. Zwei Maschinen mussten diesbezüglich beanstandet werden.
- Vorhandensein einer *Gelenkwellenhalterung* als Schutz bei abgekoppelter Maschine. Bei acht Maschinen fehlte diese Halterung.

Strassenverkehrsvorschriften

- Die maximal zugelassene **Transportbreite** auf der Strasse beträgt **3,0 m**. Breitere Maschinen dürfen nicht am Traktor angekoppelt transportiert werden. Es braucht dazu eine *Langfahrvorrichtung* (für Fr. 1900.- von Fa. Althaus & Co. AG) oder ein *Tiefgang-Transportwagen*. Sechs der neun geprüften Maschinen waren breiter als 3,0 m.
- Es sind beidseitig – nach hinten rote und nach vorne weisse – runde oder rechteckige *Rückstrahler* erforderlich.
- Übertagen die Geräteteile das Fahrzeug seitlich um mehr als 15 cm, ist zusätzlich eine

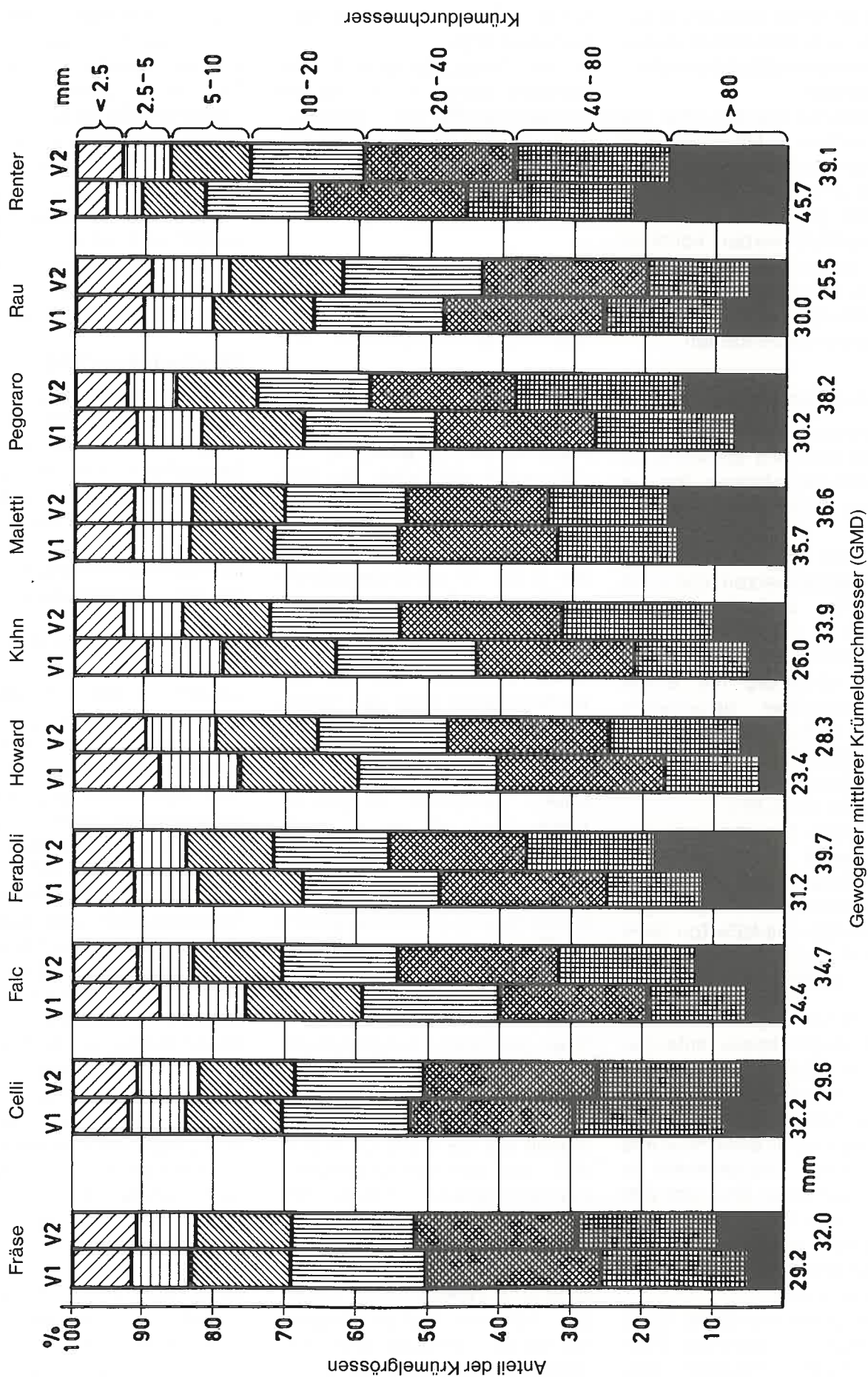


Abb. 2: Zerkleinerungseffekt (Schollenanalyse) der verschiedenen Fabrikate in 0 - 10 cm Bodentiefe bei V1 = 2,8 km/h und V2 = 3,8 km/h Arbeitsgeschwindigkeit.

schwarz-gelbe Markierung nötig. An acht Maschinen musste die Signalisation beanstandet werden.

Die Anmelder wurden über die festgestellten Mängel und Beanstandungen direkt durch die BUL orientiert, so dass in- zwischen geeignete Massnahmen ergriffen werden konnten. KUHN beispielsweise wird ab sofort in der Schweiz nur noch Zinkenrotoren unter 3,0 m Transportbreite verkaufen.

Versuchsdurchführung

Einsatzschwerpunkt bildete im Sommer 1987 ein schwierig zu bearbeitender lehmiger Ton mit 45% Ton, 35% Schluff und 20% Sand.

- 1. *Einsatz:* Stoppelbearbeitung nach Winterweizen (zirka 45 Vol. % Bodenfeuchtigkeit [= BF]);
- 2. *Einsatz:* Stoppelbearbeitung eines vorgängig mit einem Meisselgrubber gelockerten Feldes (zirka 40 Vol.% BF);
- 3. *Einsatz:* Saatbettbereitung eines frischgepflügten Feldes (zirka 34 Vol.% BF);
- 4. *Einsatz:* Einarbeitung verschiedener Zwischenfrüchte im Frühjahr 1988 auf einem mittelschweren sandigen Lehm Boden mit 19% Ton, 34% Schluff und 47% Sand (zirka 40 Vol.% BF).

Bei der Werkzeugdrehzahl wurde eine vergleichbare Umfangsgeschwindigkeit von zirka 6 m/s angestrebt, die je nach Fabrikat mit der 540er- oder 1000er-Zapfwelle (= ZW) erreicht wurde und zu einer Rotordrehzahl im Bereich zwischen 212 und 236 U/min führte. Die entsprechende Maschineneinstellung zur Vergleichsprüfung ist in Tab. 1 unten aufgeführt.

Die Arbeitstiefe wurde mit 12 bis 15 cm konstant gehalten. Zwei Arbeitsgeschwindigkeiten zwi-

schen 2,5 bis 4,1 km/h wurden berücksichtigt.

In das Versuchsprogramm einbezogen wurde auch eine mit Winkelmessern (98°) ausgerüstete Bodenfräse KUHN als Referenzmaschine, das heisst für einen zusätzlichen Vergleich.

Versuchsergebnisse

Zerkleinerungseffekt

Die Schollenanalyse erfolgte nach einem Arbeitsgang auf dem gepflügten Acker. Mit Hilfe eines Bodenhobels wurden pro Zinkenrotor und Arbeitsgeschwindigkeit je vier Proben aus der 0 bis 10 cm-Bodenschicht entnommen. Die luftgetrockneten Bodenproben wurden mit einem Siebsatz in sieben Fraktionen getrennt. Aus den Gewichtsanteilen und den mittleren Krümeldurchmessern wurde der sogenannte «gewogene mittlere Krümeldurchmesser» (GMD) berechnet. Je grösser dieser Wert ist, um so grobscholliger ist das Saatbett.

In Abb. 2 sind die Krümelgrössenverteilung grafisch sowie der GMD numerisch dargestellt. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von $V1 = 2,8$ km/h bewirkten gerade und gewinkelte (MALETTI) bzw. gewinkelte Flachstahlzinken (RENTER) ein eher grobscholliges Saatbett. Bei einer Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit auf $V2 = 3,8$ km/h wurden mit gekröpft-gewinkelten Flachstahlzinken (CELLI, HOWARD) und mit geraden Keilzinken (RAU) die niedrigsten Absolutwerte und somit die intensivste Zerkleinerung erzielt. Mit höheren Rotordrehzahlen könnte der Zerkleinerungseffekt allgemein verbessert werden.

Der Krümelanteil unter 5 mm Durchmesser in Saatgutnähe ist eine wesentliche Voraussetzung für einen hohen Feldaufgang (BRINKMANN et al., 1985). Ein hoher Feldaufgang allein ist aber nicht ertragsentscheidend. Tatsache ist, dass heutzutage allgemein ein zu feines Saatbett erstellt wird, so dass Bodenver- schlämmungen, -verkrustungen, -verdichtungen und Erosionser- scheinungen auftreten.

Einarbeitungseffekt

Die eingearbeiteten Pflanzenrückstände wurden nach einer Methode von CHITTEY (1985) fotografisch erfasst und mit einem Rastersystem ausgewertet. Die in Abb. 3 dargestellten Resultate setzen sich aus durchschnittlich zwei Einzelwerten pro Vergleichsmaschine zusammen.

Mit durchschnittlich 85% eingearbeiteten Pflanzenrückständen schnitt die mit Winkelmessern ausgerüstete Fräse erwartungsgemäss am besten ab. Grosse Unterschiede zwischen den Fabrikaten ergaben sich insbesondere beim Einarbeiten von bedeutenden Massen an Grünroggenmulch (50 q TS/ha), Sommerwicken/Ausfallraps und Sonnenblumen. Die schwierigste Aufgabe bestand in der Einarbeitung der rund 80 cm mächtigen Rapspflanzen (Abb. 4), die vielfach unzerkleinert an der Bodenoberfläche zurückblieben. Unter diesen Verhältnissen erzielten je ein Vertreter mit gekröpft-gewinkelten (HOWARD: 78%; Abb. 5a) und gewinkelten Flachstahlzinken (RENTER: 70%) sowie mit geraden Keilzinken (RAU: 80%; Abb. 5b) die beste Arbeitsqualität. Dieselben Fabrikate haben sich auch im Mittel aller Auswertungen bezüglich Einarbeitungseffekt leicht abgehoben (Abb. 3 unten). Somit ist die Anordnung

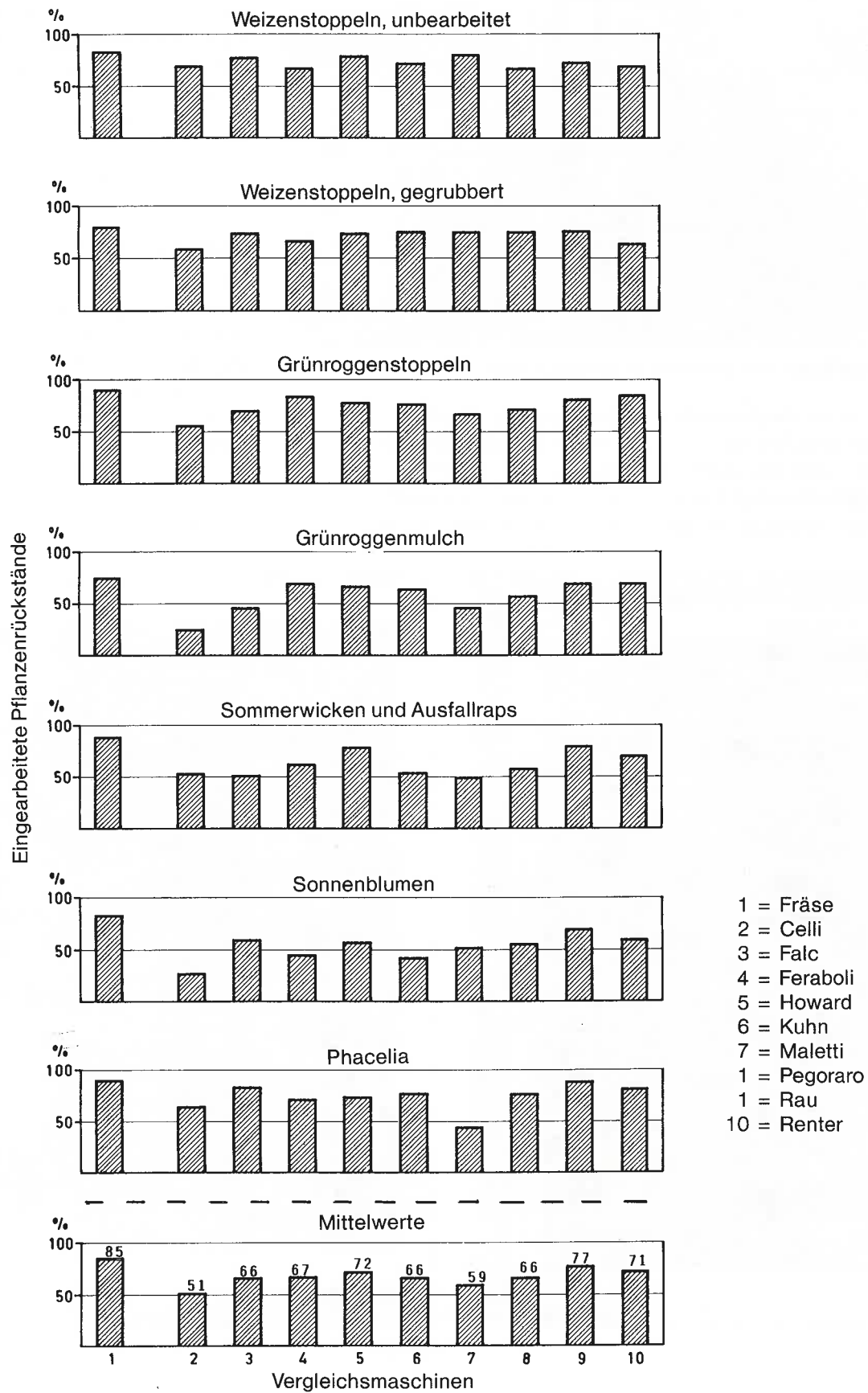


Abb. 3: Einarbeitungseffekt der verschiedenen Fabrikate bei unterschiedlichen Pflanzenrückständen.



Abb. 4: Das Einarbeiten von Sommerwicken/Ausfallraps . . .

der Zinken wohl bedeutender als deren Form und Anzahl. Einarbeitungs- und Mischeffekt können bei den meisten Fabri- katen optimiert werden, indem

die normale Rotorwelle gegen eine Mulchzinken- oder Mulch- messer-Rotorwelle aus- getauscht wird. Es stellt sich je- doch die Forderung nach einem

einfacheren, handlicheren und schnelleren Rotorwechsel. Kon- struktive Verbesserungen in diesem Bereich wären ein wert- voller Beitrag für vielseitigere Einsatzmöglichkeiten und somit für eine bessere Auslastung dieser Maschinen – insbeson- dere bei pfluglosen Verfahren.

Leistungsbedarf

Dieser ist abhängig von Arbeits- breite und -tiefe, Fahrgeschwin- digkeit, Rotordrehzahl, Boden- art, -feuchte und -zustand.

Bei den Versuchen wurden der Leistungsbedarf an der Zapf- welle und der Zugkraftbedarf gemessen. Aufgrund der «Zug- /Stosswirkung» ergaben die Zugkraftmessungen kaum regi-

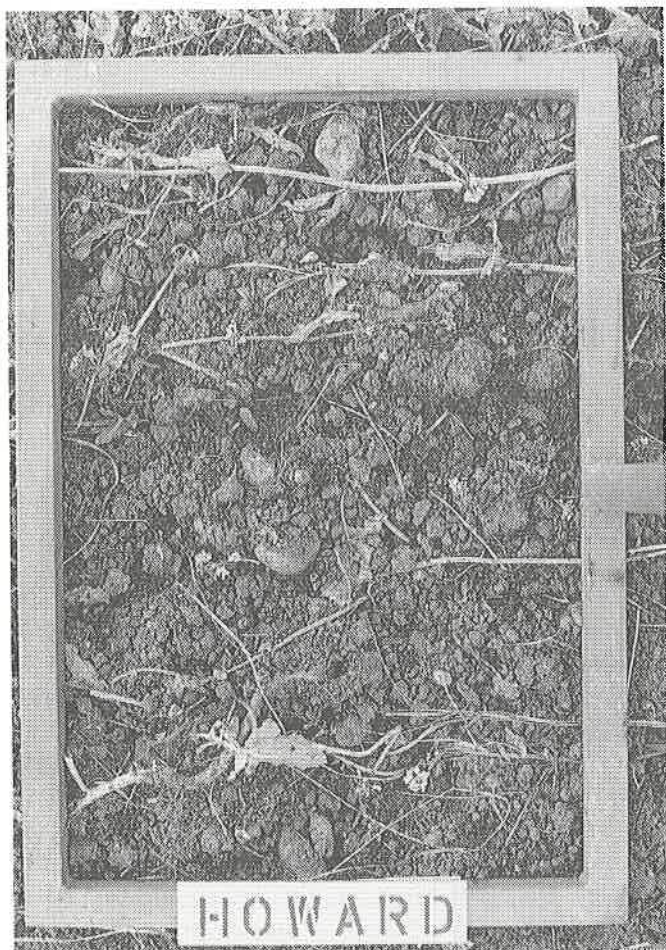


Abb. 5a



Abb. 5b

Abb. 5a + b: . . . wurde von je einem Vertreter mit gekröpft-gewinkelten Flachstahlzinken (a) und geraden Keilzinken (b) mit 78 bzw. 80% am besten gemeistert.

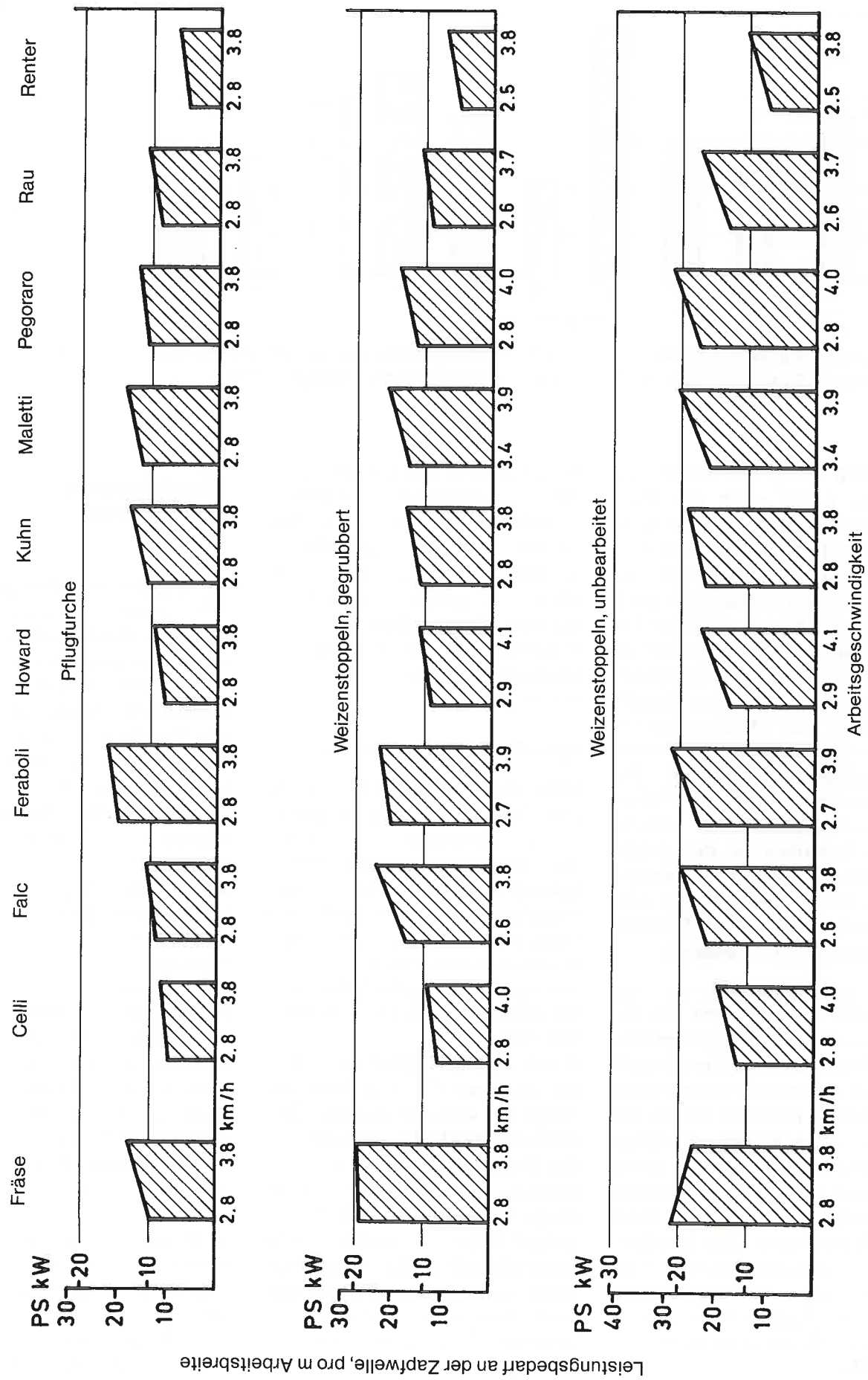


Abb. 6: Leistungsbedarf an der Zapfwelle der verschiedenen Fabrikate bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen.

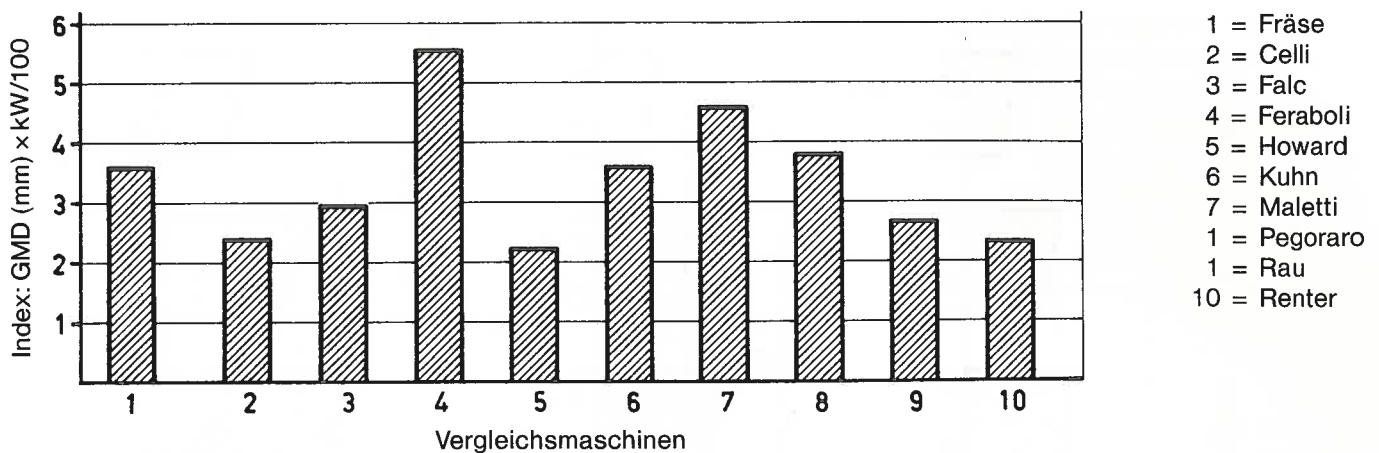


Abb. 7: Index des Leistungsbedarfes (spezifischer Leistungsbedarf) der verschiedenen Fabrikate: Je höher der Index, um so mehr Leistung wird benötigt, um einen gegebenen Zerkleinerungseffekt zu erzielen.

strierbare Werte. Bei einem Zinkenrotor kann somit der Zugkraftbedarf vernachlässigt werden, da nahezu die gesamte Leistung über die Gelenkwelle auf die Maschine übertragen wird. Die in Abb. 6 dargestellten Ergebnisse – Leistungsbedarf an der Zapfwelle pro m Arbeitsbreite – setzen sich aus durchschnittlich vier Messungen pro Zinkenrotor und Arbeitsgeschwindigkeit zusammen. Die Berechnung der erforderlichen Traktorgesamtleistung erfolgt durch Multiplikation des angegebenen Wertes mit der Arbeitsbreite (m) und dem Faktor 1,33 (Rollwiderstand des Traktors, Getriebeverluste, Reserve).

Der Leistungsbedarf an der Zapfwelle erhöhte sich mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit und Boden Härte. Je nach Fabrikat wurden auf einem stark gelockerten Boden 5 bis 15 kW pro m Arbeitsbreite benötigt. Demgegenüber lagen diese Werte auf einem unbearbeiteten Stoppelfeld allgemein um zirka zwei Drittel höher. Das Einarbeiten von Zwischenfrüchten hingegen war leistungsmässig einem gepflügten Feld gleichzusetzen (Ergebnisse nicht dargestellt).

In einem Falle trat bei der Fräse mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit eine leichte Abnahme des Leistungsbedarfes auf (Abb. 6), weil aufgrund einer etwas zu grossen Arbeitsgeschwindigkeit in bezug auf die Rotordrehzahl nicht mehr die gesamte Oberfläche bearbeitet wurde.

Spezifischer Leistungsbedarf

Dies ist der Leistungsbedarf zum Erreichen eines vergleichbaren Zerkleinerungseffektes. Als zusammenfassende Beurteilung (Abb. 7) dienen die gemittelten Werte des GMD und Leistungsbedarfes nach Pflugfurchen der Abb. 2 bzw. 6. Der Index des Leistungsbedarfes wurde berechnet durch Multiplikation von GMD und kW, dividiert durch 100. Je höher der Index, um so mehr Leistung wird benötigt, um einen gegebenen Zerkleinerungseffekt zu erzielen.

Die Umsetzung der «Eingangslleistung» in «Bodenzerkleinerung» erfolgte bei den in Abb. 7 aufgeführten Fabrikaten recht unterschiedlich. Es zeigt sich, dass zwischen dem Indexwert und dem Leistungsbedarf im Leerlauf (Tab. 1) ein gewisser Zusammenhang besteht.

Abschliessende Betrachtungen

Die *ausebnende Wirkung* eines Zinkenrotors ist aufgrund der vertikalen Arbeitsweise der Zinken bei grossen Bodenunebenheiten und Fahrspuren eher mangelhaft. Diesbezüglich können Spurlockerer und Planiereinrichtungen vor der Rotorwelle Abhilfe schaffen.

Ein sehr kleiner Walzendurchmesser (RENTER) bewirkt ein vergleichsweise geringes *Rückverfestigen*. Ebenso führen zu hoch angebrachte Erdabstreifer (MALETTI) zu einer unregelmässigen Ablage der vorgängig aufgenommenen Erde.

Die wenigen Feldeinsätze erlauben keine Aussagen über die *Verschleissanfälligkeit* der verschiedenen Fabrikate, insbesondere der Zinken. Die Nutzungsdauer eines Zinkensatzes ist aber neben dem Einsatzumfang sehr stark von Bodenart und -zustand abhängig. Praxisumfragen zufolge sind pro Zinkensatz Bearbeitungsflächen von 35 bis 70 ha (bei 2,5 m Arbeitsbreite) möglich. Zinken von Kreiseleggen weisen im Vergleich zu Zinkenrotoren eine all-



Abb. 8: Dank Huckepack wird die Sämaschine über den Zinkenrotor gehoben und somit der Hubkraftbedarf des Traktors gesenkt.

gemein höhere Nutzungsdauer auf, da sie prinzipiell nur auf einer lockeren Pflugfurche eingesetzt werden. Je nach Fabrikat ist für einen Zinkensatz mit einem Preis zwischen Fr. 450.– und Fr. 1200.– (Ausnahme: Fr. 2200.–) zu rechnen (Tab. 1).

Stark unterscheiden sich die Anschaffungspreise der mit Packerwalze ausgerüsteten Zinkenrotoren. Ihr Neuwert liegt zwischen Fr. 10'000.– und Fr. 13'500.–. Bei MALETTI ist zu erwähnen, dass die leichte Ausführung für Fr. 11'050.– erhältlich ist, während die geprüfte schwere Ausführung einen Mehrpreis von Fr. 4000.– ausmacht.

Die Gewichtsunterschiede der Maschinen von bis zu 400 kg

(Tab. 1) beeinflussen den Hubkraftbedarf des Traktors und somit dessen Grösse. Ferner ist die *Traktorgrösse* vom Leistungsbedarf abhängig. Beim alleinigen Einsatz eines 3-m-Zinkenrotors wird mindestens ein 45-kW-(60 PS)Traktor benötigt. Wenn die Maschine zusätzlich mit einer hydraulischen Hubvorrichtung (= Huckepack; Abb. 8) und eventuell einem Zapfwelldurchtrieb ausgerüstet wird, erfordert die Gerätekombination einen 60-kW-(80 PS)Traktor (Hubkraft: mindestens 3000 daN [kp]).

Insgesamt gilt für den Praktiker als Grundsatz für einen bodenschonenden Einsatz von zapfwelldengetriebenen Geräten die Reduktion der Bearbeitungsintensität, indem die Arbeitsgeschwindigkeit erhöht und die Rotordrehzahl herabgesetzt werden. Wiederholt intensive Einsätze zapfwelldengetriebener Geräte mit hohem Leistungsaufwand gefährden die Gefügestabilität. Abschliessend sei erwähnt, dass die Bearbeitbarkeit des Bodens langfristig mit sachgerechten Bewirtschaftungsmassnahmen (ausgeglichene Fruchtfolge, organische Düngung, angepasster Bearbeitungszeitpunkt) verbessert werden kann.

tensität, indem die Arbeitsgeschwindigkeit erhöht und die Rotordrehzahl herabgesetzt werden. Wiederholt intensive Einsätze zapfwelldengetriebener Geräte mit hohem Leistungsaufwand gefährden die Gefügestabilität. Abschliessend sei erwähnt, dass die Bearbeitbarkeit des Bodens langfristig mit sachgerechten Bewirtschaftungsmassnahmen (ausgeglichene Fruchtfolge, organische Düngung, angepasster Bearbeitungszeitpunkt) verbessert werden kann.

Literatur

BRINKMANN, W.; HEEGE H. und TEBRÜGGE, F. 1985: Technik und Arbeitsverfahren in der Pflanzenproduktion. In: Landw. Lehrbuch – Landtechnik. Ulmer Verlag Stuttgart. 4: 155 – 190.

CHITTEY, E.T. 1985: The assessment of surface straw cover in the field. NIAE, Silsoe. 3p.

ESTLER, M.; KNITTEL, H. und ZELTNER, E. 1984: Bodenbearbeitung aktuell. Verlagsunion Agrar. 245 S.

STROPPEL, A. und REICH, R. 1982: Vergleichsuntersuchungen an Geräten zur Saatbettbearbeitung mit zapfwelldengetriebenen rotierenden Werkzeugen. Grundlagen der Landtechnik. 32 (3) : 86 – 95.