

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 49 (1987)

Heft: 10

Artikel: Ernte und Umschlag von Futterrüben : Vergleichsversuche

Autor: Spiess, Ernst / Schneider, Adrian

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081642>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



August 1987 319

Ernte und Umschlag von Futterrüben – Vergleichsversuche

(gekürzte Fassung, Originalbeitrag in FAT-Berichte Nr. 319)

Ernst Spiess, Adrian Schneider*

Die Handernte von Futterrüben galt seit jeher als schwere und zeitraubende Arbeit. Einer der entscheidenden Gründe, dass diese Kultur in den letzten Jahrzehnten stark an Attraktivität einbüßte. Heute stehen mehrere rationelle Erntesysteme und -verfahren zur Verfügung. Nebst speziellen Futterrüben-Erntemaschinen können auch modifizierte Zuckerrüben-Erntemaschinen erfolgreich eingesetzt werden. Beide Maschinenarten zeigen je nach den Erntebedingungen gewisse Vor- und Nachteile. Leistungsfähige, arbeitssparende Verfahren arbeiten trotz des höheren Investitionsbedarfs am kostengünstigsten. Mit der maschinellen Ernte tritt aber allgemein das Problem der Rübenbeschädigung bzw. der Haltbarkeit am Lager in den Vordergrund. Pro 100 Rüben wurde je nach Sorte und Maschine bis zu 0,5 m² beschädigte Gewebefläche gemessen. Die Qualität der Entblätterung lässt zudem bei allen Systemen noch zu wünschen übrig. Wesentliche Verbesserungen an mehreren Maschinen von 1985 zu 1986 zeigen aber, dass diesbezüglich noch viel Entwicklungsspielraum vorhanden ist. Noch relativ gross ist der Arbeitsbedarf bei der Lagerung und Fütterung. Vor allem für kleine und mittlere Betriebe sollte hier eine noch besser adaptierte Technik geschaffen werden.

Ab Mitte der 50er Jahre wurde die Futterrübe zunehmend durch Silomais ersetzt (Tab. 1). Der

Hauptgrund hierfür war der hohe Arbeitsaufwand beim Vereinzeln und Ernten. Es fehlten das heute

monogerme Saatgut und Futterrübensorten, welche sich mechanisch ernten lassen.

Dank der Züchtung neuer Sorten wurde der Futterrübenanbau von Frankreich und Deutschland in die Schweiz übertragen.

Voraussetzungen für einen erfolgreichen Futterrübenanbau sind:

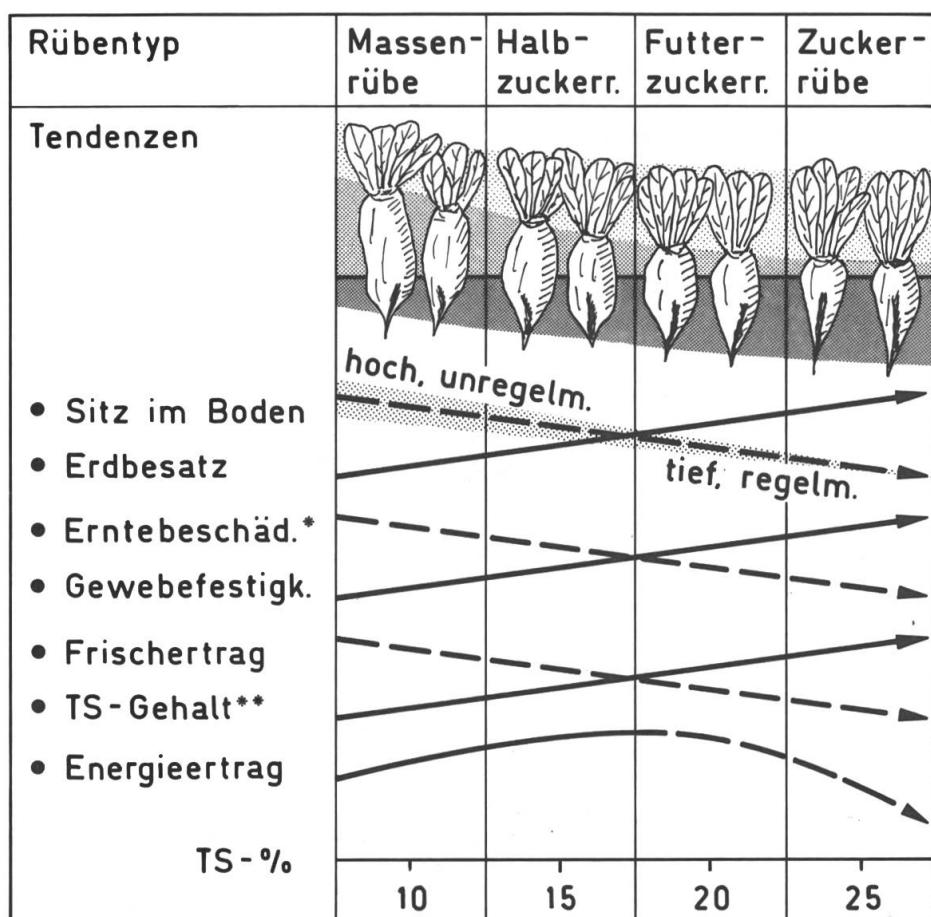
- Ertragsreiche Sorten mit hohem Trockensubstanzgehalt
- Genetisch monogermes Saatgut
- Hohe Schosserresistenz
- Mechanische Erntemöglichkeiten

Aufgrund von Ertragserhebungen zeigte sich, dass in Grenzlagen für Silomais mit den Futterrüben regelmässig hohe Erträge erzielt werden.

* Kant. Landw. Institut Grangeneuve-Posieux

Tabelle 1: Futterrüben- und Silomaisflächen in der Schweiz

Jahr		1939	1955	1965	1975	1980	1985	Tendenz 1987
Futterrüben	ha	11000	14400	8400	2700	1852	2575	zunehmend
Silomais	ha	700	3400	5000	27600	37412	42218	stagnierend



* bzw. Beschädigungsanfälligkeit ** sowie Zuckergehalt und Blattmasse
Abb. 1: Eigenschaften von Futter- und Zuckerrüben in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt TS.

Seitens der Fütterung haben wir folgende positive Eigenschaften der Futterrüben:

- Appetitanregendes Futter
- Hoher Energiegehalt
- Hohe Verdaulichkeit 85–95 %

- Geringe Verdrängung anderer Futtermittel

Die neuen Futterrübensorten liegen im Trockensubstanzgehalt zwischen den alten herkömmlichen Massenrügen und

den Zuckerrüben (Abb. 1 und 2). Eine maschinelle Ernte bedingt einen gleichmässigen Sitz im Boden. Futterrüben mit hohem Wassergehalt (Massenrügen) werden wegen ihrer reduzierten Gewebefestigkeit stärker beschädigt. Auch bringt die maschinelle Ernte einen höheren Erdbesatz als die Handernte. Futterzuckerrüben lassen sich nur schwer von Hand ernten, da sie tiefer im Boden sitzen.

Die Lagerung der Futterrüben muss frostsicher und kostengünstig sein. Infolge ihres Wassergehaltes sind sie nur über eine Periode von 150–200 Tagen haltbar. Die Lagerung erfolgt vorwiegend in Hof- oder Feldmieten. Der Arbeitsaufwand für die Entnahme der Rüben aus der Miete sowie deren Aufbereitung und Fütterung sind zur Zeit noch enorm. Besonders auf diesem Gebiet müssen noch Anstrengungen unternommen werden, um eine Rationalisierung zu erreichen.

Erntesysteme und -verfahren

Abb. 2:



Typische walzenförmige Massenrüben (Peramono, TS um 12%).



Keil-olivenförmige Futterzuckerrübe (Solanka, TS über 16%). Da kein offizielles Richtsortiment besteht, ist die Sortenfluktuation von Jahr zu Jahr ziemlich gross.



Abb. 3: Dänisches Erntesystem mit Schlegelhäcksler und Rodelader (K+RL). Eine in der Höhe individuelle Entblätterung ist hier nicht möglich. Sorten mit unregelmässigem Sitz eignen sich nicht für dieses System.

Zuckerrübenvollerntemaschinen eine ausserordentlich grosse Bedeutung zukam, wurden hier in der Erntemechanisierung vorerst nur bescheidene Anstrengungen unternommen. Infolge der allgemein kleinparzelligen Anbaustruktur behielt das Handerteverfahren (ca. 120 AKh/ha) bis vor wenigen Jahren immer noch eine dominierende Stellung. Gegenwärtig sind in der Erntemechanisierung grundsätzlich zwei Tendenzen zu erkennen: **Entwicklung und Einsatz von Spezialmaschinen für**

Futterrüben oder Verwendung von **modifizierten Zuckerrüben-Erntemaschinen**. Nebst der «Vollernterkasse» stehen im ersten Fall auch einfachere, zum Teil nur für die teilmechanisierte Ernte konzipierte Verfahren zur Verfügung. Die Hersteller haben damit auch der Forderung des kleinflächigen Futterrübenbaus nach arbeitserleichternden Erntemaschinen mit geringem Investitionsbedarf entsprochen. Die folgenden Verfahren bzw. Systeme sind heute von Bedeutung.

● Dänisches Verfahren

mögliche Kombinationen:
K+RL, K+RB, KRL, KRB,
zwei- oder dreireihig
(vgl. Kästchen)

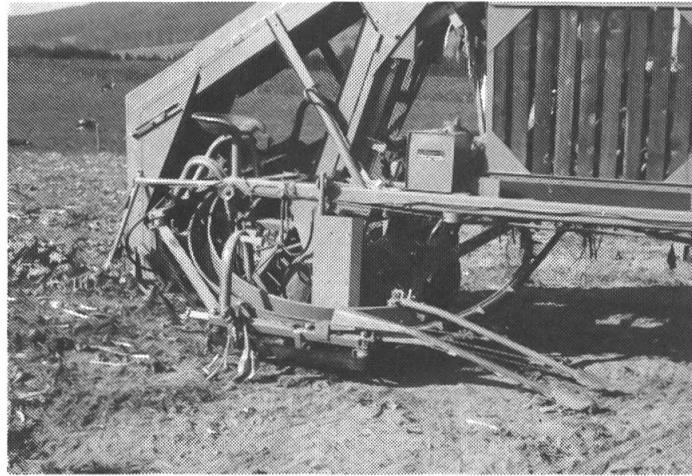
Vorteile:

- Doppelnutzung (Futterrüben und Zuckerrüben)
- Geringe Maschinenkosten (K + RL)
- Blatterntemöglichkeit
- Arbeitsqualität unabhängig vom Blattzustand

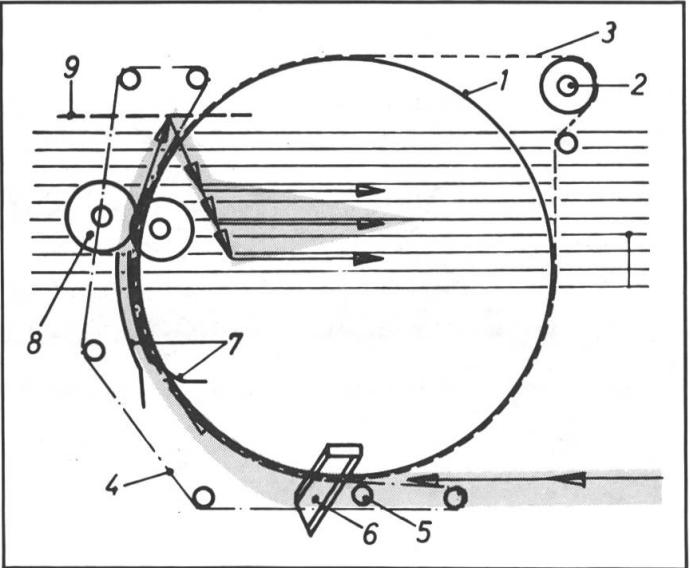
Nachteile:

- Hoher Arbeits- und Traktoren-

Abb. 4: Raufriemen-Ziehsystem (Fähse)



1. Ziehrad
2. Ziehradantrieb
3. Antriebsriemen
4. Raufriemen
5. Quetschrolle
6. Lockerungsschar
7. Ziehstangen
8. Schneidscheiben
9. Reinigungsrost



Systematik der Ernteverfahren – Abkürzungen

- K** = Entblättern/Köpfen (vor Rodevorgang)
- R** = Roden
- E** = Entblättern (nach Rodevorgang; Raufriemensystem)
- L** = Laden
- T** = Transport bis Feldende mit Anhänger
- B** = Bunkern

Beispiele:

- **K+RL+T**
= zweiphasiges Verfahren
- **REB**
= Vollernteverfahren

Phasen = verschiedene Arbeitseinheiten (bzw. Traktoren) oder Arbeitsgänge (der Transport wird nicht als Arbeitsphase betrachtet).

bedarf insbesondere bei Blatternte

- Nicht für alle Sorten geeignet (Umstossstendenz)
- Viel Blattrückstände, da Köpfung nicht individuell
- Evtl. Steine und höherer Erdbesatz im Erntegut (Schnitzler!)

● Verfahren mit Raufriemen-Ziehsystem

mögliche Kombinationen:
RE, REL+T, REB, einreihig

Vorteile:

- Eignung auch für stark hochwachsende, unregelmässige Sorten
- Steine gelangen nicht ins Erntegut
- Nur die den Rüben anhaftende Erde muss abgeschieden werden
- Blatterntemöglichkeit
- Relativ hangtauglich

Nachteile:

- Rodeverluste sind in hohem Masse von der Blattbeschaffenheit abhängig

Abb. 5: Ziehmaschine für Rüben-Reihen- und Blatt-Querschwadablage (BvL).



- Bei stark zerstörtem (Cercospora) oder welkem Blatt nicht geeignet

Nebst **Vollerntemaschinen** (REB) mit automatischer und manueller Seitensteuerung (Deichsellenkung) werden auch noch einfache Maschinen-Varianten hergestellt. So ermöglicht die kostengünstige angebaute oder gezogene **Rübenziehmaschine** (RE) eine Reihenablage der entblätterten Rüben (Abb. 5). Das Blatt kann breitverteilt oder in Querschwaden deponiert werden. Der **Rodelader** (REL+T) ist mit den gleichen Arbeitselementen ausgerüstet, verfügt aber

zusätzlich über ein Siebrad und einen Überladeelevator (Abb. 9).

● Zuckerrübenerntemaschinen mit Schlegelköpfssystem

mögliche Kombinationen:
KRB (einreihig)
K+RL+T, KR+B (fünf- oder sechsreihig)*

* analog der Zuckerrüben-Ernteverfahren sind verschiedene weitere Kombinationen denkbar. Bisher liegen aber kaum Erfahrungen vor.

Vorteile:

- Doppelnutzung (Futterrüben und Zuckerrüben)

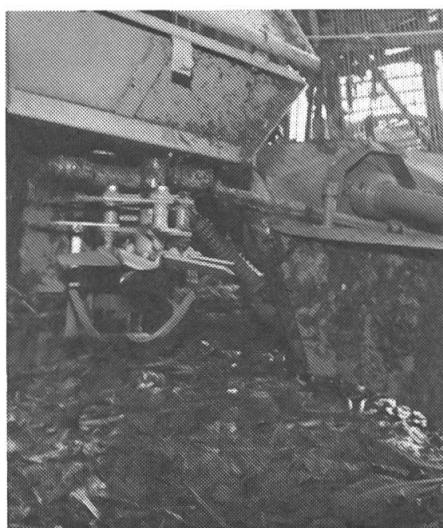


Abb. 6: Kreiselköpfer bei einem einreihigen Zuckerrüben-Vollernter (Stoll KN). Die Nachbearbeitung der Köpfe erfolgt hier mit einem Schleiftastköpfer.

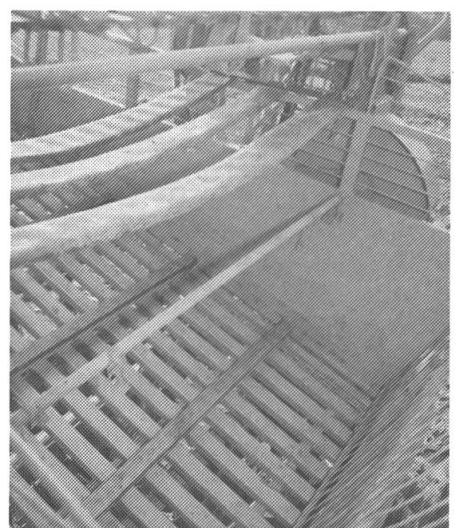


Abb. 8: Fallstufendämpfung im Sammelbunker. Solche Vorrichtungen sind für eine schonende Ernte von Futterrüben unerlässlich.



Abb. 7: Rodegruppe des Stoll KN Vollernters. Für die Futterrübenrente wurde der Schardurchgang vergrössert und ein Gummi-Seitenstern eingebaut. Der Typ KS verfügt über Schwingrodekkörper.



Abb. 9: BvL-RE 2000, Futterrübenrodelader (REL+T, einreiwig) mit Lockerungsschar, Raufriemen-Ziehsystem, festem Köpfmesser, Siebrad, Mitnehmerladeelevator, Lenkvorrichtung für Bedienungsperson, ca. 1080 kg, ca. Fr. 10400.–.

- Arbeitsqualität unabhängig vom Blattzustand
- Sehr leistungsfähig (mehrreihige Systeme)

Nachteile:

- Evtl. nicht für alle Sorten geeignet (mehrreihige Systeme)
- Evtl. Steine im Erntegut (Schnitzler!)
- Hangempfindlichkeit (mehrreihige Systeme)

Für den Einsatz in Futterrüben sind sowohl bei ein- als auch mehrreihigen Maschinen gewisse – meist kleinere – Modifikationen unerlässlich:

- Evtl. Abbau der Nachköpffaggregate (Mehrreiher)
- Evtl. Vergrösserung des Durchgangs im Bereich der Rodegruppe

- Ersatz des Seitensterns (Fördersterns) durch ein schoend arbeitendes Element (Gummistern, Gummischeibe, Abb. 7) bei Einreihern
- Polsterung/Unterbrechung der Fallstufen (vor allem im Bunker, Abb. 8)

Erntemaschinen-Vergleichsversuche

1985 und 1986 konnten in Oberaach TG und Marsens FR fünf bzw. acht verschiedene Erntemaschinen bei sieben bzw. drei Rübensorten getestet werden (Tab. 2, Abb. 9–15).

Die mittelschweren und schweren **Mineralböden** waren infolge der vorangegangenen Schön-

wetterperioden zum Zeitpunkt der Ernte fast im ganzen Bereich der Ackerkrume ziemlich trocken. Der an sich bedeutende Aspekt der Rübenreinigung bzw. des Erdbesatzes konnte dadurch leider nur unzureichend untersucht werden.

Bei den Sorten **Biomassa** und **Solanka** konnte nur eine Erntemaschine eingesetzt werden. Da zu den übrigen Sorten des gleichen Typs keine relevanten Unterschiede resultierten, wurden die entsprechenden Ergebnisse nicht aufgeführt.

Arbeitsbedarf Flächenleistung (Tab. 3)

In beiden Testjahren wurden die arbeitswirtschaftlichen Ergebnisse nur wenig durch die verschiedenen Rübensorten beeinflusst. Nur bei der etwas unregelmässig wachsenden Sorte Peramono musste allgemein etwas langsamer gearbeitet werden.

Grosse Unterschiede resultierten im Arbeitsbedarf zugunsten der Vollernteverfahren (REB und KRB). Die höchste Flächenleistung wurde zwar vom dreireihigen zweiphasigen Carré-Erntesatz (K+RL+T) – bei einem aller-

Die getesteten Maschinen wurden durch folgende Importeure eingesetzt

BvL (D)	Fa. Bachmann AG	9501 Tägerschen/TG
	Fa. Baudet	1783 Pensier/FR
Carré (F)	Fa. Jheto, Y. Thevoz	1523 Granges-Marnand/VD
Fähse (D)	Fa. Hilzinger AG	8500 Frauenfeld/TG
Kemper (D)*	(Etabl. hospitaliers	1633 Marsens/FR)
Stoll (D)	VLG-Bern	3052 Zollikofen
	VLG-Bern	3232 Ins

* Import eingestellt



Abb. 10: BvL-Rekord. Futterrübenvollernter (REB, einreihig) mit Lockerungsschar, Raufriemen-Ziehsystem, festem Köpfmesser, Siebhand, Mitnehmerelevator, Rollbodenbunker, Lenkvorrichtung für Bedienungsperson, ca. 1775 kg, ca. Fr. 18800.–.

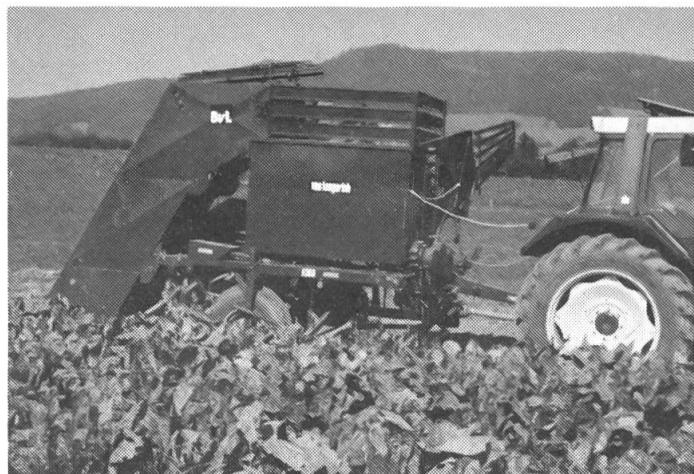


Abb. 11: BvL-Super. Futterrübenvollernter (REB, einreihig) mit Lockerungsschar, Raufriemen-Ziehsystem, festem Köpfmesser, Siebband, Mitnehmerelevator, Rollbodenbunker, Lenkautomatik, ca. 2100 kg, ca. Fr. 28500.–.

Tabelle 2: Pflanzenbestände, Erträge

Oberaach TG, 1985: ausgeglichener, mittelschwerer Mineralboden, Pflanzenbestände sehr gleichmäßig, eben
Marsens FR, 1986: ausgeglichener, mittelschwerer bis schwerer Mineralboden, Pflanzenbestände teilweise lückig, etwas Sortenvermischung

1985 und 1986: wenig grosse Steine, Ackerkrume ziemlich ausgetrocknet, Blattwerk (gesund) aber noch kräftig und aufgerichtet

Jahr / Sorte	Rübenform	Pflanzen Stk/a	Abstände in der Reihe cm ¹⁾				Rübenscheitlänge cm ¹⁾²⁾				Frischertrag ³⁾ t/ha	% TS
			Mittel	Min.	Max.	VK in %	Mittel	Min.	Max.	VK in %		
1985, Mittel		704	32	11	64	28	13,9	3,8	25,9	31	115,3	14,9
Biomassa	Keil-Olive	703	33	14	51	27	13,1	2,0	24,5	37	108,0	15,5
Kyros	Keil-Olive	633	31	17	65	24	14,8	3,0	27,0	31	125,1	15,4
Korsr. Pajb.	Olive-Pfahl	719	32	8	67	27	15,1	4,5	30,0	32	120,3	14,4
Monovigor	Olive	691	33	11	64	30	12,4	2,0	19,5	27	108,7	15,3
Monriac	Keil-Olive	771	30	12	70	30	13,0	5,0	23,0	27	111,0	15,1
Peramono	Walze	711	32	1	68	31	14,7	6,0	27,0	27	132,8	12,7
Solanka	Keil-Olive	703	33	14	51	27	13,1	2,0	24,5	37	108,0	16,1
GD p 0,05											10,3	
1986, Mittel		703	32,7	7	69	48	11,2	4,2	18,5	37	108,3	
Kyros	Keil-Olive	689	33,5	7	68	47	11,2	4,5	18,9	37	108,5	
Monofix	Keil-Olive	781	27,8	7	60	47	8,9	2,5	17,1	46	103,8	
Peramono	Walze	638	36,9	6	78	51	13,5	5,7	19,6	27	112,5	
GD p 0,05											7,5	

¹⁾ je 5 x 20 Messwerte

Mittlere Rübenlänge: 19,9 cm (Peramono) bis 23,3 cm (Monovigor)

²⁾ bzw. Wuchshöhe über Boden

Mittlere Rübenbreite: 13,1 cm (Korsr. Pajb.) bis 14,0 cm (Monriac, Monovigor)

³⁾ Mittel von 7 Erntemaschinen

VK = Variationskoeffizient

Abb. 12:



a) Carré GL 85. Gezogener Schlegelköpfer für Futterrüben (K, dreireihig), zwei gegenläufige Gummischlegelwalzen, Blattauswurf seitlich, ca. 635 kg, ca. Fr. 7500.–.



b) Carré ACH 85. Rodelader (RL, dreireihig) mit Winkelscharen, Reinigung über zwei Siebräder, Tragförder-Ladeelevator, ca. 740 kg, ca. Fr. 13000.–.



Abb. 13: Fähse Beta 1506. Futterrübenvollernter (REB) mit Lockerungsschar, Raufriemen-Ziehsystem, 1985 einfache-, 1986 doppelwirkende Putzscheide (auf den Rübenkörper einwirkend), zwei gegenläufige Schneidscheiben (Antrieb einfach), Mitnehmerelevator, Kippbunker, Lenkautomatik, ca. 2100 kg, ca. Fr. 28000.–.

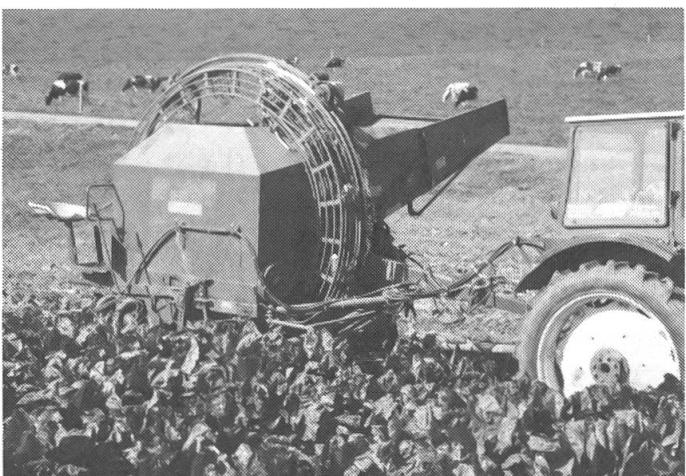


Abb. 14: Kemper. Futterrübenvollernter (REB) mit Lockerungsschar, Raufriemen-Ziehsystem, eine rotierende Schneidscheibe, ein Siebrad, Ringelevator, Rollbodenbunker, Steuerung vom Traktor aus, ca. 1900 kg.



Abb. 15: Stoll V50KN/KS. Zuckerrübenvollernter mit Kreisel- und Nachlaufköpfer, Längsputzer, Polderschar (KN = starr, KS = Schwingrodekkörper), Seitenstern, Siebrad, Tragförderelevator, Rollbodenbunker, Lenk- und Tiefenautomatik, ca. 2350 kg, Fr. 46000.– bis Fr. 49000.–.

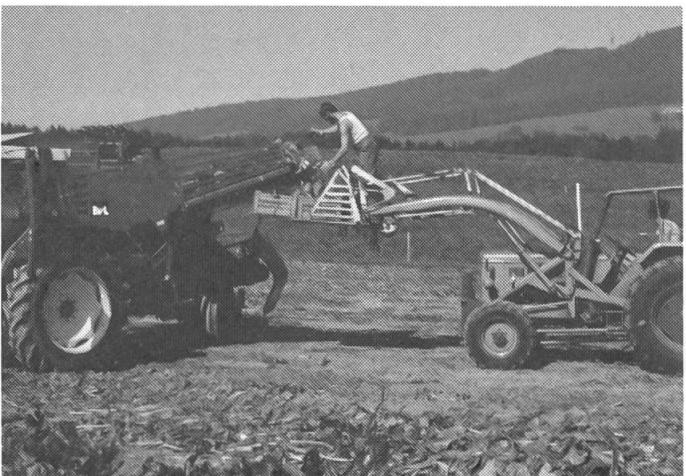
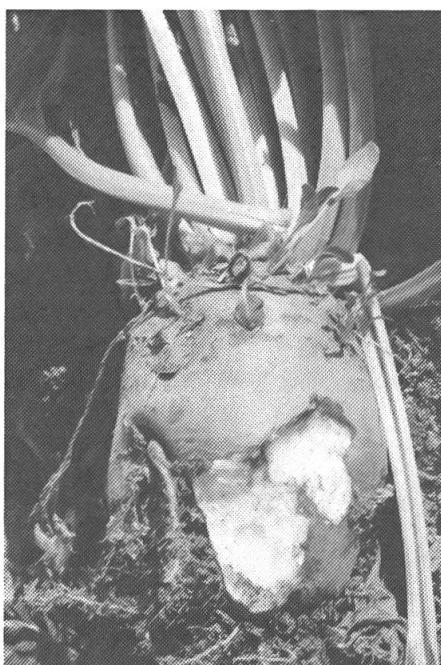


Abb. 16: Probenahme bei einer Vollerntemaschine. Das Rübenmaterial wurde später verlesen, bonitiert und gewaschen.



17a



17b

Abb. 17: Bei Beschädigung an der Rübenflanke wird die Schimmelbildung und Fäulnis viel stärker gefördert als etwa im Rübenschotelbereich.

dings beträchtlichen Arbeitsstunden-Aufwand – erzielt.

Rübenbeschädigung, Entblätterung (Tab. 4)

Trotz des 1986 etwas ungünstigeren Pflanzenbestandes kann im Vergleich zum Vorjahr allgemein eine Verbesserung der Arbeitsqualität festgestellt werden. Dies lag vor allem daran, dass aufgrund der Ergebnisse von 1985 teilweise Detailverbesserungen vorgenommen und die Maschinen auch sorgfältiger eingestellt wurden. Sehr deutlich kommt dies beispielsweise am Anteil schräg geköpfter Rüben und abgebrochener Köpfe zum Ausdruck:

Tabelle 3: Arbeitsbedarf, Flächenleistung

Jahr / Sorte*	Maschine (Carrière 3-reihig, übrige 1-reihig)	Verfahren	Arbeitsgeschw. km/h	Bedarf an		Arbeitsbedarf AKh/ha	Flächenleistung Th/ha	Flächenleistung a/h
				AK	Traktoren			
1985 Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	REL+T	4,2	4	3	31,1	23,3	12,9
	BvL-Rekord	REB	4,4	2	1	16,6	8,4	12,1
	BvL-Super	REB	6,8	1	1	6,2	6,2	16,2
	Fähse Beta 1506	REB	6,6	1	1	6,7	6,7	14,9
	Stoll V50KN	KRB	3,8	1	1	9,3	9,3	11,1
1986 Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	REL+T	4,0	4	3	28,4	21,3	14,1
	BvL-Rekord	REB	5,1	2	1	13,9	6,9	14,5
	BvL-Super	REB	7,3	1	1	5,2	5,2	19,1
	Carrière GL85/ACH85 3R.	K+RL+T	2,1/2,0	4	4	19,2	19,2	21,2
	Fähse Beta 1506	REB	4,3	1	1	7,9	7,9	12,9
	Kemper	REB	3,7	1	1	8,8	8,8	11,5
	Stoll V50KN	KRB	3,8	1	1	7,9	7,9	12,6
	Stoll V50KS	KRB	4,0	1	1	7,7	7,7	13,1

AK = Arbeitskräfte AKh/h, Th/ha = Arbeitskraft-, Traktorstunden pro ha

* Sorteneinfluss in beiden Jahren unbedeutend

Voraussetzungen:

- Schlaglänge 200 m, Reihenweite 50 cm, Transport der Rüben bis Feldende
- Wendezeit bei ein- und zweireihigen Maschinen = 0,8 Min., bei drei und mehr Reihen 1,3 Min.
- Bunkerentleerung inkl. Wenden = 1,8 Min. (Anzahl Entleerungen = Ertrag: Fassungsvermögen) Verlustzuschlag für nicht vollständige Bunkerfüllung = 25 % der Entleerungszeit
- Wagenwechsel bei Ladern ohne Zwischenbunker = 1,3 Min. (Wagen à 6000 kg Rüben)
- Störungs- und Kontrollzeit = 5 % der Ausführungszeit
- Rüst- und Wegzeit sowie Feldwechsel sind nicht berücksichtigt

Maschine	% Rüben schräg entblättert / Kopf abgebrochen 1985	1986
BvL-RE 2000	48/2,6	24/1,6
BvL-Rekord	41/2,6	10/0,4
BvL-Super	52/5,1	16/2,0
Carré	—	0,2/0,2
Fähse	62/2,4	15/0,4
Kemper	—	1/0
Stoll V50KN	12/1,0	2/1,6
Stoll V50KS	—	5/0,9

Rübenverluste, Schmutzbesatz

In Abb. 18 sind die Verluste und der Schmutzbesatz aufgegliedert. Unter die Verluste durch Entblätterung fallen jene Rüben mit abgeschnittenen oder abgebrochenen Köpfen. Gefordert wurde hier eine Entblätterung ohne Köpf schnitt bei möglichst geringem Grünbesatz. Für die Gesamtbeurteilung müssen sowohl die Verluste als

auch der Schmutzbesatz in die Betrachtung einbezogen werden. Nach verschiedenen Untersuchungen wirkt sich etwas Erde bei der Mietenlagerung eher günstig aus. Hohe Erdanteile können aber nebst höheren Transportaufwendungen, die Luftzirkulation negativ beeinträchtigen und erhebliche Schwierigkeiten bei der Fütterung verursachen.

Tabelle 4: Beschädigungen

Jahr /Sorte	Maschine	Beschädigungsfläche dm ² /100 Rüben				Anzahl Risse auf 100 Rüben
		Entblätterung	Seitl. Verletzungen	Wurzelbrüche	Gesamt	
1985, Mittel		18,7	10,5	8,3	37,5	23,4
Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	15,3	8,0	5,5	28,8	21,1
	BvL-Rekord	19,3	10,2	10,5	40,0	20,0
	BvL-Super	25,4	7,3	12,7	45,4	29,6
	Fähse Beta 1506	21,9	6,0	4,3	32,2	21,4
	Stoll V50KN	9,4	19,6	6,8	35,8	23,7
Korsroe P. Kyros Monovigor Monriac Peramono	Mittel	14,7	6,9	9,1	30,7	11,2
		17,2	8,0	8,8	34,0	12,1
		22,8	6,8	8,2	37,7	24,9
		22,8	10,2	13,5	46,5	30,1
		16,7	19,3	3,1	39,0	38,1
GD p 0,05	GD p 0,05				4,8	5,5
1986, Mittel		4,9	7,0	10,1	22,0	13,1
Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	12,7	3,3	8,3	24,3	11,7
	BvL-Rekord	3,9	3,1	7,7	14,7	9,1
	BvL-Super	7,6	4,5	14,0	26,1	16,3
	Carré GL85/ACH85 3R.	0,5	17,7	23,3	41,6	10,3
	Fähse Beta 1506	5,1	6,3	7,7	19,0	12,8
	Kemper	1,2	2,3	8,8	12,4	10,4
	Stoll V50KN	3,9	11,1	5,8	20,9	21,3
	Stoll V50KS	4,6	7,7	2,5	14,7	12,3
Kyros Monofix Peramono	Mittel	4,5	7,8	14,1	26,4	10,1
		5,3	4,5	11,0	20,8	16,5
		5,1	8,3	5,2	18,7	13,2
GD p 0,05	GD p 0,05				3,4	

Tabelle 5: Rübenverluste, Schmutzbesatz

Jahr /Sorte*	Maschine	Rübenverluste in %				Schmutzgehalt in %			
		Entblätterung	Wurzelbrüche	Roden	Gesamt	Erde *	Steine	Grünmasse	Gesamt
1985, Mittel		2,7	1,7	1,3	5,7	3,0	0	1,2	4,2
Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	1,3	0,9	0,9	3,1	3,2	0	0,9	4,1
	BvL-Rekord	2,5	2,1	2,2	6,7	2,6	0	1,0	3,6
	BvL-Super	3,8	2,7	0,7	7,2	2,6	0	1,0	3,7
	Fähse Beta 1506	3,0	0,9	1,4	5,3	2,6	0	0,7	3,3
	Stoll V50KN	2,2	1,3	0,9	4,5	4,1	0	2,1	6,2
Korsroe P.	Mittel	3,7	2,2	1,6	7,5	3,0	0	1,4	4,4
Kyros		2,2	1,6	1,3	5,1	2,9	0	1,2	4,0
Monovigor		4,0	2,4	0,8	7,2	3,4	0	1,2	4,6
Monriac		2,5	2,4	0,8	5,7	3,4	0	1,2	4,6
Peramono		1,8	0,2	1,6	3,6	2,6	0	0,8	3,4
GD p 0,05	GD p 0,05				1,1				0,8
1986, Mittel		0,7	1,8	2,3	4,9	3,7	0,2	5,4	9,3
Mittel	BvL-RE 2000 (Rodel.)	1,3	1,3	1,9	4,5	3,6	0	4,0	7,7
	BvL-Rekord	0,4	1,3	2,1	3,7	4,0	0	5,6	9,6
	BvL-Super	0,9	2,6	1,3	4,8	3,3	0	5,8	9,2
	Carré GL85/ACH85 3R.	0,1	4,2	6,0	10,2	5,0	0,7	5,3	11,0
	Fähse Beta 1506	0,4	1,4	2,1	3,9	2,8	0	5,1	7,9
	Kemper	0,1	2,0	1,4	3,5	5,2	0	9,4	14,6
	Stoll V50KN	1,5	1,0	1,8	4,3	3,0	0,4	3,8	7,2
	Stoll V50KS	1,6	0,4	1,8	3,7	2,5	0,4	3,8	6,7
Kyros	Mittel	0,7	2,8	2,3	5,7	3,9	0,1	5,1	9,2
Monofix		0,6	2,4	1,8	4,8	4,4	0,1	6,6	11,1
Peramono		0,9	0,4	2,9	4,2	3,0	0,3	4,7	8,0
GD p 0,05	GD p 0,05				1,3				1,1

FAT-Berichte

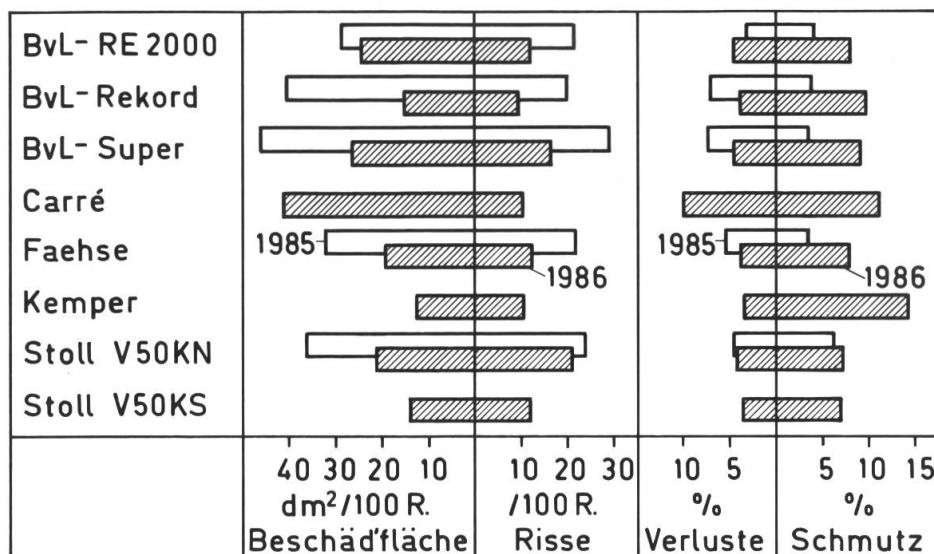


Abb. 18: Rübenbeschädigung, Verluste und Schmutzbesatz der einzelnen Erntemaschinen bzw. Maschinenkombinationen.



Abb. 19: Französisches Erntesystem (K+RL+T) mit Blattschläger (K, links) und Rodelader (RL, rechts).

Wirtschaftlichkeit verschiedener Ernteverfahren (Tab. 6)

Als Ausgangsbasis für einen wirtschaftlichen Vergleich wurden folgende aktuelle Ernteverfahren ausgewählt:

1. Rodelader (REL + T, einreihig, Abb. 9)

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Erntemaschine
2. AK: Steuermann auf Erntemaschine
3. + 4. AK: Überladen und Abtransport

2. Vollernter klein (REB klein, einreihig, Abb. 10)

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Erntemaschine
2. AK: Steuermann auf Erntemaschine
3. AK: Abtransport ab Feldrand

3. Vollernter gross (REB gross, einreihig, Abb. 11 und 13)

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Erntemaschine und Steuerung
2. AK: Abtransport ab Feldrand

4. Dänisches Erntesystem (K+RL+T, zweireihig, Abb. 3)

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Schlegelhäcksler
2. AK: Traktor mit Rodelader
3. + 4. AK: Überladen mit Abtransport

5. Zuckerrüben-Vollernter (KRB, einreihig, Abb. 15)

Da diese Maschine einen kombinierten Einsatz in Zucker- und Futterrüben ermöglicht, wurde bei der Kostenrechnung eine volle jährliche Auslastung von 25 ha (Zucker- und Futterrübe angenommen).

Beurteilung

Maschine Sorte	Arbeitsbedarf	Flächenleistung	Entblätterung	Beschädigung	Rübenverluste	Schmutzbesatz
BvL-RE 2000	*	**	**	**	***	***
BvL-Rekord	**	**	**	**	***	***
BvL-Super	****	***	**	*** ¹⁾	**	***
Carré	*	***	**	* ¹⁾ ²⁾	*	*
Fähse	***	**	**	**	***	***
Kemper	***	**	**	***	***	*
Stoll V50KN	***	**	**	* ²⁾	***	***
Stoll V50KS	***	**	**	**	***	***
Biomassa Kyros	Die Sortenbeurteilung bezieht sich nur auf die Versuche 1985/86			***	***	**
Korsr. Pajb.				***	***	***
Monofix				***	**	**
Monovigor				***	***	**
Monriac				**	**	**
Peramono				* ¹⁾	***	**
Solanka				*	****	****
				***	***	**

* = hoch/unbefriedigend
** = mittel/befriedigend
*** = gering/gut
**** = sehr gering/sehr gut

1) viele Wurzelbrüche
2) viele seitliche Verletzungen

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Erntemaschine
2. AK: Abtransport ab Feldrand

6. Franz. Erntesystem (K+RL+T, sechsreihig)

Bei diesem zweiphasigen Zuckerrüben-Erntesystem wurde wie beim Verfahren 5 ein kombinierter Einsatz in Futter- und Zuckerrüben bei einer Gesamtauslastung von 50 und 100 ha/Jahr in Betracht gezogen.

Bedarf an AK:

1. AK: Traktor mit Blattschläger, sechsreihig
2. AK: Traktor mit Rodelader, sechsreihig
- 3., 4.+5. AK: Überladen und Abtransport

Verfahrenskosten

Abb. 20 zeigt den Verlauf der Verfahrenskosten in Abhängigkeit von der jährlichen Auslastung. Bei der wirtschaftlichen Beurteilung ist zunächst davon auszugehen, dass die in Futter- und Zuckerrüben kombiniert

einsetzbaren Verfahren (5. und 6.) bei konstanter Gesamtauslastung etwas unter (6.) und über (5.) den Kosten der Lohnmechanisierung liegen. Von den übrigen Verfahren arbeiten nur der grosse (3.) und kleine (2.) Futterrübenvollernter ab etwa 9 und 15 ha/Jahr kostengünstiger als bei Lohnmechanisierung. Die Kostengleichheit dieser beiden Verfahren (2. und 3.) liegt bei 4 bis 5 ha/Jahr.

Das Rodelade- und das Dänische Verfahren (1. und 4.) haben

Tabelle 6: Vergleich verschiedener Ernteverfahren (vgl. Abb. 20)

Erntesystem Verfahren	1. Rodelader REL+T	2. Voll- ernter klein REB	3. Voll- ernter gross REB	4. Dän. System K+RL+T	5. ZR- Vollernter KRB	6. Franz. System K+RL+T
Anzahl Erntereihen Flächenleistung a/h	1 10	1 10	1 13	1 10	2 12	6 50
Traktorbedarf						
- für Erntemasch. kW	1x33	1x41	1x50	1x50	2x33	1x41+1x60
- für Abtransport kW	2x41	1x41	1x41	1x41	2x41	3x41
Arbeitsbedarf						
- Arbeitskräfte AK	4	3	2	4	2	5
- AKh/ha	40	30	15,4	33,3	20	10
Erntemaschine						
- Anschaffungspreis Fr.	11'000.--	18'000.--	29'000.--	11'000.--	49'000.--	80'000.--
- Grundkosten Fr./Jahr	1'703.--	2'631.--	3'988.--	1'736.--	7'298.--	11'680.--
Flächenabhängige Kosten						
- Gebrauchskosten ¹⁾ Fr./ha	52.--	62.--	66.--	73.--	188.--	160.--
- Traktork. ²⁾ Fr./ha	447.--	277.--	252.--	512.--	327.--	277.--
- Kipperk. ²⁾ Fr./ha	175.--	20.--	15.--	145.--	20.--	66.--
- Arbeitsk. ³⁾ Fr./ha	495.--	330.--	127.--	413.--	165.--	132.--
Total Fr./ha	1'169.--	689.--	460.--	1'169.--	700.--	635.--
Faktoransprüche⁴⁾						
Ak, Traktor (41 kW) und Kipper h/ha	10	10	7,7	10	10	2

¹⁾ betreffend der Erntemaschine

²⁾ für einen betriebseigenen Traktor mit Kipper (Eigenleistung)

³⁾ ohne Arbeitskosten für Eigenleistung

⁴⁾ bzw. Eigenleistung des Landwirts

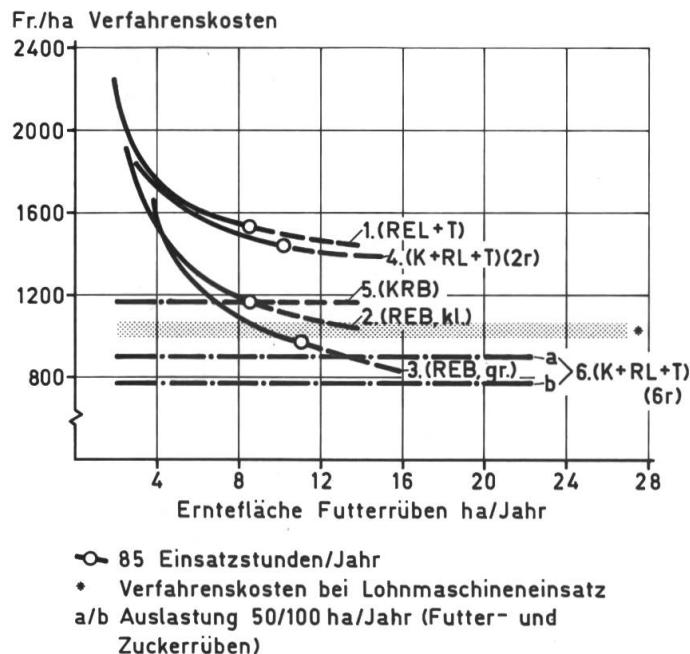


Abb. 20: Verfahrenskosten für die Futterrübenernte in Abhängigkeit von der jährlichen Auslastung (Legende s. Tab. 6). Sämtliche Arbeitsstunden sind mit Fr. 16.50/Std. bewertet. Den Verfahren 5 und 6 liegen Gesamtauslastungen (Futter- und Zuckerrüben) von 25 und 50/100 ha/Jahr (a/b) zugrunde.



Abb. 21: Hof- oder Feldmiete. Der Rübenhaufen wird mit einer Strohdecke von 20 bis 30 cm und einer Plastikfolie abgedeckt. Am Kamm ist alle 3 bis 4 m ein Lüftungsloch zu erstellen und mit einer umgestülpten Harasse abzudecken.

Frage der Lagerungs- und Fütterungstechnik

In der **Futterrübenlagerung** müssen folgende Ziele erreicht werden:

- Wenig Verluste durch Veratmung und Fäulnis
- Frost sichere Lagerung
- Tiefer Arbeitsaufwand beim Ein- und Auslagern
- Kostengünstige Lagerung

Um den Rübenertrag von 1 ha zu lagern, werden zirka 150–200 m³ Lagervolumen benötigt. Also gleichviel Volumen wie für einen Heubergeraum für 6 Milchkühe. Vielfach sind diese Kapazitäten in den bestehenden Gebäuden nicht vorhanden, so dass im Feld oder in der Hofstatt eine Miete angelegt werden muss (Abb. 21). Das Rübenlager sollte



einen relativ geringen Investitionsbedarf aber weisen vergleichsweise hohe Zugkraft- und Arbeitskosten auf. Diese Verfahren sind wirtschaftlich nur interessant, wenn sich bei kleinen Ernteflächen kein Lohnmaschineneinsatz anbietet, oder wenn im zweiten Fall eine Doppelnutzung (Zuckerrüben) möglich ist. Schon ab zirka 5 ha/Jahr sind alle anderen Verfahren kostengünstiger.

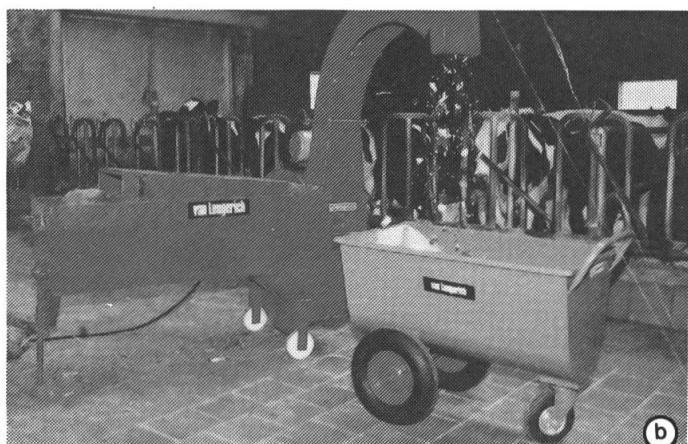


Abb. 22: Rübenschnitzler-Reiniger für Hand-(a+b) und Frontladerbeschickung (c). Bei c erfolgt die Schnitzelübergabe direkt in die Krippe.



möglichst nahe und in einer Ebene zum Futtertisch liegen, um sich im Winter möglichst einfach und risikolos bedienen zu können (Tab. 3). Die Stappelhöhe darf in Mieten nicht höher als 2,50 m und in Lagerräumen (Remisen, Schuppen usw.) max. 3,50 m hoch sein (Luftzirkulation). Einige bedeutende Aspekte zu den verschiedenen Lagerungsarten sind in Tabelle 7 angeführt.

Bei der **Fütterungstechnik** finden wir auf jedem Betrieb eine individuelle Situation. Zunächst stellt sich die Frage, ob die Rüben zerkleinert oder ganz verarbeitet werden sollen.

Futterzuckerrüben mit TS-Gehalten von 18–21% können in kleineren Mengen von den Kühen ganz gefressen werden. Rinder und Erstlingskühe haben jedoch Mühe diese Rüben zu zerkleinern, da ihnen die Schau-

feln fehlen. Größere Rübenmengen sollten zerkleinert werden. **Halbzuckerrüben** lassen sich dagegen problemlos ganz füttern.

Die Tendenz zeigt, dass immer mehr Landwirte die Rüben zerkleinern, da die Reinigung mit der Zerkleinerung kombiniert und die Verteilung in die Krippen besser bewerkstelligt werden kann (Abb. 22).

Tabelle 7: Verschiedene Lagerungsarten

(Bedarf für Lagerung von 100 to = 1 ha = 150–200 m³)

Kriterien	Lagerungsart	Feld-/Hofmiete	Scheunenlager	Keller	Fahrsilo
Investitionen	Keine		Heulagerraum, Wagenschopf	meist vorh.	10'000.-- - 15'000.--
Einlagerungsmöglichkeiten	Kipper, Miete rangieren von Hand		Förderband, Greifer, Kipper	Rutsche, Kipper	Kipper, Frontlader, Förderband
Schutz gegen Frost	ND-Strohballen oder HD-Strohballen 60-100 Stück offen; erst abdecken bevor Kälteinbruch, sonst schwitzen die Rüben und Stroh wird nass = schlechte Isolation		- Scheunenlager im Heustock: einlagern (Greifer), abdecken mit Heu - Schopf: Seitenwand mit HD-Ballen isolieren, Achtung! Betonboden, abdecken mit losem Stroh	meist nicht nötig	Seitenwand isolieren, abdecken mitlosem Stroh
Schutz gegen Nässe	Plastikfolie 200.--/ha	bestehend		-	Plastikfolie oder Dach
Arbeitsaufwand für die Einlagerung pro ha	20-40 Stunden	10-20 Stunden		10-30 Stunden	10-20 Stunden
Entnahmemöglichkeiten	von Hand, wenn Boden befestigt mit Frontlader oder Heckentnahmeschaufel		Greifer, von Hand, Frontlader	von Hand, Rübenschnetzler mit Gebläse	Frontlader, Heckschaufel

* bzw. Beschädigungsanfälligkeit

** sowie Zuckergehalt und Blattmasse

FAT-Berichte

Abb. 23: Die mechanische Futterrübenentnahme bedingt einen befestigten Lagerplatz. Die Rückwand des Rübenschnitzlers wird abgelegt, mit dem Kamm werden die Rüben in den Schnetzler gezogen. Die Schnitzel können entlang der Krippe mit dem Austragsband verteilt werden.



Anforderungen an einen Rübenschnitzler:

- Tiefer Einwurf
- Gute Reinigung, ohne dass die Rübe abgeschält wird
- Genügend hoher Auswurf, damit ein Futterkarren unterstellt werden.

Die Verteilung kann mit Muldenwagen oder in grösseren Viehbeständen mit Futtervertei-bzw. Futtermischwagen erfolgen.

Es sind auch Rübenentnahmeschnitzler erhältlich, mit welchen die Rüben direkt von der Miete entnommen werden können. Mit diesen Heckanbaugeräten wird der Krippe entlang gefahren, und mit dem Futterband kann die gewünschte Rübenmenge verabreicht werden (Abb. 23). Dieses Gerät eignet sich jedoch nur für grössere Betriebe und vorwiegend in Boxenlaufställen.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden.

ZH	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen	Tel. 052 - 25 31 24
BE	Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich	Tel. 033 - 54 11 67
	Herrenschwand Willy, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins	Tel. 032 - 83 32 32
	Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal	Tel. 063 - 22 30 33
	Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau	Tel. 035 - 2 42 66
	Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen	Tel. 031 - 57 31 41
	Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis	Tel. 033 - 57 11 16
LU	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfeheim, 6170 Schüpfeheim	Tel. 041 - 76 15 91
	Schäli Ueli, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau	Tel. 045 - 81 33 18
	Wandeler Erwin, Bühlstrasse, 6207 Nottwil	Tel. 045 - 54 14 03
	Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain	Tel. 041 - 88 20 22
	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen	Tel. 044 - 2 15 36
SZ	Föhn Josef, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon	Tel. 055 - 47 33 44
OW	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil	Tel. 041 - 68 16 16
NW	Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans	Tel. 041 - 63 11 22
ZG	Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham	Tel. 042 - 36 46 46
FR	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux	Tel. 037 - 82 11 61
SO	Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz	Tel. 065 - 22 93 42
BL	Zörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach	Tel. 061 - 98 18 97
SH	Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen	Tel. 053 - 2 33 21
AI	Pavlovic Vojslav, Marktgasste 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
AR	Berger Daniel, Werdegasse 10, 9053 Teufen	Tel. 071 - 33 26 33
SG	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez	Tel. 085 - 7 58 88
	Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 84 81 21
	Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 84 81 21
GR	Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur	Tel. 081 - 21 33 48
AG	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen	Tel. 064 - 31 52 52
TG	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach	Tel. 072 - 64 22 44
TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona,	Tel. 092 - 24 35 53
	Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8307 Lindau	Tel. 052 - 33 19 21

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 35.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.