

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 40 (1978)

Heft: 10

Artikel: Zuckerrübenernteverfahren und -maschinen

Autor: Spiess, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081966>

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>

Zuckerrübenernteverfahren und -maschinen

E. Spiess

1. Einleitung

Lange Zeit richteten sich alle Bestrebungen bei der Zuckerrübenernte darauf, die früher noch zum Teil von Hand zu verrichtenden Arbeitsgänge voll zu mechanisieren und später in eine Maschine zu integrieren. Diese Zielsetzung konnte denn auch nach verschiedenen Zwischenstufen mit der Entwicklung des einreihigen, automatisch gesteuerten Bunkerköpfroders bzw. Vollernters (Abb. 1) erreicht werden. Die Vollernte bedeutet dabei «Einmannarbeit» unter Zusammenfassung aller Arbeitsgänge vom Köpfen bis und mit Transport der Rüben zum Feldende, wobei das Rübenblatt entweder breitgestreut, geschwadet oder gar gebunkert werden kann. Die Richtigkeit dieses Schrittes dürfte sich in der grossen Verbreitung dieser inzwischen hochentwickelten Maschinen bestätigt finden. Es wurde jedoch auch bald erkannt, dass einer weiteren Leistungssteigerung bestimmte Grenzen gesetzt sind, insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Tendenz zu grösseren Samenabständen mit der damit verbundenen ungleichmässigeren Pflanzenverteilung. Trotz der Bestrebungen, zum Beispiel die Reaktionsschnelligkeit der Köpfmechanik sowie die Rodescharführung zu verbessern, lässt in der Regel die Köpf- und Rodequalität bei Arbeitsgeschwindigkeiten von über 5–6 km/h merklich nach.

Eine Vergrösserung der Arbeitsbreite bzw. Vermehrung der Reihenzahl führt dagegen zu einer bedeu-

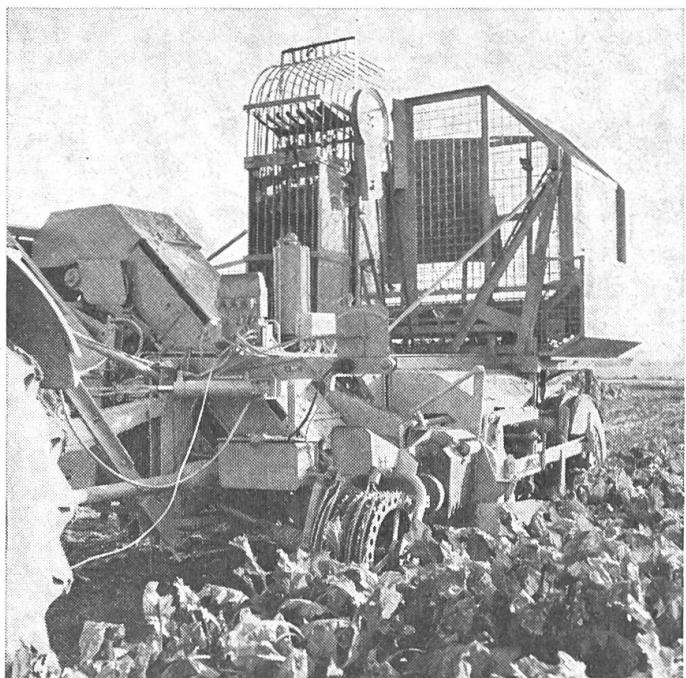


Abb. 1: Einreihiger Bunkerköpfroder (Vollernter) mit elektrohydraulischer Steuerung. Eine weitere effiziente Leistungssteigerung kann von einreihigen Maschinen nicht mehr erwartet werden.

tenden Steigerung der Flächenleistung und beim Vollernteverfahren auch zu einer spürbaren Verminderung des Arbeitsaufwandes. Dieser Erkenntnis wurde während der letzten Jahre von allen Herstellern von Zuckerrübenerntemaschinen Rechnung getragen. Gegenwärtig sind von jeder Marke mehrreihige und zum Teil auch noch einreihige Erntesysteme erhält-

lich. Aus der europäischen Palette werden von Importfirmen zurzeit 38 Maschinen verschiedener Systeme auf dem schweizerischen Markt angeboten. Grundsätzlich lassen sie sich grob unterscheiden in der Art, wie die einzelnen Arbeitsgänge für das Köpfen, Roden-Reinigen und den Transport der Rüben zum Feldende kombiniert oder getrennt durchgeführt werden. Für die kombinierten Verfahren stehen eine grosse Gruppe einreihiger sowie je ein zwei- und dreireihiger Bunkerköpfroder zur Verfügung. Daneben gibt es eine beträchtliche Anzahl Maschinen für die geteilten Ernteverfahren.

2. Anforderungen an die Anbautechnik

Die Ursachen für eine unbefriedigende Arbeitsqualität einer Zuckerrübenerntemaschine sind oftmals eng verknüpft mit dem Anbauverfahren und der Sorgfalt bei der Durchführung der Frühjahrsarbeiten. Besonders bei der Wahl der Reihenabstände, der Spur- und Saatbreiten muss bereits das Ernteverfahren berücksichtigt werden.

Als **Reihenabstände** haben sich heute 44–45 cm und 50 cm weitgehend durchsetzen können. Gegenwärtig werden noch von allen Erntemaschinenherstellern zumindest diese beiden Abstände berücksichtigt. Von der Industrie wird aber immer mehr auf 50 cm tendiert. Die Gründe hierfür sind naheliegend. Grössere und schwerere Maschinen erfordern mehr Zwischenraum und breitere Bereifungen. Demgegenüber ist aber zu bedenken, dass enge Reihenabstände besonders beim Anbau ohne Handvereinzelung günstigere Standraumbedingungen für die Pflanzen schaffen und vor allem die Köpfarbeit erleichtern und verbessern. Spielten die Reihenabstände bei einreihigen Erntemaschinen (mit vollständiger Bearbeitung einer Rübenreihe) noch eine untergeordnete Rolle, so ist bei mehrreihig arbeitenden Maschinen auf genaue Uebereinstimmung der Reihenabstände der Sämaschine mit den Erntemaschinenaggregaten zu achten, da eine Verstellbarkeit der letzteren nicht in allen Fällen gegeben ist.

Die **Reihenzahl der Einzelkornsämaschinen** muss dabei unbedingt mindestens einmal der Reihenzahl der Erntemaschine entsprechen. Eine Ausnahme bildet ein zweireihiger Bunkerköpfroder (Kleine 8000, Abb.

10) bei dem aber besondere Sorgfalt beim Anschlussäen erforderlich wird, um Abstandsschwierigkeiten beim Roden von Anschlussreihen zu vermeiden.

Eine direkte Beziehung besteht zwischen dem **Samenabstand** und der **Köpf- und Rodenqualität**. Mit zunehmenden Samenabständen verschlechtert sich die Gleichmässigkeit der Pflanzenabstände und des Grössenwachstums. Grössere Lücken bedeuten grös-

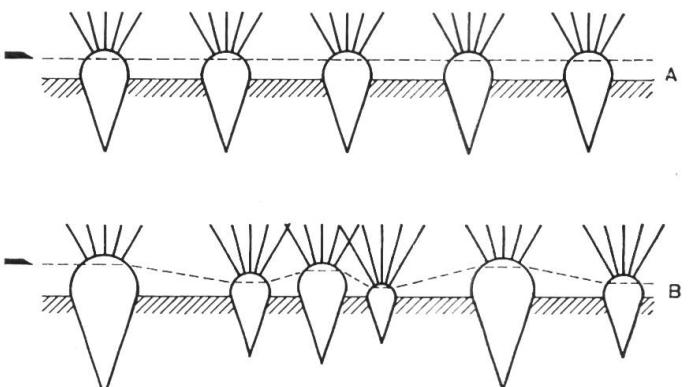


Abb. 2: Köpfmesserweg bei gleichmässigen (A) und ungleichmässigen (B) Pflanzenabständen.

seres Dickenwachstum und allgemein höher aus dem Boden herauswachsende Rüben. In Abb. 2 sind diese Zusammenhänge schematisch dargestellt. Die ange deutete Linie zeigt den Köpfmesserweg bei gleichmässiger (A) und ungleichmässiger (B) Pflanzenverteilung. Die unterschiedlichen Köpfhöhen verlangen dabei eine ständige Neuanpassung der Köpfmesserlage. Dass diesem Regelsvorgang bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten und eng stehenden Rüben bestimmte Grenzen gesetzt sind, wird verständlich. Ausschlaggebend für die Köpfqualität sind die Differenzen der Rübenkopfhöhen, die Freiabstände zwischen den einzelnen Rüben sowie auch das Köfersystem. Abgesehen von gewissen unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Köfersysteme (Abschnitt 3.1) muss bei mittleren Kopfhöhendifferenzen von 5 cm im allgemeinen ein Mindestfreiabstand von 14–16 cm vorhanden sein. Bei mittleren Rübenkopfdurchmessern von etwa 11 cm werden somit **Pflanzenabstände von 25–27 cm** für eine gute Köpfarbeit erforderlich. Dass diese Forderung mit Samenabständen von etwa 8 cm bei 50 cm Reihenabstand (bzw. 9/44 cm) gut erfüllt werden kann, zeigt die Darstellung von Versuchsergebnissen in Abb. 3a. Bei

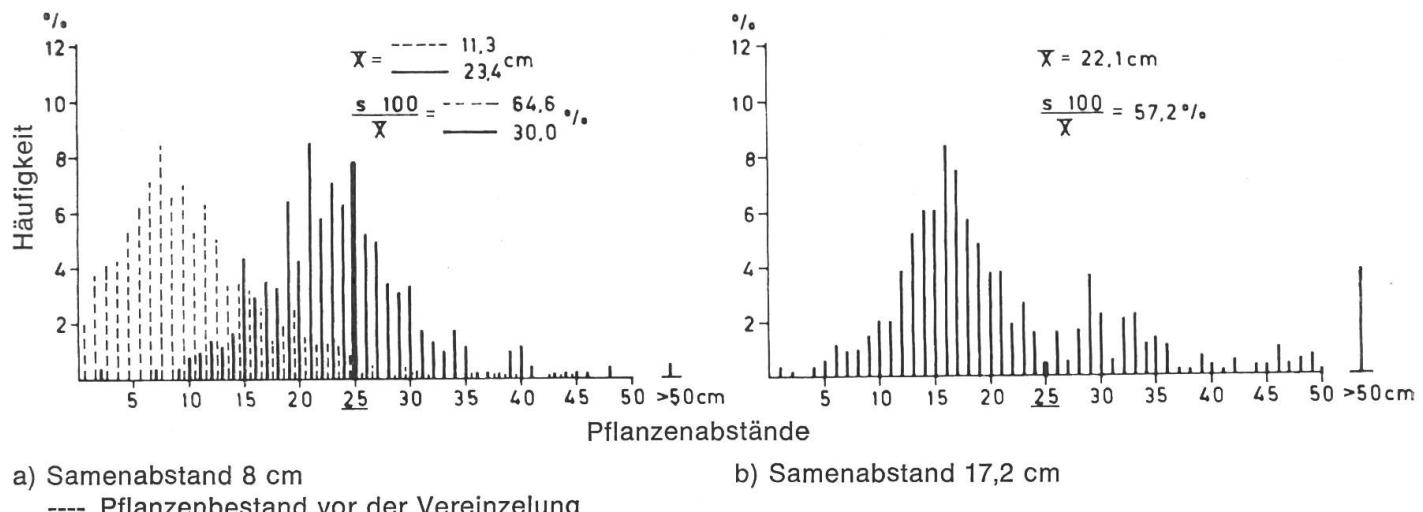


Abb. 3: Verteilung der Pflanzenabstände bei Vereinzelung (a) und Saat auf Endabstand (b) (Feldaufgang 74%).

Saaten auf Endabstand (b) liegen aber die häufigsten Pflanzenabstände weit unter diesem Sollbereich. Für die notwendige Erhöhung der Samenabstände auf über 20 cm ist bei dieser Saatmethode in den meisten Fällen das Aufgangsrisiko noch zu gross.

3. Die wichtigsten Arbeitselemente

3.1 Köpfersysteme

Eine der bedeutendsten Voraussetzungen für eine gute Köpfarbeite ist ein glatter, waagrechter Köpf-

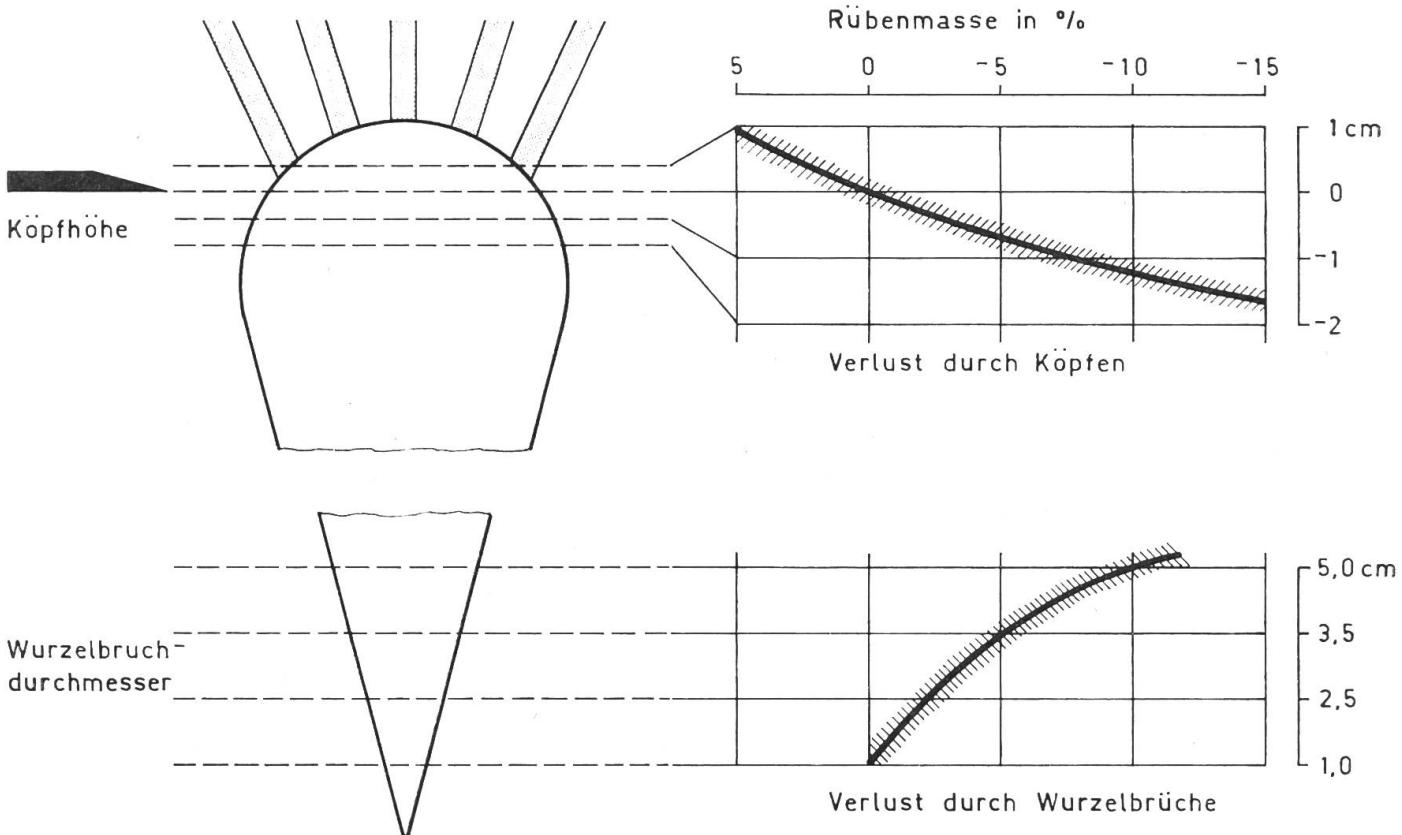


Abb. 4: Rübenmasseverluste durch zu tiefen Köpferschnitt und Wurzelbrüche. Letztere können sowohl bei ungenauer oder falscher Rodescharführung entstehen als auch durch zu hart arbeitende Siebelemente verursacht werden.

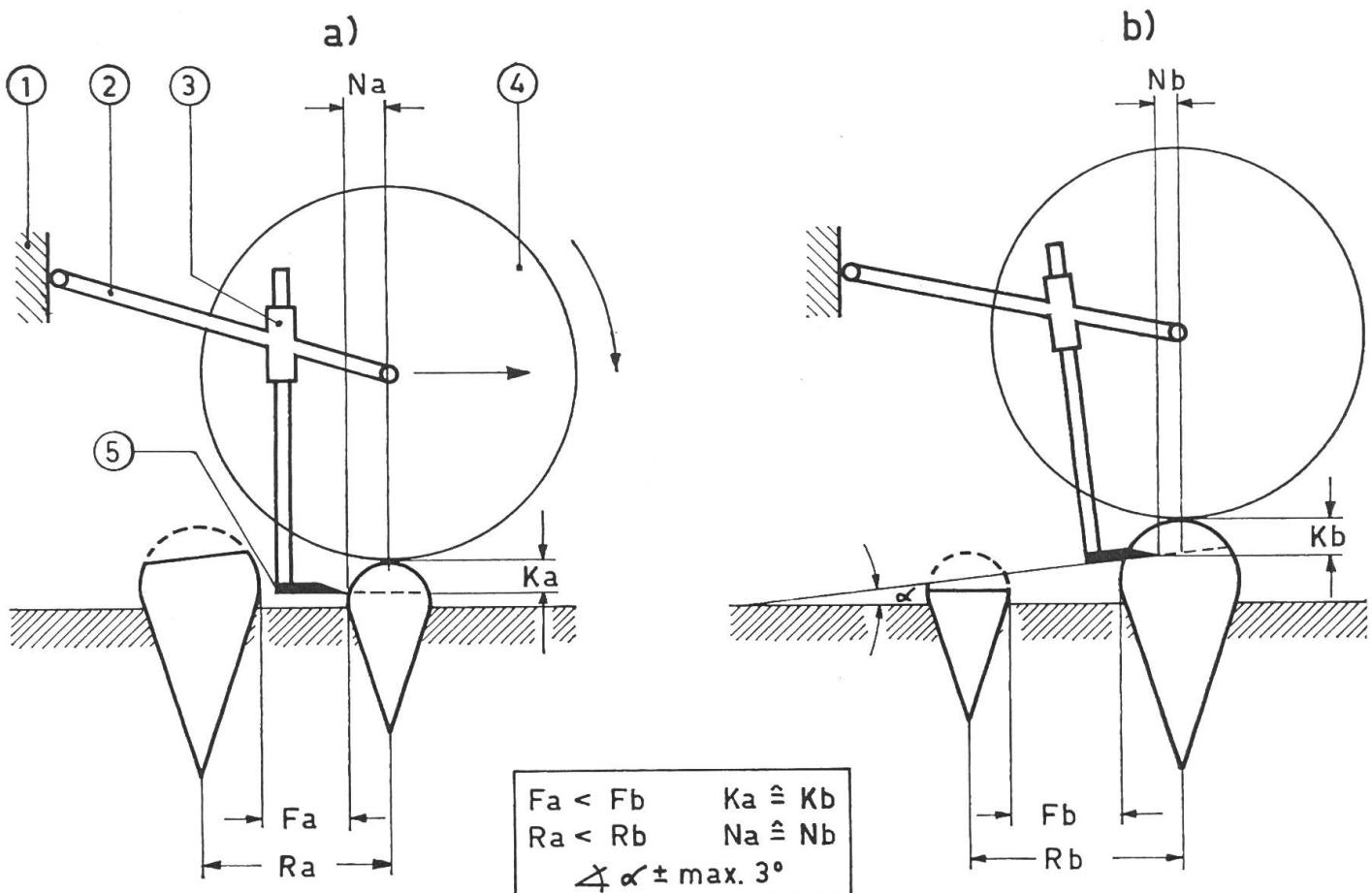


Abb. 5.1: Radtastköpfer mit starrer Verbindung zwischen Tastrad und Messer.

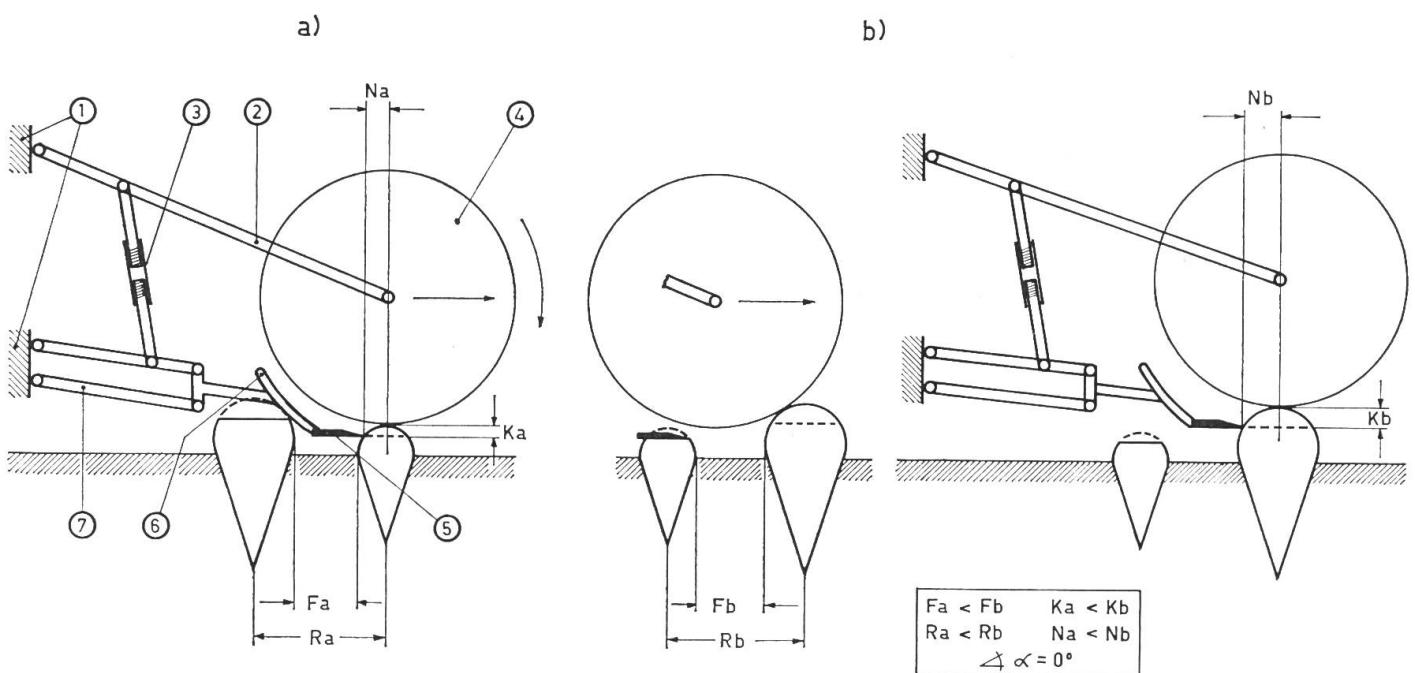


Abb. 5.2: Radtastköpfer mit gelenkiger Verbindung zwischen Tastrad und Messer.

Abb. 5: Zusammenhang zwischen Köpfersystem, Pflanzenabstand und Rübenwuchshöhe

1. Maschinenrahmen
2. Tasterhebel
3. Köpfstärkeneinstellung
4. Tastrad
5. Köpfmesser
6. Blattleitstäbe
7. Parallelogramm für Messerführung
8. Schleiftaster

F = notwendiger Mindestfreibstand der Rüben
 R = notwendiger Rübenabstand
 K = Köpfstärke
 N = Nacheilung des Köpfmessers
 ... a = bei Abwärtsköpfung
 ... b = bei Aufwärtsköpfung

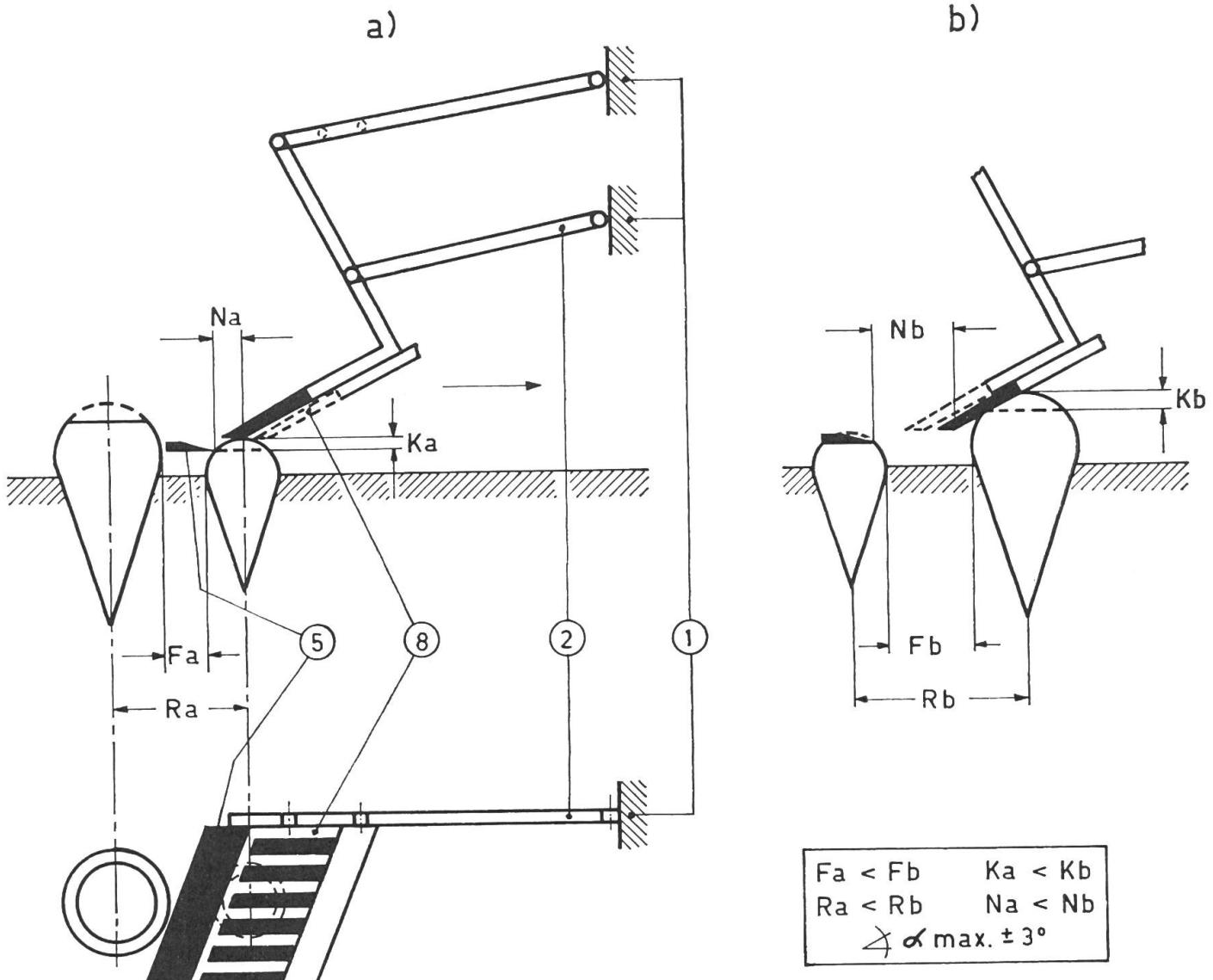


Abb. 5.3: Schleiftastkörper.

schnitt unmittelbar unterhalb der noch lebenden Blattknospen. Schon ein um 1 cm zu tiefer Schnitt führt zu **Rübenmasseverlusten** von zirka 8% (Abb. 4). Ein zu hohes Köpfen bringt zwar einen gewissen Massegewinn, das aber zu empfindlichen Abzügen der Zuckerfabrik führen kann. Masseverluste und **Rückstände von Grünteilen** entstehen hingegen bei schrägem Köpferschnitt.

Köpfleinrichtungen unterscheiden sich durch die Art ihrer Tassen und Messer sowie durch die Verbindungsweise dieser beiden Elemente. Im Hinblick auf das Erntemaschinenangebot in der Schweiz sind folgende Systeme zu erkennen:

- angetriebene Radtastköpfer mit starrer Verbindung zwischen Tastrad und Messer (Fontani, Italo-Svizzera, Kleine, Rossi)

- angetriebene Radtastköpfer mit gelenkiger Verbindung zwischen Tastrad und Messer (Fried, Moreau, Schmotzer, Stoll)
- Schleiftastköpfer (Herriau, Moreau)

Die Radtastköpfung findet vorwiegend Anwendung bei Bunkerköpfrodern, wogegen Schleiftastköpfer heute nur noch als Nachköpfvorrichtung in Entblätterungsmaschinen anzutreffen sind.

Bei Radtastköpfern mit starrer Verbindung zwischen Tastrad und Messer (Abb. 5.1) sind beide Elemente mit dem Hauptrahmen durch einen Hebel verbunden. Die Vorteile dieser einfachen und platzsparenden Vorrichtungen liegen vorwiegend in der kostengünstigen Herstellung und der leichten Beweglichkeit. Ihr Nachteil ist die Änderung des Neigungswinkels des

Hebels, sobald er sich über Rübenköpfe mit unterschiedlicher Wuchshöhe bewegt. Damit ist denn auch ein sich ändernder Anstellwinkel des Messers verbunden, was zu einem schrägen Köpfsschnitt führen kann. Der Hebel sollte aus diesem Grunde möglichst lang (mind. 80–100 cm) bemessen sein, um den kritischen Bereich ($\triangle \pm 3^\circ$) zu unterschreiten. Ferner kann eine laufende Anpassung der Köpfdicke (K) sowie der Messernacheilung (N = Abstand zwischen Tastradauflagepunkt auf Rübenscheitel zu Messerspitze) beim Köpfen unterschiedlich grosser Rüben mit diesem System nicht erreicht werden.

Die gelenkige Verbindung zwischen Tastrad und Messer (Abb. 5.2) ermöglicht hingegen ein selbsttägiges Andern der Köpfdicke (K) und Nacheilung (N) in Abhängigkeit der Rübengrösse bzw. der -kopfhöhe. Solche Köpfleinrichtungen bieten die besten Voraussetzungen für eine optimale Köpfung grosser und kleiner Rüben. Zwar ist nicht bei allen Ausführungen eine zum Boden parallele Messerführung wie in Abb. 5.2 zu finden. Auch hier wird daher versucht, durch spezielle Formgebung der Köpfmesser und lange Hebel einen möglichst waagrechten Köpfsschnitt zu erzielen.

Bei **Schleiftastköpfen** (Abb. 5.3) sind die Tasterbügel und das Messer entweder fest an einem gemeinsamen Hebel über ein Gelenk am Maschinenrahmen verbunden oder an Parallel- bzw. Trapezlenkern befestigt. Bei diesen Nachköpfvorrichtungen wird meistens auf eine selbttägige Anpassung der Köpfdicke verzichtet.

Für eine gute Köpfung zweier Rüben, die unmittelbar hintereinander mit unterschiedlichen Kopfhöhen stehen, wird der notwendige **Mindestfreiabstand** (F) der einzelnen Köpferausführungen zu einem wichtigen Beurteilungskriterium. Dabei muss unterschieden werden, ob abwärts (a) das heisst von einer grossen zu einer kleinen Rübe oder aufwärts (b) von einer kleinen zu einer grossen Rübe geköpft wird. Grundsätzlich können bei allen Systemen die Freiabstände bei der Abwärtsköpfung am kleinsten sein, wobei der Schleiftastköpfer am günstigsten zu beurteilen ist, gefolgt vom Radtastköpfer ohne Blattleitstäbe. Den grössten Freiabstand erfordern Radtastköpfer mit Blattleitstäben. Bei der Aufwärtsköpfung

sind die Verhältnisse weitgehend gleich. Eine **schnelle Anpassung an unterschiedliche Rübengrösse** bedingt bei allen Köpfarten ein möglichst geringes Eigengewicht und einen durch Federspannung regelbaren Auflagedruck der Taster.

3.2 Reinigung der Rübenköpfe

Um allfällige den Rüben noch anhaftende oder aufliegende Blattreste zu entfernen, sind bei allen Erntemaschinensystemen spezielle Nachputzvorrichtungen vorhanden.

Bei Bunkerköpfroden mit Radtastköpfung werden quer zur Einzelreihe arbeitende, doppelt mit Gummischlegeln besetzte **Putzschieleudern** verwendet, die in einer Richtung oder gegenläufig drehen können. Im zweiten Fall schlagen die Flügel von beiden Sei-

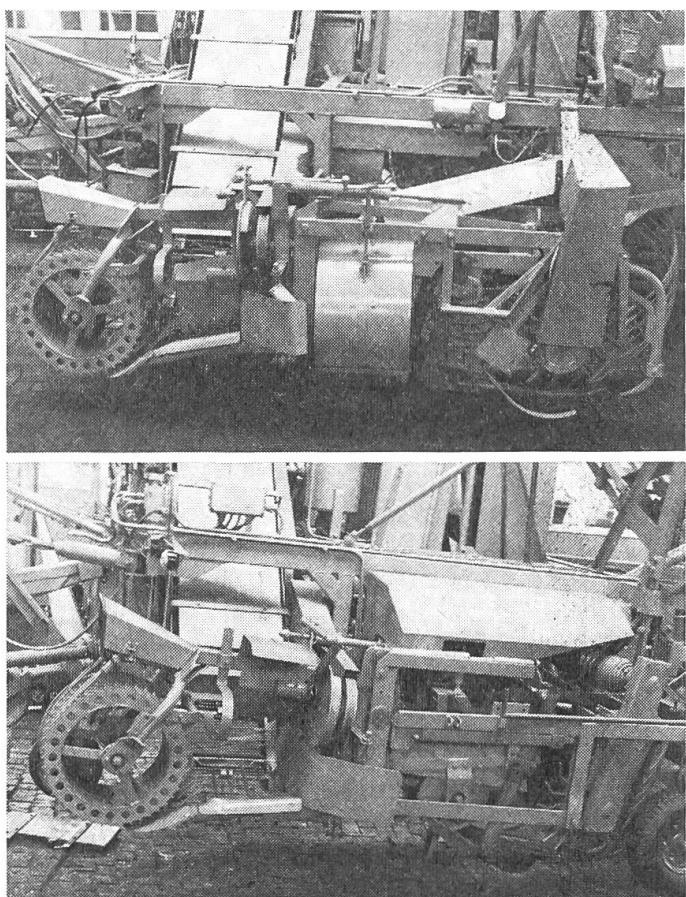


Abb. 6: Köpf- und Rodeaggregate einreihiger Bunkerköpfroder mit Seitensteuerautomatik vom Tastrad aus. Oben: Fest mit dem Maschinenrahmen verbundene Rodergruppe, gegenläufige Putzschieleuder. Unten: Durch Stützrad geführte, zum Maschinenrahmen bewegliche Rodegruppe, Putzschieleuder einfachwirkend und zum Rodeschar hin arbeitend.

FAT-MITTEILUNGEN

ten in den oberen Teil der geköpften Rüben (Abb. 6a) und beseitigen hier die Blattreste genauer als die in einer Richtung arbeitenden Schleudern. Eine Ausnahme bildet ein Bunkerköpfroder mit einer einfachdrehenden, längs über der Reihe angeordneten Putzvorrichtung (Kleine 5002, Abb. 6b). Lockere Rüben werden hier direkt ins Rodeschar geschleudert und gehen damit nicht verloren.

Eine etwas andere Bedeutung erlangt die Reinigung der Rübenköpfe bei Entblätterungsmaschinen (Abb. 12 (1), 13 und 15). Die vom Blattschläger entlaubten Rübenköpfe verlangen eine besonders intensive Reinigung, damit der nachfolgende Köpfeschnitt möglichst hoch durchgeführt werden kann. Das Reinigungselement bildet hier eine über die ganze Arbeitsbreite angeordnete, mit Gummischlegeln besetzte **Putzerwelle**. Wahlweise kann zum Teil eine zweite Putzerwelle (Moreau) oder ein mit Gummischlegeln versehenes Putzerband nach der Nachköpfung eingesetzt werden.

3.3 Rodeorgane (Abb. 7)

Scheibenschare konnten in der Schweiz nur eine geringe Bedeutung erlangen. Vereinzelt finden sie Verwendung bei französischen Erntemaschinen. Die Vorteile liegen in der geringen Verstopfungsanfälligkeit und Rübenbeschädigung. Letzteres bedingt aber eine sehr exakte Roderführung und sorgfältige Abstimmung der Reihenabstände, da eine Seitenbeweglich-

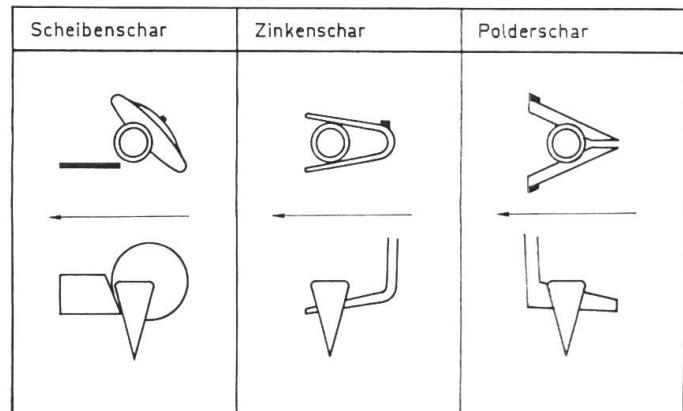


Abb. 7: Die gebräuchlichsten Rodeschartypen.

keit der einzelnen Rodekörper nicht gegeben ist. Vergleichsweise wird viel Erde auf die nachfolgenden Sieborgane gefördert. Die Verwendung von **Scheibenscharen** sollte sich daher ausschliesslich auf leichte Böden beschränken.

Zinkenschare werden nur bei einem dänischen Rodelader und Bunkerroder (Thyregod) verwendet. Die feste Verbindung mit dem Roderrahmen erfordert auch hier eine sehr präzise Fahrweise. Auf festen Böden treten nur wenig Rübenbrüche auf. Leichte Böden verlangen hingegen eine besonders tiefe Einstellung, um vor allem die Wurzelspitzen nicht zu beschädigen.

Polderschare erlauben unter den meisten Voraussetzungen eine gute Rodearbeit. Dank der hinteren Oeffnung gelangt relativ wenig Erde auf die nach-

Tabelle 1: Ausrüstungsvarianten für die Blatternte und Blattbreitverteilung bei Bunkerköpfrodern

Ausrüstung für die Blattablage	Blattbergung		
	Verfahren	Arbeitskraft- stunden/ha *	Traktor- stunden/ha *
Langblatt-Längsschwad	Traktor mit Ladewagen	ca. 5	ca. 5
Langblatt-Querschwad	Traktorfrontlader, 2 Traktoren mit Wagen und Aufsätzen	ca. 24	ca. 24
Kurzblatt (Häcksler) – Ueberladen	2 Traktoren mit Häckselwagen	ca. 15	ca. 15
Kurzblatt, Eigen- oder Traktorbunker (Unimog)	(Etwa 10–20% geringere Flächenleistung des Bunkerköpfroders, keine weiteren Arbeitsgänge)		
Langblattbreitverteilung	evtl. Blattzerkleinerung (Scheibenegge, Fräse) vor dem Unterpflügen		
Kurzblattbreitverteilung	direktes Unterpflügen gut möglich		

* ohne Strassentransport und bei mechanischer Schnellentladung

folgenden Sieborgane. Dieser Effekt kann bei zwei Fabrikaten (Herriau, Stoll) durch vertikal schwingende Scharblätter noch verstärkt werden. Dieser am meisten verwendete Schartyp wird fast immer seitbeweglich bzw. selbstführend am Roderrahmen angebracht und verursacht in der Regel nur geringe Rübenbeschädigungen.

4. Kombinierte Ernteverfahren

4.1 Einreihige Bunkerköpfroder

Diesem Ernteverfahren kommt immer noch die grösste Bedeutung zu. Ausser den erwähnten Unterschieden in der Radtastköpfung, der Reinigung der Rübenköpfe und der Scharaufhängung (seitenbewegliche Polderschare mit zum Teil auf- und abbewegten Scharblättern) gehören alle Arbeitselemente mehr oder weniger den gleichen Systemen an. In der Anordnung der Köpf- und Rodeaggregate muss unterschieden werden zwischen **vollständiger Bearbeitung einer Rübenreihe** (Italo-Svizzera, Kleine, Rossi) und **abgestufter Bearbeitung von zwei Rübenreihen** (1. Reihe: Köpfen und Putzen, 2. Reihe: Roden) (Fried, Schmotzer, Stoll). Die Vor- und Nachteile beim Gassen- und Anschlussroden sowie bei Hangarbeit heben sich im allgemeinen auf.

Beide Maschinenarten haben sich in der Praxis gut bewährt. Bei allen gezogenen Typen übernehmen heute **elektrohydraulische Regelsysteme** die Aufgabe der früher noch notwendigen Bedienungsperson auf der Maschine. Bei zwei Fabrikaten (Kleine, Rossi) werden die Seitensteuerimpulse von je einem rechts und links zwischen den Tastradscheiben angebrachten Tastbügel und bei den übrigen durch Impulsgeber an speziellen Leitkufen oder an der Rodescharaufhängung erzeugt. Für eine gleichmässige Tiefenführung des Rodeschars sind teilweise elektrohydraulische Vorrichtungen erhältlich, die den Abstand zwischen Boden und Maschinenkörper konstant halten (Abb. 6a). Der gleiche Effekt wird auch mit einer zum Maschinenkörper beweglichen, durch ein Stützrad oder Gleitkufen getragenen Rodegruppe erzielt (Kleine 5002, Stoll, Abb. 6b). Für die Absiebung der Erde und Reinigung der Rüben werden ausschliesslich Siebräder verwendet. Eine Maschine (Fried) ist mit einem zweiten Siebrad ausgerüstet, um speziell



Abb. 8: Einreihiger Bunkerköpfroder mit Blatthäcksler und -bunker. Geringere Beeinträchtigung der Bodenstruktur, hochwertige Futterqualität des Rübenblattes und keine Verzögerung für nachfolgende Bestellarbeiten sind die wesentlichen Vorteile dieses Verfahrens. Diese Maschinen erfordern aber entsprechend schwere Traktoren ab zirka 60 kW (80 PS).

schweren und steinigen Böden gerecht zu werden. Je nach gewünschter Reinigungsleistung lassen sich zum Teil die Drehrichtung und Drehzahl verändern sowie Rübenbremsen einsetzen. Die einzelnen Typen innerhalb eines Fabrikates unterscheiden sich hauptsächlich durch das Bunkerfassungsvermögen (1,5 – 2,5 t) und durch die **Blattablagemöglichkeit** (Tab. 1).

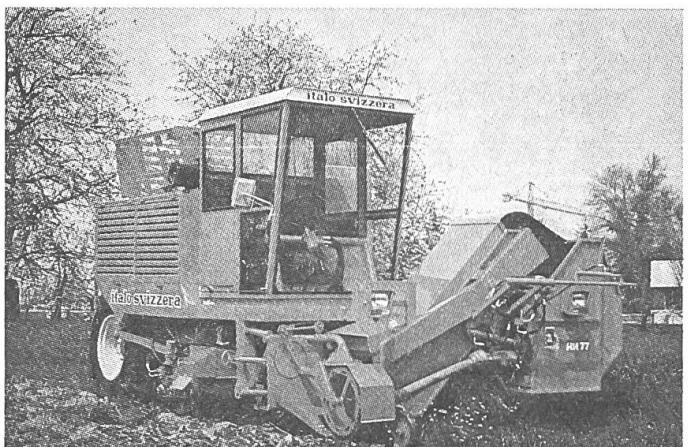


Abb. 9: Einreihiger selbstfahrender Bunkerköpfroder mit Allradantrieb und Langblatt-Querschwadeablage. Alle Aggregate werden durch Hydromotoren angetrieben.

FAT-MITTEILUNGEN

Noch kaum verbreitet sind diesbezüglich Bunkerköpfroder mit einem speziellen Blatthäcksler und -bunker (Kleine 10 000, Stoll V 2 B). Mit diesen Maschinen (Abb. 8) kann das Feld in einem Arbeitsgang vollständig geräumt und auch unter ungünstigeren Bedingungen eine hochwertige Futterqualität des Rübenblattes erzielt werden. Trotz des hohen Anschaffungspreises erscheint dieses Verfahren kostengünstig, wenn die Blatternte mitberücksichtigt wird.

Bei **einreihigen Selbstfahrern** (Italo-Svizzera, Rossi, Abb. 9) werden weitgehend die gleichen Aggregate wie bei den gezogenen Ausführungen verwendet. Infolge der guten Sichtverhältnisse wird auf eine spezielle Seitensteuerungsautomatik verzichtet. Unter günstigen Bedingungen (Schlagform, Bodenzustand) kann aber kaum mit einer grossen Steigerung der Flächenleistung gerechnet werden. Die Vorteile liegen eher beim grösseren Bedienungskomfort, bei der guten Anpassungsmöglichkeit an unterschiedliche Einsatzbedingungen, der besseren Wendigkeit und

Uebersicht, der geringeren Rüstzeiten sowie einer höheren Einsatzgrenze bei schlechter Witterung.

4.2 Mehrreihige Bunkerköpfroder

Auch beim **zweireihigen gezogenen Bunkerköpfroder** (Kleine 8000, Abb. 10) wurden die meisten Aggregate von den gezogenen Einreihern übernommen. Mit dieser über drei Reihen arbeitenden Maschine kann im Vergleich zum Einreihen eine Leistungssteigerung um den Faktor 1,6 bis 1,8 erzielt werden. Das hohe Eigengewicht (mit vollem Bunker ca. 9 t) bedingt Zugtraktoren möglichst mit Allradantrieb ab etwa 65 kW (90 PS).

Bunkerköpfroder mit mehr als zwei Reihen Arbeitsbreite sind nur noch als Selbstfahrer erhältlich. Der in Abb. 11 ersichtliche Dreireiher (Herriau) ist mit ähnlichen Arbeitselementen (Blattschläger, Roder) ausgerüstet wie die dreireihigen Maschinen für das geteilte Ernteverfahren der gleichen Marke. Durch die Verwendung einer Entblätterungsmaschine in Verbindung mit Scheibenscharen wird eine hohe Funk-

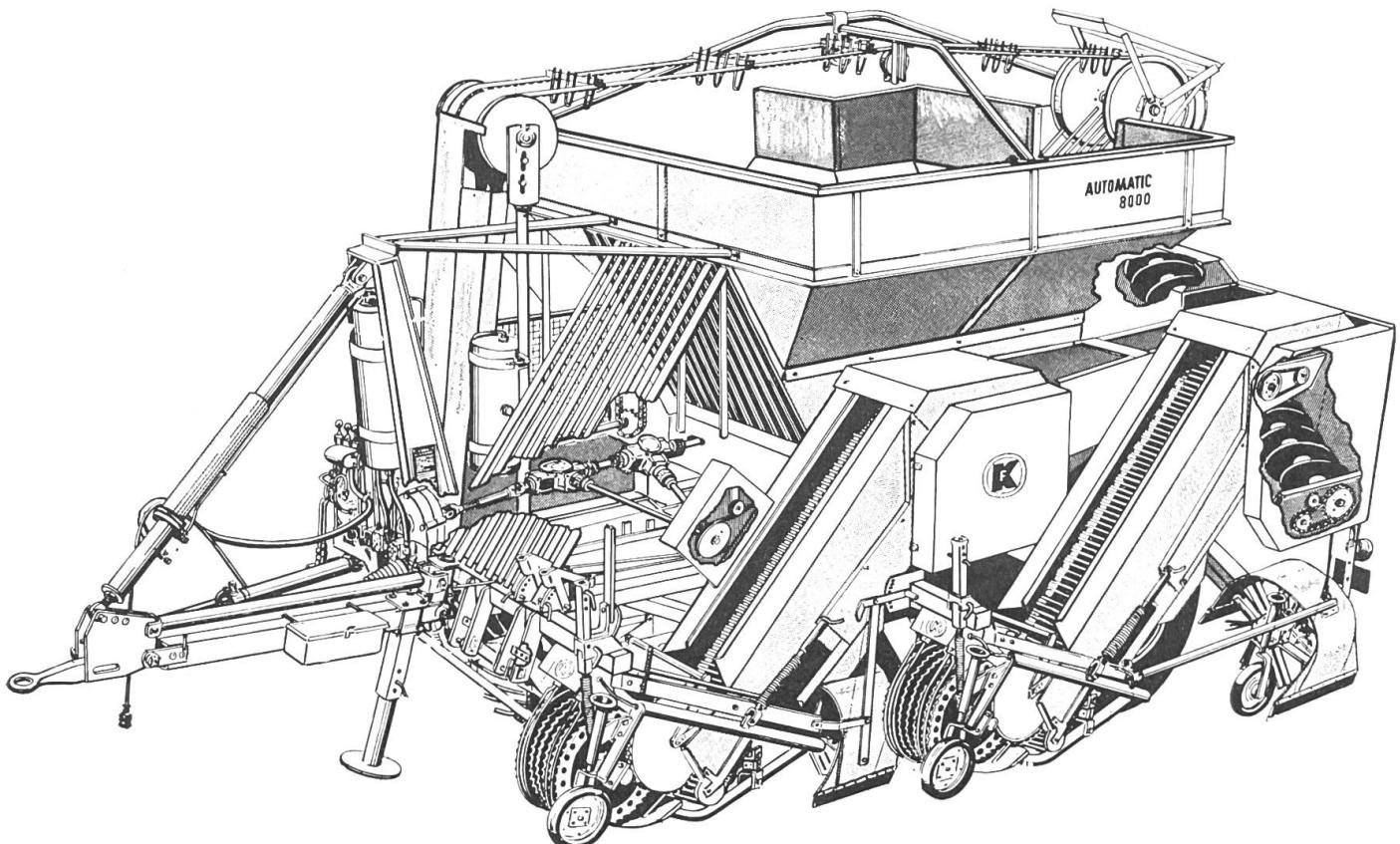


Abb. 10: Zweireihiger gezogener Bunkerköpfroder. Durch die Seitensteuerautomatik der ersten und zweiten Reihe wird die Deichsellenkung bzw. die Achslenkung betätigt. Die Köpf- und Rodeaggregate bearbeiten gleichzeitig drei Rübenreihen.

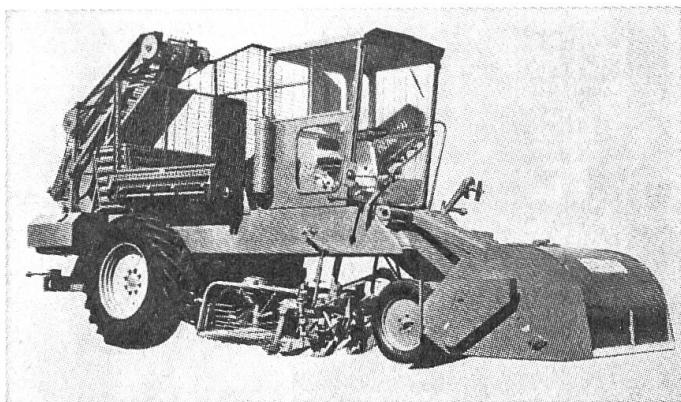


Abb. 11: Dreireihiger selbstfahrender Bunkerköpfroder (Herriau) mit Blattschläger und Nachköpfung. Für die Bergung der abgeschlagenen Blätter ist eine Ueberladeschnecke erhältlich.

tionssicherheit dieses Bunkerköpfrodgers gewährleistet.

5. Geteilte Ernteverfahren

Das in Phasen unterteilte **französische Ernteverfahren** (etwa 12 Hersteller!) hat bereits in der West-

schweiz mit den zwei bekanntesten Fabrikaten eine gewisse Verbreitung gefunden. Als Phasen gelten hier jeweils die nur zum Köpfen, Roden und Laden notwendigen Durchgänge durch das Feld. Die am meisten gebräuchlichen Verfahren sind in Abb. 12 schematisch dargestellt. Wurde während der letzten Jahre vor allem auf sechsreihige Maschinen tendiert, so steht heute auch die dreireihige Ernte speziell für Gebiete mit kleineren Betriebsstrukturen wieder vermehrt zur Diskussion. Diese Maschinen können im Vergleich zu den sechsreihigen, mit den meistens vorhandenen mittleren Traktoren üblicher Spurbreiten und Bereifung eingesetzt werden.

Für die Köpfung stehen grundsätzlich zwei verschiedene Systeme zur Verfügung (Abb. 13): Die **Radtastköpfung** ist dabei vorwiegend für jene Fälle vorgesehen, wo eine Blattbergung erwünscht ist. Das Blatt kann entweder in Längsschwaden abgelegt oder mit Zusatzausrüstungen direkt in nebenherfahrende Wagen geladen werden. Bei **Entblätterungsmaschinen** wird hingegen darauf abgezielt, möglichst wenig Rü-

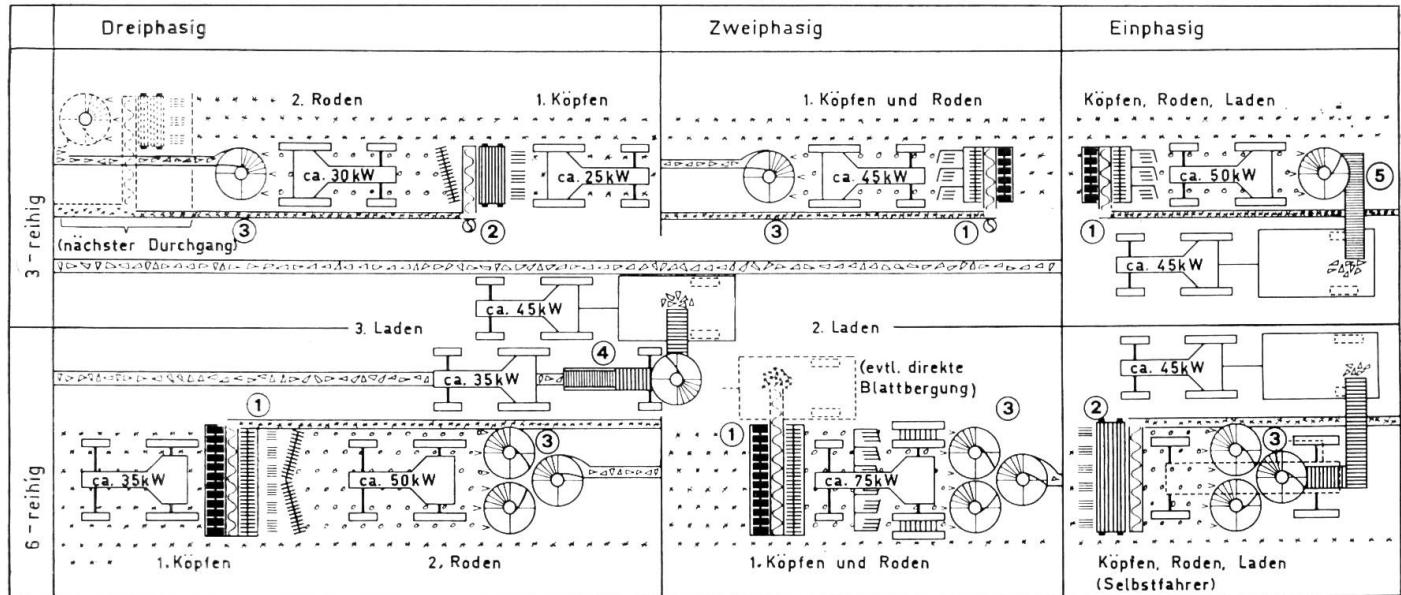


Abb. 12: Ein-, zwei- und dreiphasige französische Ernteverfahren

- (1) Entblätterungsmaschine mit Nachköpfung. Arbeitselemente in Fahrtrichtung: Blattschlägerwelle mit Stahlschlegel, Blattquerförderung evtl. mit Ueberladevorrichtung, Putzerwelle mit Gummischlegel, Nachköpfung mit Schleiftast- oder Radtastköpfer, evtl. zweite Putzerwelle.
- (2) Radtastköpfmaschine: Radtastköpfer, Blattlängsförderung, Blattquerförderung evtl. mit Ueberladevorrichtung bei sechsreihigen Maschinen, evtl. Putzerwelle.
- (3) Rodemaschine: Scheiben oder Polderschare, Siebsterne.
- (4) Lademaschine: Einzugskette, Siebband, Siebstern oder Reinigungsschnecke, Ladeband.
- (5) Rodelader.

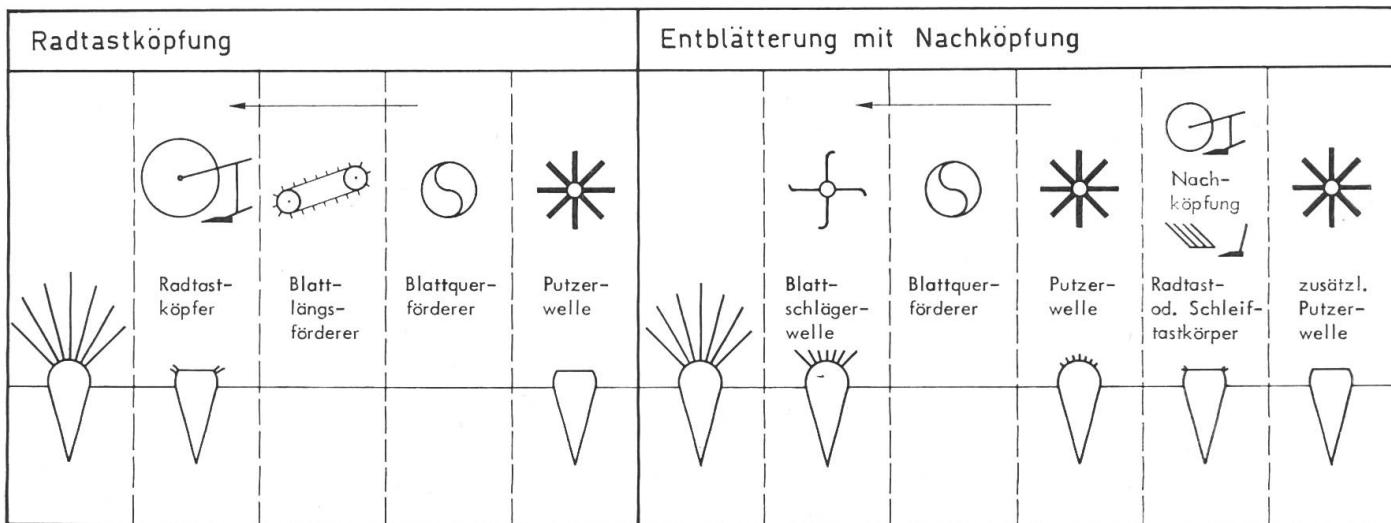


Abb. 13: Die einzelnen Arbeitselemente der beiden französischen Köpfssysteme.

benmasse zu verlieren und eine geringe Störungsanfälligkeit zu ermöglichen. Dies wird erreicht, indem die Blätter durch eine Häckslerwelle in gleicher Höhe bis auf die höchsten Rübenscheitel abgeschlagen, die Rübenköpfe intensiv mit Gummischlegeln bearbeitet, im Folgenden nur schwach mit Schleiftast- oder kleinen Radtastköpfen nachgekäpt und eventuell ein zweites Mal nachgereinigt werden. Eine Bergung des zerschlagenen Blattes ist hier nur im Ueberladeverfahren bei der zwei- und dreiphasigen Ernte möglich. Die bei der Nachköpfung anfallenden Rübenscheiben bleiben dabei auf dem Boden liegen und gehen der Verfütterung verloren.

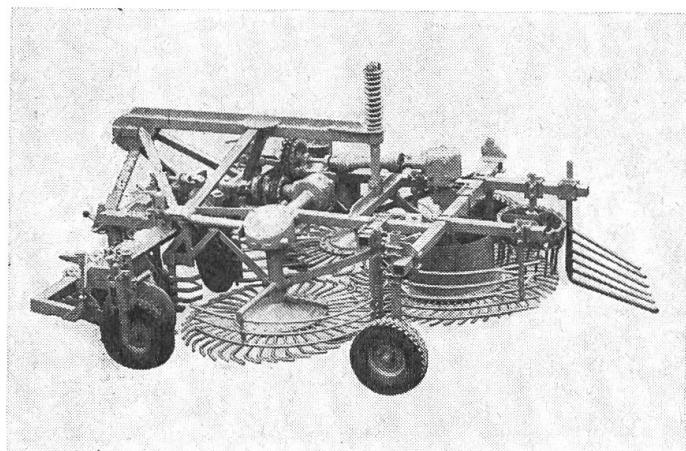


Abb. 14: Sechsreihiger Roder mit Scheibenscharen für das zwei- oder dreiphasige Ernteverfahren. Solche Maschinen gibt es auch mit seitensbeweglichen oder festen Polderscharen und mit nur zwei Siebrädern.

Damit die Blattablage beim **dreiphasigen** Verfahren immer auf das geordete Feld erfolgen kann, muss dem Köpfer spätestens nach einem Umgang der Röder folgen. Diese einfachen und übersichtlichen Maschinen (Abb. 14) geben die Rüben von den Scharen zu je drei Reihen auf einen Siebstern und legen sie nach der Reinigung in einen Längsschwad ab. Der Schwad kann unmittelbar danach oder auch später vom Lader aufgenommen, nachgereinigt und auf nebenherfahrende Wagen gefördert werden. Bei Fliessarbeit erfordert dieses Verfahren mindestens fünf Arbeitskräfte und fünf Traktoren.

Eine **zweiphasige** Ernte wird mit Frontköpfer und Heckroder am gleichen Traktor erreicht. Dadurch können eine Arbeitskraft, ein Traktor und eine Durchfahrt durch die noch stehenden Rüben eingespart werden. Bei sechsreihiger Ernte sind meistens Allradtraktoren ab zirka 70 kW (95 PS) mit Schmalreifen in Zwillingssmontage erforderlich.

Beim **einphasigen** Verfahren (Abb. 15) reduziert sich der Personal- und Maschinenaufwand weiter auf drei Arbeitseinheiten. Mit dem Rodelader an Stelle des Roders gelangen nun die Rüben direkt auf den nebenherfahrenden Wagen. Da sich Traktoren nur unter günstigsten Bedingungen für die schweren sechsreihigen Gerätekombinationen eignen, kommen hier eher selbstfahrende Köpfrodelader in Frage. Es handelt sich dabei um grosse Spezialgeräteträger (auf Wunsch mit Allradantrieb), die einen Anbau der gleichen Geräte (Köpfer und Roder) ermöglichen.

FAT-MITTEILUNGEN

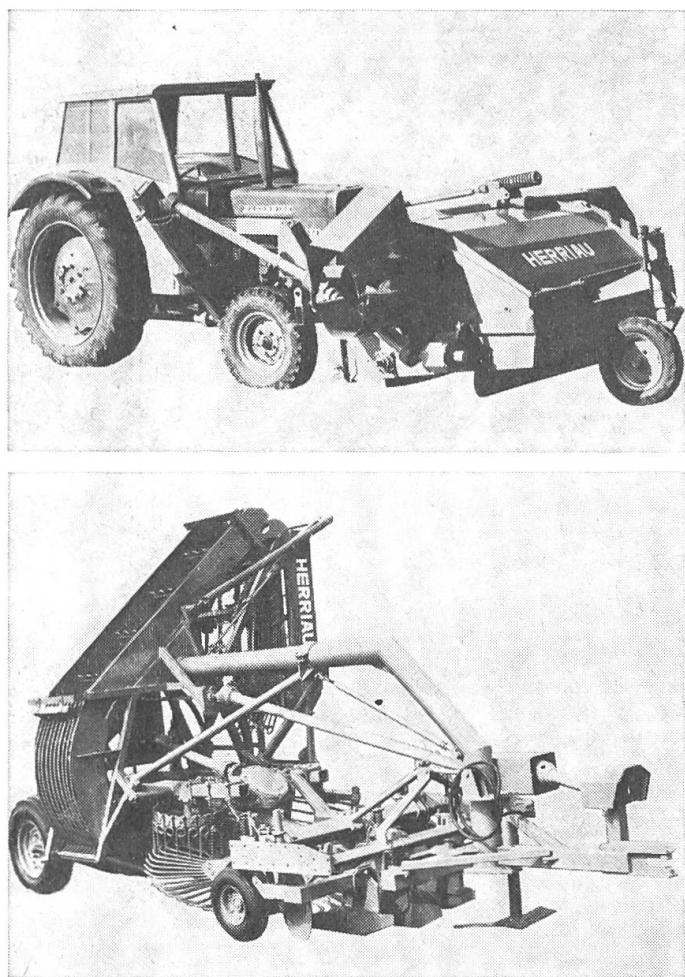


Abb. 15: Dreireihige Entblätterungsmaschine und Rodelader für das einphasige Ernteverfahren (Herriau).

Zu beachten ist, dass die Rüben sowohl beim einphasigen Verfahren wie auch beim Bunkerköpfroder nach dem Roden nicht mehr mit dem Boden in Berührung kommen. Dieser Umstand führte oft zur Annahme, es müsse dadurch eine geringere **Verschmutzung** resultieren. Die Praxis zeigt aber, dass gerade auf schweren, feuchten Böden sich eine **Schwadablage** günstig auswirken kann, sofern die Rüben einige Stunden liegen bleiben und abtrocknen können. Beim Nachreinigen und Laden lässt sich nun die Erde leichter abtrennen (Abbröckelung!) und absieben, zudem scheinen die Rüben widerstandsfähiger zu sein als bei direkter Bergung.

Auch den geteilten Ernteverfahren zuzuordnen sind ein dänischer **zweireihiger Rodelader und Bunkerroder** (Thyregod). Geköpft wird mit herkömmlichen Schlegelhäckseln oder einfachen drei- und sechs-

reihigen Radtastköpfen ohne Blattquerförderung und Putzervorrichtung. Bei Verwendung der letzteren Maschine im Frontanbau ergibt sich die Möglichkeit, die Blätter im gleichen Arbeitsgang zum Beispiel mit einem Kreiselschwader für den nachfolgenden Ladewagen zu schwaden. Bedingung hierfür sind wiederum schmale Reifen und gut aufeinander abgestimmte Spur- und Reihenweiten.

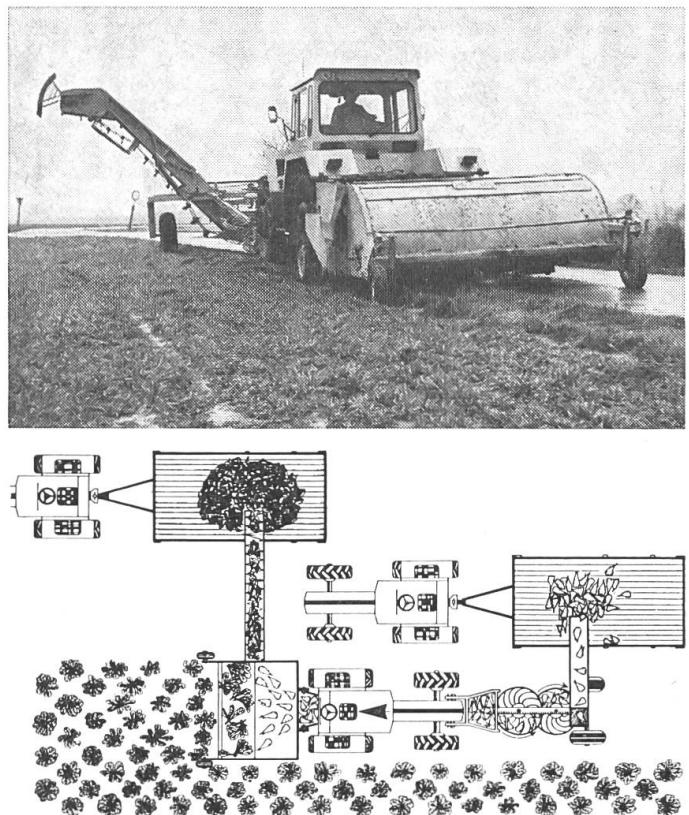


Abb. 16: Neues sechsreihiges Ertesystem (Kleine) mit einer Köpf-Rodeeinheit am Heck eines rückwärtsfahrenden Traktors der oberen Leistungsklasse. Geladen wird im gleichen oder in einem späteren Arbeitsgang.

Ferner soll noch in Abb. 16 und 17 auf zwei **neuere Entwicklungen** (Kleine, Schmotzer) hingewiesen werden, die aber im hiesigen Angebot bisher nicht enthalten sind. Mit beiden Systemen werden in konsequenter Weise etwa folgende Zielsetzungen angestrebt:

- a) «Rodern aus der Gare», das heisst, dass die noch stehenden Rüben weder beim Köpf- noch Rodevorgang mit Traktoren und Maschinen befahren werden müssen.

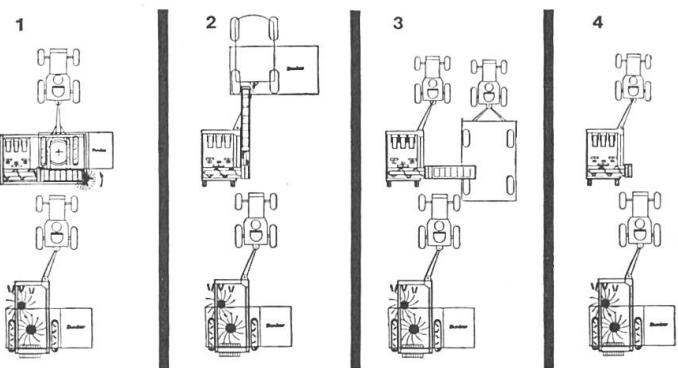
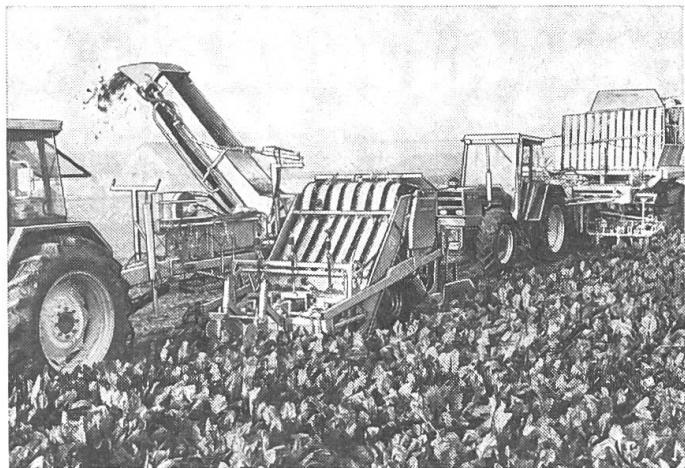


Abb. 17: Dreireihiges, geteiltes Erntesystem (Schmotz) mit vier verschiedenen Blattablagemöglichkeiten.

Fr./ha Erntekosten

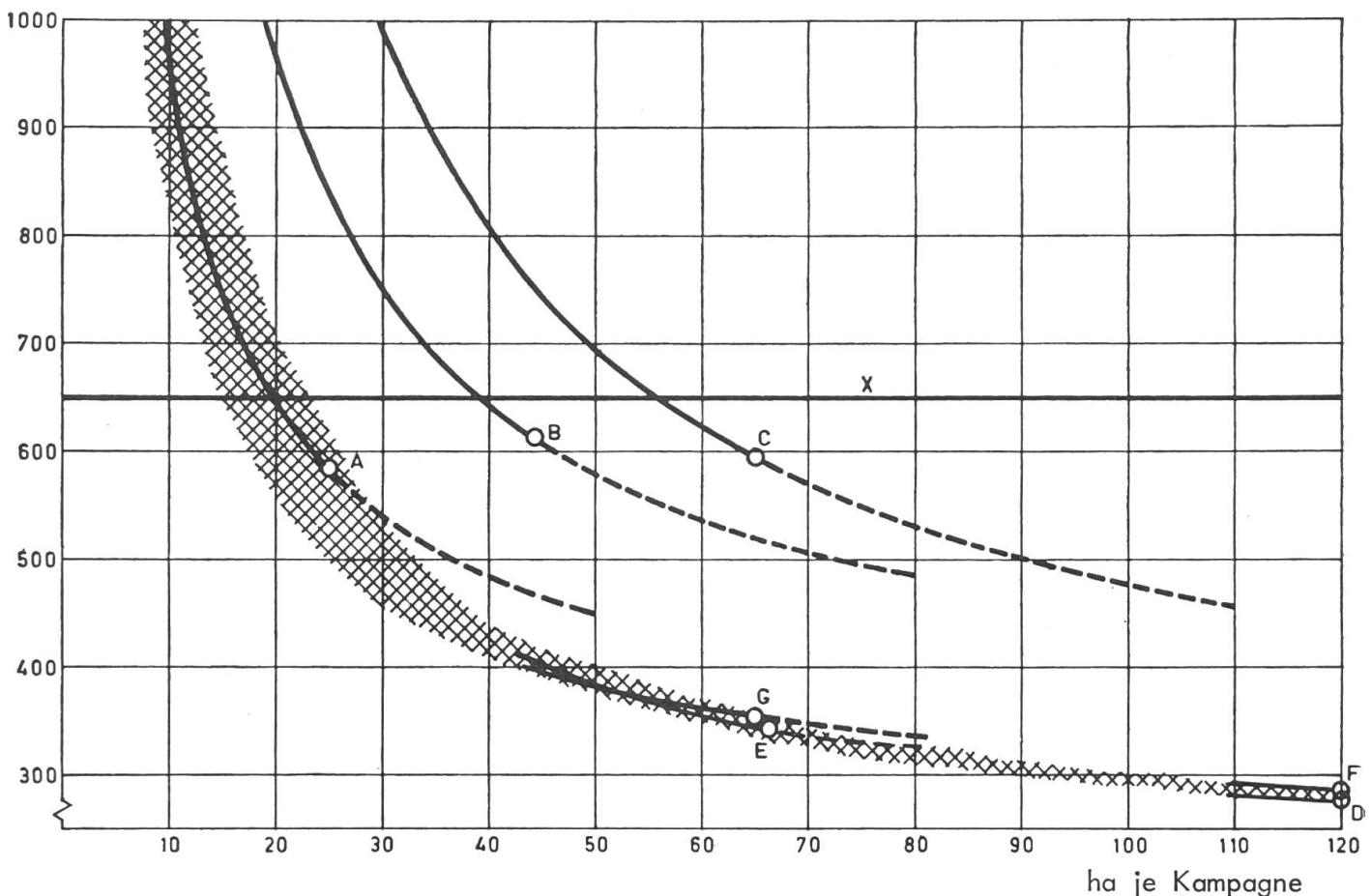


Abb. 18: Erntekostenvergleich verschiedener Verfahren in Abhängigkeit von der jährlichen Einsatzfläche.
Getroffene Annahmen: Stundenlohnansatz Fr. 10.50, Entschädigungsansatz für Traktoren und Anhänger nach FAT-Tarif.

- A = einreihiger gezogener Bunkerköpfroder
- B = zweireihiger gezogener Bunkerköpfroder
- C = dreireihiger selbstfahrender Bunkerköpfroder
- D = sechsreihiges dreiphasiges Verfahren
- E = dreireihiges zweiphasiges Verfahren

- F = sechsreihiges zweiphasiges Verfahren
- G = dreireihiges einphasiges Verfahren
- x = Lohnvergabe (einreihiger Bunkerköpfroder)
- o- Kosten bei 21 Einsatztagen

Tabelle 2: Arbeitswirtschaftliche Richtwerte und Anschaffungskosten verschiedener Ernteverfahren

Annahmen: Feldlänge 150 m, mittlere Arbeitsgeschwindigkeit bei Bunkerköpfrodern 5 km/h, übrige Maschinen 4 km/h, Langblatt-Längsschwadablage, Transport der Rüben bis Feldende, Schlagwechsel und Rüstzeiten nicht berücksichtigt.

Verfahren	Bunkerköpfroder			geteilte Verfahren (mit Radtastköpfung)				1-phasig ¹⁾ G
	gez. A	gez. B	Selbstf. C	3-phasig D	E	2-phasig F		
Arbeitsbreite in Reihen	1	2	3	6	3	6	3	
Arbeitseinheiten ²⁾	KRLT	KRLT	KRLT	K + R + L + 2T 35 + 50 + 35 + 2 x 45	KR + L + 2T 45 + 35 + 2 x 45	KR + L + 2T 70A + 35 + 2 x 45	KRL + 2T 50 + 2 x 45	
Traktorleistungen ab ...	kW	40	65 A	—				
Arbeitskräftebedarf	AK	1	1	5 (2-3)	4 (2-3)	4 (2-3)	3 (2)	
Tagesflächenleistungen (8h-Einsatz)		1,2	2,1	3,1	6,0 (3,0)	3,2 (2,1)	6,0 (3,0)	3,1
Arbeitsaufwand	AKh/ha	6,7	3,8	2,6	6,7 (6,7)	6,5 (6,5)	5,3 (5,3)	7,7 ³⁾
Kampagneleistungen bei 21 Einsatztagen	ha	25	44	65	126 (63)	67 (44)	126 (63)	65 ³⁾
Anschaffungskosten der Erntemaschinen	Fr.	40 000.—	80 000.—	135 000.—	53 000.—	46 000.— ⁴⁾	64 000.— ⁵⁾	35 000.— ⁴⁾
Anschaffungskosten auf 1 ha Kampagne-Leistung	Fr.	1 600.—	1 800.—	2 100.—	420.— (840.—)	690.— (1050.—)	510.— (1020.—)	540.—

() = bei absätziger Arbeitsweise, übrige Werte bei Fliessarbeit

¹⁾ nur für leichtere Böden zu empfehlen

²⁾ K = Köpfen, R = Roden, L = Laden, T = Transport

³⁾ inkl. Wartezeiten der beiden Transportfahrzeuge

⁴⁾ inkl. Fr. 5500.— für Frontanbau

⁵⁾ inkl. Fr. 7000.— für Frontanbau und Fr. 4000.— für Zwillingsbereifung

- b) Hochwertige Futterqualität durch Blattbergung im Ueberlade- oder Bunkerfahren.
- c) Geringer Personalbedarf durch Reduktion der Arbeitseinheiten.

6. Verfahrensvergleich

In Tabelle 2 und Abb. 18 sind die wichtigsten arbeitswirtschaftlichen Daten, der Kapitalaufwand sowie die gesamten Erntekosten je Hektar, in Abhängigkeit der jährlichen Einsatzfläche bei verschiedenen Ernteverfahren aufgezeigt. Hierzu mussten zum Teil Annahmen zugrunde gelegt werden, von denen die in der Praxis erzielbaren Werte, je nach den örtlichen Gegebenheiten, mehr oder weniger abweichen können.

Um für alle Verfahren gleiche Ausgangsbedingungen zu erhalten, wurde der Rübentransport bis zum Feldende und die Langblatt-Längsschwadablage vorausgesetzt. Aus diesen Darstellungen können folgende allgemeine Schlüsse gezogen werden:

Bunkerköpfroder erfordern einen vergleichsweise hohen Kapitalbedarf je Hektar Kampagneleistung. Für deren Einsatz wird aber nur eine Arbeitskraft benötigt. Ist der Arbeitsaufwand beim Einreicher etwa gleichzusetzen wie bei den geteilten Ernteverfahren, so wird er bei mehrreihigen Bunkerköpfroder stark reduziert. Ein kostengünstiger Einsatz mehrreihiger Bunkerköpfroder bedingt aber hohe jährliche Kampagneleistungen, was dank der grossen Flexibilität meistens möglich ist. Je höher die Lohnkosten (in der Regel über Fr. 10.50 / Stunde!) bewertet werden müssen, desto interessanter werden diese Verfahren. Geteilte Ernteverfahren werden durch hohe Schlagkraft und relativ geringe Anschaffungskosten gekennzeichnet. Auch wenn nicht die volle Kapazität ausgenutzt wird, ist die Wirtschaftlichkeit noch vertretbar. Dadurch bietet sich verhältnismässig viel Spielraum, um nur die günstigeren Witterungsperioden für Erntearbeiten auszunutzen. Der hohe Personal- und Traktorenbedarf setzt eine gute Organisation und meist eine überbetriebliche Zusammenarbeit voraus. Für einen sicheren Transport der Rüben ans Feldende sind auf wenig tragfähigen Böden Heckkipper mit grosser Vorlastigkeit erforderlich. Der AKh-Bedarf für den Schlagwechsel und Stras-

sentransport ist um ein Mehrfaches höher als bei Bunkerköpfrodern. Die Schläge sollten daher möglichst gross sein und vor allem nahe beieinander liegen.

Bei den Ueberlegungen, welches Ernteverfahren sich für den Einzelbetrieb und die überbetriebliche Verwendung am nutzbringendsten einsetzen lässt, sollte jedoch immer die **Arbeitsqualität** im Vordergrund stehen. Denn trotz der bekannten Vorzüge des Bunkerköpfroders treten heute in vielen Fällen Ernteverluste in der Höhe der gesamten Erntekosten auf. Zu beachten ist auch, dass mit der Verbreitung des Vollernteverfahrens immer höhere Schmutzanteile resultieren, die unsere Zuckerfabriken vor schwer lösbare Probleme stellen könnten.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.-. Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.

7. Typenübersicht Zuckerrübenerntemaschinen

(Ausführliche Typentabelle in FAT-Blätter für Landtechnik Nr. 139)

Maschinenart	Reihen- zahl	Marke, Typ S = Selbstfahrer	Grundpreis sFr.	General- vertretung	Maschinenart	Reihen- zahl	Marke, Typ S = Selbstfahrer	Grundpreis sFr.	General- vertretung	
Bunker- köpfroder	3	Herriau AM3 S	135 500.—	Favre, Payerne	Blatt- schläger mit Nachköpfung	3	Moreau ET3R	12 750.—	Grunder, Lucens	
	1	Schmotzer BK300	36 855.—	Ferronord, Yverdon		4–6	Moreau E30	23 500.—		
	1	Schmotzer BK400	40 051.—	Fried, Koblenz		3	Herriau E3	12 200.—		
	1	Fried BK450F	43 000.—	Fried, Koblenz		6	Herriau E6	15 500.—		
	1	Kleine 3000	37 800.—	Matra, Zollikofen		3	Herriau A3	8 800.—	Favre, Payerne	
	1	Kleine 5000	41 100.—			5–6	Herriau A6	9 200.—		
	1	Kleine 5002	46 600.—			6	Herriau Score	18 500.—		
	2	Kleine 8000	80 650.—			3	Moreau AS3R	9 300.—		
	1	Kleine 10000	59 600.—			4–6	Moreau AS350	15 350.—	Grunder, Lucens	
Radtast- köpfer	1	Rossi 500CRC	33 250.—	Müller, Bättwil	Rüben- Schwad- lader	–6	Moreau CN10	22 700.—		
	1	Rossi 1350CRCR S	56 250.—			–6	Moreau CN20	24 900.—		
	1	Italo- 170CC S	70 500.—			–6	Herriau Standard	15 500.—		
		Svizzera 77 S	77 000.—			–6	Herriau Europe	18 600.—	Favre Payerne	
	1	Stoll V35	39 890.—			–6	Herriau Alpha	26 700.—		
	1	Stoll V50	42 900.—	VLG, Bern	Rodelader	3	Herriau AC3	17 340.—		
	1	Stoll V2B35	48 360.—			2	Thyregod Lift up	5 300.—	Griesser, Andelfingen	
	3	Fontani SSR/3	2 995.—		Bunkerroder	2	Thyregod T4	21 060.—		
	6	Fontani SSR/6	5 320.—	Griesser, Andelfingen	Köpfrode- lader	4–7	Moreau AT62 S	auf Anfrage	Grunder, Lucens	
	3	Moreau DR3R	12 450.—							
	4–6	Moreau DR25	18 200.—							