

Schlussbericht

zum Vorhaben:

„Literatursammlung und –auswertung zur Erntetechnologie
von Arznei- und Gewürzpflanzen“

Förderkennzeichen: 22009802

Zuwendungsempfänger: Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller
e.V. (FAH)
Kranzweiherweg 10
53489 Sinzig
Tel.: 02642/9083713
Fax.: 02642/983720

Laufzeit: 01. Dezember 2002 bis 31. Juli 2003

Forschungsstelle: Dr. Stefan Zimmer
Wiesenweg 7, 53121 Bonn

Professor Joachim Müller
Wageningen University and Research Centre,
Wageningen (Niederlande)

Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen

Inhaltsverzeichnis:	Seite
1 Einleitung	1
2 Allgemeiner Teil	3
2.1 Ernterelevante Pflanzenorgane bei Arznei- und Gewürzpflanzen	3
2.2 Parameter der Erntequalität	4
2.3 Verfahrenskennwerte bei der Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen	5
3 Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen	8
3.1 Samenernte	8
3.2 Blütenernte	19
3.3 Krauternte	31
3.4 Wurzelernte	48
3.5 Fruchternte	58
4 Optimierungsbedarf bei der Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen	61
5 Anhang	
6 Literaturverzeichnis	

Verzeichnis der Tabellen:	Seite
Tab. 1: Spektrum ernterelevanter Pflanzenorgane bei einigen Arznei- und Gewürzpflanzen	3
Tab. 2: Kennwerte der Mähdruschernte von ausgewählten Körnerdrogen	11
Tab. 3: Mähdreschereinstellungen ausgewählter Körnerdrogen	12
Tab. 4: Kennwerte ausgewählter Blütenpflückmaschinen	20
Tab. 5: Einfluss des Zinkenabstandes innerhalb der Zinkenreihe auf die Pflückqualität bei Kamille	26
Tab. 6: Einfluss der Fahrgeschwindigkeit und der Trommeldrehzahl auf die Pflückqualität bei Kamille	27
Tab. 7: Vergleich der Pflückmaschine Linz III und Hege bei der Ernte von Kamille	28
Tab. 8: Vergleich der Pflückmaschinen Linz III und Hege bei der Ernte von Ringelblume	29
Tab. 9: Kennwerte der Blütendrogen Kamille und Ringelblume	30
Tab. 10: Kennwerte ausgewählter Erntemaschinen für die Krautdrogen-ernte	35
Tab. 11: Kennwerte der Krauternte von ausgewählten Krautdrogen	47
Tab. 12: Kennwerte ausgewählter Roder für die Wurzelernte	49
Tab. 13: Kennwerte der Wurzelernte von ausgewählten Wurzeldrogen	55
Tab. 14: Artspezifische Fruchtarten von Wildfruchtarten	58
Tab. 15: Verfahrenskennwerte der maschinellen Wildfruchternte	59
Tab. 16: Kennwerte der Hagebuttenernte mit der Johannisbeerernte-technik	60

Verzeichnis der Abbildungen:

Abb. 1: Baugruppen eines selbstfahrenden Mähdreschers	8
Abb. 2: Tangential-Dreschsystem und Axial-Dreschsystem	9
Abb. 3: Tangentialmähdrescher bei der Gelbsenfernte	10
Abb. 4: Ertrag und Gehalt an ätherischem Öl von Fenchel bei Schwad- und Mähdrusch zu unterschiedlichen Ernteterminen	13

	Seite
Abb. 5: Einfluss der Dreschtrommeldrehzahl und der Dreschkorbeinstellung auf den Stielchenanteil von einjährigem Kümmel (Mähdrescher E 512)	15
Abb. 6: Pflückkämme für die Handernte der Kamille	19
Abb. 7: Pflücktrommel der LINZ III	21
Abb. 8: Baugruppen der Martinov-Kamillenerntemaschine	22
Abb. 9: Kurvenbahn der Pflückzinken bei der Martinov Kamillenerntemaschine	22
Abb. 10: Selbstfahrende Kamillenpflückmaschine VZR 4	23
Abb. 11: Pflücktrommel des Hege-Kamillenpflückers	24
Abb. 12: Pflücksystem eines selbstgebauten Blütenernters	25
Abb. 13: Bauarten der Balkenmähwerke	31
Abb. 14: Bauarten der rotierenden Mähwerke	32
Abb. 15: Schematische Darstellung des Gutstromes beim Grünguternter mit geringer Schnittbreite und mit großer Schnittbreite	33
Abb. 16: SuperCut 2000 NT bei der Ernte von Sonnenhut	36
Abb. 17: Mähbus 900	37
Abb. 18: Mählander De Pietri FR 40 DT/S bei der Ernte von Sonnenhut	38
Abb. 19: Schematische Darstellung des verbesserten Grünguternters Hege 212	40
Abb. 20: Mähaggregat des Bergfrauenmantelernters	41
Abb. 21: Skizze des zum Grünguternter umgebauten Mähdreschers Fahr M 88	44
Abb. 22: Arbeitsleistung des zum Grünguternter umgebauten Mähdreschers Fahr M 88	45
Abb. 23: Schwingsiebroder, System Kuxmann	49
Abb. 24: Siebkettenroder, Fortschritt E 650 B	50
Abb. 25: Funktionsskizze Niewöhner Wühlmaus RSR 850	51
Abb. 26: Schematische Darstellung Weihenstephaner Wippscharroder	51
Abb. 27: Bärtschi-Fobro Beetroder, System Weihenstephan	52
Abb. 28: Biotechnische Kenngrößen von ausgewählten Wurzelndrogen	54
Abb. 29: Skizze einer erntereifen Meerrettichpflanze	57
Abb. 30: Funktionsprinzip der Wildfruchterntemaschine-HUB	59

1 Einleitung

Das Ziel des Projekts „Literatúrauswertung zur Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen“ besteht in der Sammlung und Verdichtung von Publikationen und sogenannter „Grauer Literatur“ im Bereich der Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen. Hierbei handelt es sich um in der Praxis empirisch erworbene Kenntnisse und Erfahrungen zur Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen, die selten in der Fachliteratur publiziert werden, jedoch häufig wertvolle Anregungen für den Einsatz in der Praxis bzw. Grundlagen für erforderliche systematische Untersuchungen darstellen können.

Da der heimische Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen mittelfristig nur bestehen kann, wenn er zu Weltmarktpreisen (oder geringfügig darüber) produziert, kommen insbesondere solchen technischen (Weiter-)Entwicklungen eine große Bedeutung zu, die zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit oder zu einem Know-how-Vorsprung im Sinne eines Alleinstellungsmerkmals führen. Gerade ein Hochlohnland wie Deutschland ist dabei auf eine leistungsfähige und sich stetig weiterentwickelnde Technik angewiesen. Kleineren wie auch größeren Verbesserungen im Bereich der Erntetechnik kommt dabei eine besondere Rolle zu, da dieser Arbeitsbereich zum einen sehr personalintensiv ist, zum anderen aber auch unter hohem Zeitdruck steht, da die einmal geerntete Ware umgehend weiterverarbeitet werden muß. Im übrigen kann in keinem anderen Schritt der Verarbeitung die Qualität der bis dahin produzierten Ware so entscheidend reduziert werden wie durch eine unsachgemäße Erntetechnik. Somit kommt der Erntetechnologie eine entscheidende Funktion in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Qualität im Anbau und in der nachfolgenden Verarbeitung zu.

In der Fachliteratur sind Publikationen über technische Entwicklungen zur Mechanisierung der Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen nur spärlich zu finden. Insbesondere die Anpassung gängiger Maschinen erfolgt im praktischen Einsatz vor Ort und die hieraus gewonnenen Ergebnisse werden nur selten publiziert, obwohl gerade diese empirisch gewonnenen Ergebnisse eine wertvolle Anregung für den Einsatz in der Praxis bzw. für erforderliche systematische Untersuchungen darstellen können. Dies hat zur Folge, dass Entwicklungen oftmals an verschiedenen Stellen mehrfach durchgeführt werden bzw. auch erfolgreich abgeschlossene Maßnahmen keinen Eingang in die allgemeine Praxis des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus

finden. Diese Lücke soll in dem vorliegenden Projekt geschlossen werden, indem an verschiedenen Forschungseinrichtungen das nicht offiziell publizierte Fachwissen zur Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen gesammelt, verdichtet und publiziert wird, so dass die entsprechenden Informationen allgemein zugänglich sind. Durch das Projekt sollen Entwicklungen im Bereich Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen einen Eingang in die allgemeine Praxis des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus finden.

Die Sammlung des publizierten und nicht offiziell publizierten Fachwissens, dessen Veröffentlichung und Archivierung in einer zentralen Datenbank bietet die Möglichkeit, dass Anbauer und Forschungsanstalten auf bereits vorhandenes Wissen zurückgreifen können. Diese Vernetzung von praktischen Erfahrungen der Anbauer und wissenschaftlichen Erkenntnissen der einzelnen Versuchsanstalten bildet gleichzeitig die Basis für weitere technische Entwicklungen zur Mechanisierung von Arznei- und Gewürzpflanzen, die gerade in einem Hochlohnland wie Deutschland zum Fortbestand und zur Wirtschaftlichkeit des heimischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus wesentlich beiträgt.

2 Allgemeiner Teil

2.1 Ernterelevante Pflanzenorgane bei Arznei- und Gewürzpflanzen

Arznei- oder Heilpflanzen enthalten sekundäre Inhaltsstoffe mit meist bekannter pharmakologisch spezifischer Wirkung in verwendbaren Konzentrationen (26). Zu den wichtigsten sekundären Inhaltsstoffen zählen Bitter- und Scharfstoffe, ätherische Öle, Schleimstoffe, Flavonoide, herzwirksame Glykoside und Gerbstoffe (89).

Gewürzpflanzen sind wegen ihres Gehalts an besonderen Stoffen geeignet, Speisen einen angenehmen, Appetit anregenden Geschmack und vielfach auch Geruch zu verleihen (19).

Die Inhaltsstoffe der Arznei- und Gewürzpflanzen sind in unterschiedlichen Pflanzenteilen konzentriert, so dass ein breites Spektrum zu beerntender Pflanzenorgane vorliegt (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Spektrum ernterelevanter Pflanzenorgane bei einigen Arznei- und Gewürzpflanzen

Pflanzenorgan		Beispiel
Wurzel	<i>radix</i>	Baldrian, Brennessel
Wurzelstock	<i>rhizoma</i>	Kalamus, Ingwer
Zwiebel	<i>bulbus</i>	Knoblauch
Kraut	<i>herba</i>	Thymian, Pfefferminze, Zitronenmelisse
Blatt	<i>folium</i>	Pfefferminze, Salbei
Blüten	<i>flores</i>	Kamille, Malve, Ringelblume
Blütengriffel	<i>stigma</i>	Safran
Frucht	<i>fructus</i>	Hagebutte, Sanddorn
Samen	<i>semen</i>	Fenchel, Lein, Mariendistel, Senf
Rinde	<i>cortex</i>	Chinarinde
Holz	<i>lignum</i>	Sandelholz

Wie aus **Tabelle 1** zu entnehmen ist, unterscheiden sich die ernterelevanten Pflanzenorgane der Arznei- und Gewürzpflanzen in ihrem Spektrum wesentlich von den landwirtschaftlichen Hauptkulturen. Daher ist für viele Drogenarten, wie z. B. Blüten oder Rinden, keine Technik aus dem Bereich des Marktfruchtanbaus und der Grünlandwirtschaft verfügbar. Aber selbst der Einsatz von Erntetechnik für die Ernte

gängiger Pflanzenorgane wie Kraut, Samen oder Wurzeln gestaltet sich aufgrund der Heterogenität und Formenvielfalt der Arznei- und Gewürzpflanzen äußerst schwierig (77).

Die einzelnen Pflanzenarten innerhalb einer Drogengruppe weisen sehr große Unterschiede in den verschiedenen Ertragsparametern auf. So hat z.B. die Körnerdroge Mariendistel eine TKM von 22 – 35 g, einen Ertrag von 8 – 25 dt/ha und eine Kornfeuchte von 30 – 35%. Der Mohn – ebenfalls eine Körnerdroge - hat hingegen eine TKM von 0,3 – 0,7 g, einen Ertrag von 4 – 16 dt/ha und eine Kornfeuchte von 9 -15% (19, 46, 87,114).

Arznei- und Gewürzpflanzen sind meist noch wenig züchterisch bearbeitet und weisen selbst innerhalb einer Art in den zu beerntenden Pflanzenorganen große Varianzen auf. Zu den Hauptproblemen zählen hierbei die ungleichmäßige Abreife und Ausprägung der Ernteorgane, ein inhomogener Erntehorizont, eine erhöhte Ausfallneigung sowie die Lagerbildung (92).

2.2 Parameter der Erntequalität

Die Qualität von Arznei- und Gewürzpflanzen ist im wesentlichen durch die äußeren Merkmale (Identität, Reinheit, Aussehen, Geruch und Geschmack) und die inneren Merkmale (wertgebende Inhaltsstoffe, unerwünschte Begleitstoffe) geprägt (19). Die Qualitätsanforderungen an die einzelnen Pflanzenarten sind meist sehr spezifisch und in den Arzneibüchern oder in Abnahmeverträgen der verarbeitenden Industrie festgelegt.

Manche dieser Qualitätsmerkmale unterliegen dem Einfluss von Standort, Witterung, etc. und sind nicht direkt vom Anbauer steuerbar. Andere Kriterien können hingegen teilweise durch Anbau- und Verarbeitungsmaßnahmen direkt beeinflusst werden.

Auch die Erntetechnologie hat einen Einfluss auf die Qualität. Folgende Parameter sind bei der Bewertung einer Erntetechnologie zu beachten:

- Beschädigung des Erntegutes
- Verunreinigung des Erntegutes
- Ernte unerwünschter Pflanzenteile

Beschädigungen des Erntegutes können z. B. durch Quetschungen der Einzugsorgane und Transporteinrichtungen innerhalb der Erntemaschine, durch

einen unsachgemäßen Schnitt oder durch falsch eingestellte/ungeeignete Maschinen entstehen. Dies hat zur Folge, dass sich das Erntegut verfärbt, Inhaltsstoffe austreten können (in Form von Säften, Verflüchtigungen, Bröckelverluste), es zu einer schnelleren Erwärmung kommt und somit die Gefahr einer mikrobiologischen Kontamination besteht.

Bei dem Ernteprozess selbst kann das Erntegut z.B. durch einen zu tiefen Schnitt mit Bodenpartikeln verschmutzt werden. Ein Ernteverfahren mit Feldtrocknung oder Schwadddrusch birgt eine zusätzliche Verschmutzungs- und Kontaminationsquelle. Durch unsachgemäß gereinigte und technisch nicht einwandfreie Erntemaschinen kann das Erntegut innerhalb der Maschine mit Ernterückständen, Keimen, Ölen und Rost belastet werden (88, 95).

Ist die eingesetzte Technik für die zu beerntende Kultur nicht geeignet oder schlecht eingestellt/abgestimmt, so können bei der Ernte unerwünschte Pflanzenteile (z.B. Stängel bei der Blüterernte) in das Erntegut gelangen. Dies hat zur Folge, dass Inhaltsstoffgehalte absinken, die Weiterverarbeitung erschwert wird und die Kosten (z.B. für Trocknung) steigen.

Bei der Bewertung der ökonomischen Verfahrensleistung einer Erntetechnik sind im wesentlichen folgende Erntequalitätsmerkmale zu nennen:

- Verluste durch nicht erfasstes Erntegut
- Verluste durch ausgeworfenes Erntegut
- Beschädigung der Stammpflanze

Derzeit gibt es keine Konventionsmethoden zur systematischen Messung/Erfassung der Erntequalität, und es fehlen bei den meisten Erntemaschinen detaillierte Angaben zu den angesprochenen Qualitätskriterien. Diese Informationen werden jedoch dringend bei der Wahl und der Optimierung eines Ernteverfahrens benötigt (77).

2.3 Verfahrenskennwerte der Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen

Die betriebswirtschaftliche Bewertung des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen stellt das letztendlich entscheidende Kriterium für die erfolgreiche Durchführung dieses speziellen Anbauzweiges dar (16). Das Kuratorium für Technik und

Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) hat für zwölf ausgewählte Arznei- und Gewürzpflanzenarten eine betriebs- und arbeitswirtschaftliche Datensammlung erstellt, welche die Grundlage für eine einheitliche Vorgehensweise bei betriebswirtschaftlichen Berechnungen bildet (58).

In solche Berechnung fließen natürlich auch die Verfahrenskennwerte der Ernte mit ein. Daher ist es wichtig, dass für die eingesetzten Erntetechniken folgende Informationen vorliegen:

- Flächenleistung [ha/h]
- Durchsatz [dt/h]
- Arbeitszeitbedarf [Akh/ha]
- fixe und variable Maschinenkosten [€/ha]

Die Flächenleistung einer Erntemaschine ist von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen wird sie von der Maschinengröße (Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit, Leistung) bestimmt, zum anderen spielen die Gegebenheiten auf der Ernteparzelle, wie z.B. Witterung, Schlaggröße, -länge, Verunkrautung, Feuchte des Erntegutes und die anfallende Erntemenge eine wesentliche Rolle.

Diese Faktoren beeinflussen auch den Durchsatz der Erntemaschinen. Der Durchsatz ist des Weiteren stark abhängig von der zu beerntenden Kultur. So werden z.B. bei Ysop zwischen 60 und 90 dt/ha FM pro Schnitt geerntet, im Vergleich hierzu liegen die Frischmasseerträge bei der Pfefferminze bei bis zu 250 dt/ha/Schnitt (19, 23, 66).

Gerade in einem Hochlohnland wie Deutschland ist der Arbeitszeitbedarf einer Erntetechnik von besonderem Interesse und sollte möglichst gering ausfallen. Diese Größe ist im wesentlichen von der Flächenleistung der Erntemaschine abhängig, aber auch von der Erntemethode. So wird z. B. für die Krauternte bei einem selbstfahrenden Grünguternter mit Bunker eine Arbeitskraft für die Ernte benötigt, hingegen werden bei der Ernte mit einem Mähader mit Überladeband und parallel fahrendem Erntegutanhänger mindestens zwei Personen benötigt. Es ist aber zu beachten, dass letztere Methode eine höhere Schlagkraft aufweist und der Arbeitskraftbedarf pro ha unter dem der ersten Methode liegen kann.

Die Kosten für ein Ernteverfahren setzen sich aus den fixen und variablen Kosten der Erntemaschinen zusammen. Die festen Kosten enthalten die Abschreibung (in Abhängigkeit vom Anschaffungspreis) und evtl. bei selbstfahrenden Erntemaschinen die Versicherungskosten (z.B. Haftpflicht). Die veränderlichen Kosten setzen sich

aus den Reparatur- und Betriebsmittelkosten (z.B. Energiebedarf, Schmierstoffe, Bindegarn, etc.) zusammen (43, 116).

Weitere Aspekte für die Bewertung von Erntetechnologien sind der Arbeitsschutz, die Bedienungsfreundlichkeit, die Wartungsfreundlichkeit und der Kundenservice.

3 Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen

3.1 Samenernte

Für die Ernte der Samen/Körnerdrogen werden aus dem Marktfruchtanbau bekannte Mähdruschsysteme eingesetzt. Hier steht ein breites Angebot von Mähdruschertypen verschiedener Hersteller zur Verfügung (19, 46). Die Bauart/Funktionsweise der einzelnen Typen unterscheiden sich bis auf das Dreschwerk nicht wesentlich voneinander. Daher werden an dieser Stelle nicht die einzelnen Maschinentypen der Hersteller näher erläutert, sondern nur das Funktionsprinzip des Standardmähdruschers dargestellt.

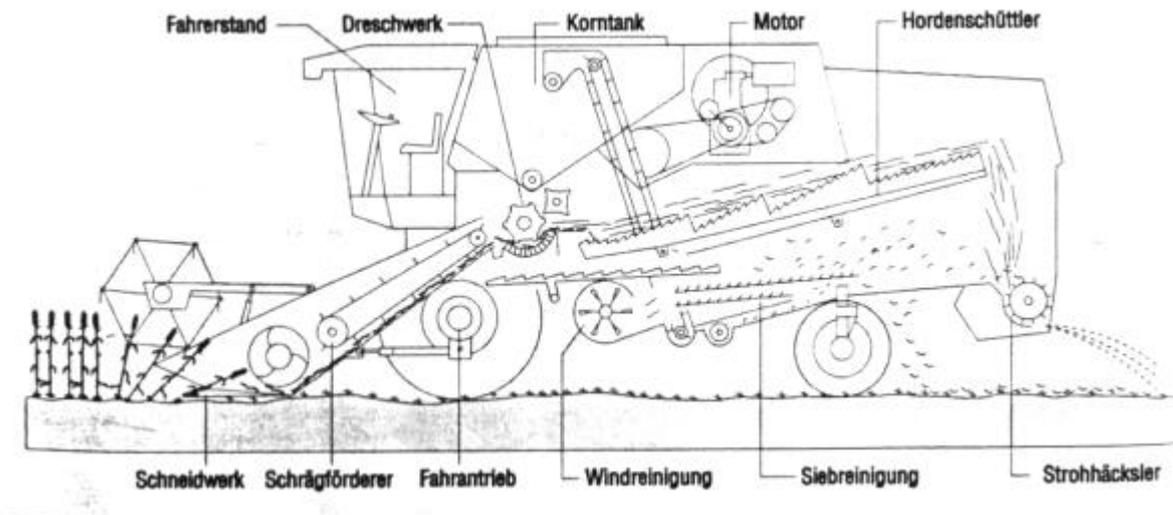


Abbildung 1: Baugruppen eines selbstfahrenden Mähdruschers (Quelle: 6)

Die Arbeitsweise ist bei fast allen konventionellen Mähdruschern gleich. Das geschnittene Erntegut gelangt über eine Fördereinrichtung in die Dreschtrommel, in welcher zwischen Schlagleisten und Dreschkorb der Drusch erfolgt. Ein sauberer Ausdrusch ist von der richtigen Umfangsgeschwindigkeit der Trommel und dem richtigen Abstand zwischen den Schlagleisten und den Korbleisten abhängig. Das Dreschwerk kann durch Veränderung der Dreschtrommeldrehzahl und des Abstandes der Trommel zum Dreschkorb auf die unterschiedlichen Druschfrüchte eingestellt werden (6, 22, 27).

Beim Dreschwerk wird grundsätzlich zwischen zwei Bauarten unterschieden. In dem vorherrschenden Tangential-Dreschwerk wird das Erntegut tangential zum Tommelumfang, beim Axial-Dreschwerk in axialer Richtung über den Dreschkorb geführt (**Abbildung 2**) (6, 22, 27).

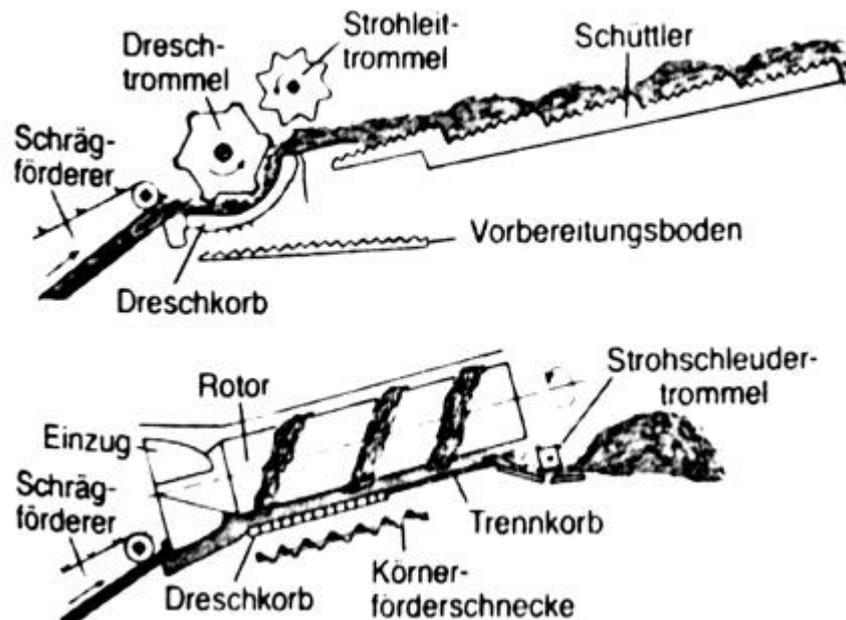


Abbildung 2: Tangential-Dreschsystem (oben) und Axial-Dreschsystem (unten)
(Quelle: 6)

Bei den Tangential-Dreschsystemen steht für das Dreschen und Abtrennen der Körner nur eine kurze Strecke (1/3 bis 1/4 des Trommelumfangs) im Dreschwerk zur Verfügung. Während hier das Erntegut nur einmal über die Korb-Abscheidefläche geleitet wird, geschieht dies beim Axialdrusch bis zu achtmal. Die Kornabscheidung vom Stroh durch den Dreschkorb ist beim Axialdrusch besser und daher sind Axialmähdrescher leistungsfähiger. Diese Mähdrescher sind jedoch sehr teuer in der Anschaffung und haben hohe Treibstoffkosten. Außerdem gibt es bei feuchtem Langstroh Probleme mit Verwicklungen und Verstopfungen (6, 22, 27).

Nach dem Drusch fallen die Körner durch den Dreschkorb auf ein Sieb und werden mit Wind gereinigt. Die Reinigung kann durch die Variation der Windstärke und der Siebgröße auf die entsprechenden Gegebenheiten eingestellt werden. Das Erntegut gelangt nach der Reinigung in den Korntank und wird von dort aus auf Transportfahrzeuge übergeben (6, 22, 27).

Das ausgedroschene Stroh gelangt zur Restkornabscheidung auf die Schüttler und wird anschließend auf Schwad abgelegt oder gehäckselt (6, 27).

Durch die verschiedenen Einstellmöglichkeiten ist der Mähdrescher ein echter "Allesdrescher" und auch für den Drusch von Körnerdrogen geeignet (43, 113). Für die Ernte der Körnerdrogen werden in Deutschland hauptsächlich Tangentialmähdrescher eingesetzt. Dies ist zum einen historisch begründet, zum anderen sind sie kostengünstiger und kommen eher mit ungünstigen Erntebedingungen (z.B. nicht ausgereiftes Stroh) zurecht.

Allerdings bringt der Mähdrusch von Körnerdrogen die für Kulturen mit niedrigem Züchtungsstand typischen Probleme mit sich. Als wichtigste sind zu nennen:

- ungleiche Abreife
- Ausfallneigung
- Lagerbildung
- Unkrautbesatz
- inhomogener Erntehorizont
- Rieserverluste



Abbildung 3: Tangentialmähdrescher bei der Gelbsenfernte (Quelle: Müller)

Die Eignung einer Körnerdroge für einen Mähdrusch hängt von der Ausfallfestigkeit der Art bzw. Sorte, von der Abreife der Samen- und Fruchtstände und der Beschaffenheit des Laubes / der Stängel zum Zeitpunkt der Ernte ab (19). Meist ist das Kraut der Körnerdrogen zum Zeitpunkt der Samenreife noch nicht abgestorben und deshalb feucht. Dies bereitet beim Mähdrusch aus dem Stand erhebliche Probleme, wie z.B. durch Trommelwickler oder Verstopfungen auf den Reinigungselementen. Daher sollte der Bestand bei möglichst hoher Stoppel beerntet werden. Eine weitere Möglichkeit der Ernteerleichterung ist das Totspritzen der Bestände mit geeigneten Mitteln (z.B. Glyphosat) oder die Beerntung nach der ersten Frostperiode, da dann das Kraut abgestorben ist (1, 20, 51).

Für manche Kulturen ist der Schwaddrusch eine Alternative zum Mähdrusch. Das Erntegut wird zunächst gemäht, auf Schwad abgelegt und einige Tage nachgetrocknet. Anschließend wird das Erntegut mit einer speziellen Pick-up vom Mähdrescher aufgenommen und gedroschen (56). Diese Methode birgt jedoch neben den witterungsbedingten Verlusten als zusätzliche Gefahrenquellen Schimmelbildung und Verunreinigung (75)

Tabelle 2: Kennwerte der Mähdruschernte von ausgewählten Körnerdrogen

	Samenhorizont cm	Ertrag dt/ha	TKM g	Feuchtegehalt %	Literatur
Buchweizen		10 – 22	19 – 27		19,46, 55, 114
Crambe		15 – 22			114
Engelwurz		10 - 12	2 – 5		19
Fenchel	30 – 220	5 – 28	3,5 – 7	21 - 61	12, 32, 41, 46, 75, 91
Koriander	55 – 140	13 – 24	4 – 10	19 – 27	46, 96, 114
Kümmel	55 – 110	10 – 15	3	15 – 30	46, 76, 90, 114
Lein		13 – 25	6 – 14	8 – 13	114
Mariendistel	50 - 200	8 - 25	22 – 35	30 - 35	46, 87, 114
Mohn	50 - 130	4 - 16	0,3 – 0,7	9 - 15	19, 46
Nachtkerze		8 - 12	0,3 – 0,4		1, 4, 85
Senf	50 - 170	12 - 27		7 - 12	46, 114

Wie **Tabelle 2** zu entnehmen ist, unterscheiden sich die einzelnen Arten der Körnerdrogen in den Kennwerten der Mähdruschernte nicht nur untereinander, sondern auch wesentlich von den üblichen landwirtschaftlichen Druschfrüchten.

Gegenüber dem Getreidedrusch muss der Mähdrescher bei der Ernte von Körnerdrogen entweder anders gehandhabt oder anders eingestellt werden (19). Die in **Tabelle 3** aufgelisteten Mähdreschereinstellungen stammen aus Erfahrungswerten von Anbauern und Angaben der Herstellerfirmen. Die große Spannweite der einzelnen Einstellungswerte zeigt, dass diese Vorgaben nur Richtwerte für die Grobeinstellung des Mähdreschers sein können.

Tabelle 3: Mähdreschereinstellungen ausgewählter Körnerdrogen

	Dresch- korbein- stellung	Dreschtrum- meldrehzahl U/min	Obersieb mm	Untersieb mm	Reinigungs- wind	Literatur
Buchweizen	5 Kerbe	600	5	9 rund	460 U/min	114
Crambe	6 Kerbe	660	9	4 – 5	460 U/min	114
Engelwurz	halb auf	600 - 800	8 -10	8 – 10 rund	Niedrig	19
Fenchel	mittel	500 - 1100	3 – 8	2 - 5	Schwach	12, 32, 37, 46, 114
Koriander	fast zu	500 - 700	6 – 9	6 - 9	Gering	46, 114
Kümmel	fast zu	900 - 1000	4 - 50	4	Wenig	32, 37, 46, 76, 114
Lein	fast zu	900 – 950	3 – 4	4,5 rund	Mittel	37, 114
Mariendistel	halb auf	500 - 800	6 –10	6,3	Mittel –Voll	32, 37, 46, 87, 114
Mohn	fast zu	800 - 1000	2 - 3	2 - 3	Minimal	37, 46
Nachtkerze	fast zu	700 - 800	8 - 10	2 - 3	Minimal	1, 4, 37, 85
Senf	halb/voll	550 – 800	4 - 7	3 – 5 rund	Gering	32, 37, 46, 114

Die Feinabstimmung des Drusches muss vor Ort, individuell angepasst an die Gegebenheiten, erfolgen. Oftmals sind darüber hinaus geringfügige Adaptierungen am Mähdrusch (z.B. Abdeckung der Dreschleisten mit Gummi) oder der Einsatz von spezieller Technik (z.B. Seitenschneidwerk) notwendig. Durch die optimale Einstellung des Mähdruschers auf die zu beerntende Kultur lässt sich die Qualität der Körnerdroge maßgeblich positiv beeinflussen (90).

Daher wird ergänzend zur **Tabelle 3** im folgenden der Mähdrusch der wichtigsten Körnerdrogen detaillierter dargestellt.

Fenchel

Die Ernte erfolgt in der Regel durch Direktdrusch zu dem Zeitpunkt, an dem die Früchte der oberen Dolden eine graugrüne Farbe aufweisen. Bei einjährigem Fenchel ist dies Ende Oktober bis Anfang November, bei zweijährigen Sorten im September. In diesem Stadium sind die Blätter und Stängel noch feucht und grün und können den Drusch erheblich erschweren (19, 114). Durch den Einsatz von Seitenschneidwerken werden die Bestände besser geteilt, und der Schneidprozeß wird erleichtert.

Der Drusch erfolgt in der Regel bei Körnerfeuchten von 20 bis 60% (45). In den vergleichenden Untersuchungen von Müller und Pank (75) zwischen Schwad- und Mähdrusch zeigte sich, dass bei einem früheren Erntetermin der Ertrag beim Mähdrusch deutlich höher lag als beim Schwaddrusch.

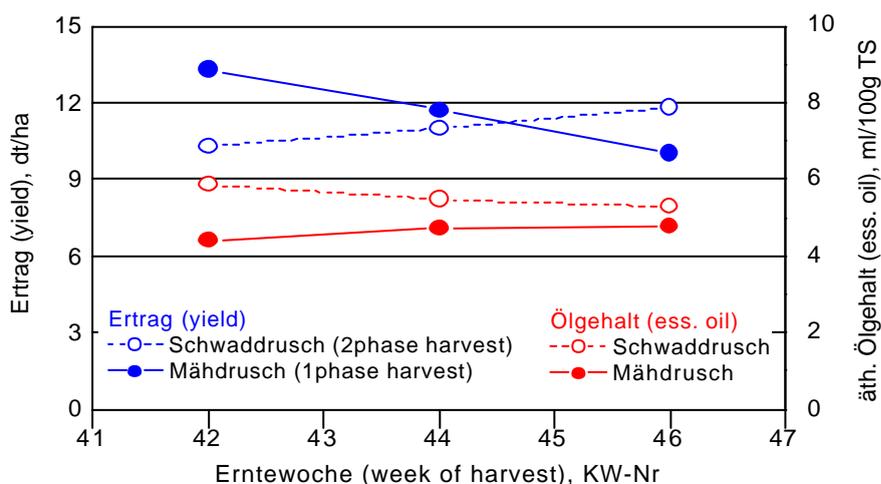


Abbildung 4: Ertrag und Gehalt an ätherischem Öl von Fenchel bei Schwad- und Mähdrusch zu unterschiedlichen Ernteterminen, verändert nach (75)

Bezüglich des Ölgehaltes ergaben sich beim Schwadddrusch zum früheren Erntetermin die höheren Werte. Mit fortschreitendem Erntetermin drehten sich jedoch im Vergleich von Mäh- und Schwadddrusch die Erträge um, und die Ölgehalte glichen sich an. (**Abbildung 4**). Die Untersuchungen ergaben weiterhin, dass der Ölertrag bei einer zweiphasigen Ernte per Schwadddrusch am höchsten lag. Dennoch raten die Autoren auf Grund des hohen Risikos des Verderbs zu einer frühen einphasigen Ernte mit dem Mähdrescher.

Die Einstellung des Mähdreschers erfolgt in Anlehnung an Werte für die Weizenernte. Bei reifen Körnern muss jedoch die Dreschtrommeldrehzahl stark abgesenkt werden, da sonst die Früchte zu stark in zwei Hälften geteilt werden. Der Dreschkorbabstand darf bei steigenden Strohfeuchten nicht zu eng sein. Hecht et al. (46) ermittelten im Jahr 1990 Druschverluste zwischen 3,3 und 60%. Diese hohen Verluste beruhen auf den teilweise extrem hohen Kornfeuchten, welche zu Problemen bei der Absiebung führen. Das Erntegut selber ist schlecht rieselfähig und kann in den Fördereinrichtungen des Mähdreschers zu Verstopfungen führen (19).

Koriander

Da die Korianderkörner bei der Vollreife sehr stark zum Ausfall neigen, wird die Ernte - auch wenn das Stroh noch grün ist - etwas vorgezogen. Sie beginnt Mitte Juli, sobald der Bestand gelblich-braun gefärbt ist (19, 46). Die frühe Ernte kann jedoch zu Problemen mit Wicklungen des Strohs um die Einzugsorgane und Dreschtrommel des Mähdreschers führen. Daher ist es ratsam, ähnlich wie beim Leindrusch alle Angriffsflächen für Wickler an den Einzugsorganen zu beseitigen (114).

Durch den Anbau eines Rapstisches (Schneidwerksverlängerung) an den Mähdrescher können die Ausfallverluste beim Schnitt minimiert und die Ernte zum Zeitpunkt der Vollreife durchgeführt werden (46). Auf den Einsatz der Haspel sollte möglichst verzichtet werden (114).

Die Früchte des Korianders dürfen beim Drusch aus qualitativen Gründen nicht verletzt werden (20). Daher sollte dieser möglichst schonend, mit reduzierter Dreschtrommeldrehzahl und weit geöffnetem Dreschkorb, erfolgen. Aufgrund der Kornform und -größe sind für die Reinigung die Sieböffnungen etwas größer zu wählen als beim Rapsdrusch. Feuchtes Stroh kann dabei auf den Sieben Schwierigkeiten bereiten, zumal der Reinigungswind sehr gering eingestellt werden soll (19, 46)

Hecht et al. (46) ermittelten im Praxisdrusch Verlustraten von 1,5 bis 7,8%, wobei sich die Kornfeuchten zwischen 14,5 und 26,9% bewegten.

Kümmel

Die Ernte des Kümmels erfolgt, sobald die Farbe des Bestandes von grün nach rotbraun umschlägt und die Samen aushärten (19). Je später der Erntetermin, desto einfacher gestaltet sich der Mähdrusch (46). Da aber mit zunehmender Reife auch die Ausfallverluste steigen, sollte das Schneidwerk des Mähdreschers - ähnlich wie beim Rapsdrusch - verlängert werden. Dagegen sind für Hecht et al. (46) beim Mähdrusch keine Ausfallverluste zu erwarten, da Kümmel einen festen Kornsitze hat. Bei zu früher Ernte besteht die Gefahr, dass die Früchte schrumpfen oder schimmeln. Desweiteren bedingt eine zu frühe Ernte einen hohen Stielchenbesatz (90). Auch beim Kümmel besteht die Möglichkeit der Zweiphasenernte, hierfür wird der Bestand - wenn ein Drittel der Früchte braun sind - auf Schwad gelegt und ca. eine Woche später gedroschen (19).

Die Einstellung des Dreschwerkes sollte so erfolgen, dass die Stielchen an den Früchten möglichst von diesen getrennt werden. Die Erhöhung der Dreschtrommeldrehzahl und ein eng eingestellter Dreschkorb vermindern den Stielchenanteil (**Abbildung 5**) (90).

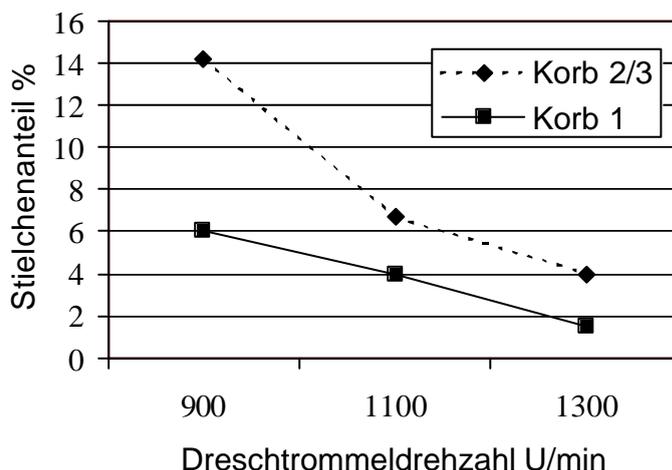


Abbildung 5: Einfluss der Dreschtrommeldrehzahl und der Dreschkorbeinstellung auf

den Stielchenanteil von einjährigem Kümmel (Mähdrescher E 512)
(Quelle: 90)

Der Drusch darf jedoch nicht zu scharf erfolgen, da aus den Bruchkörnern ätherisches Öl austreten kann, was die Qualität mindert (19, 90). Nach Hecht et al. (46) sollte sich die Dreschtrommeldrehzahl im Bereich des Getreidedrusches bewegen.

In den Praxisdruschversuchen von Hecht et al. (46) wurden Körnerverluste von 6,5% ermittelt. Die Kornfeuchten des Kümmels schwanken bei der Ernte von 12,5 – 25% (19, 46).

Lein

Die Druschreife des Ölleins ist erreicht, wenn Stängel und Kapseln überwiegend braun gefärbt sind und die Körner bereits in den Kapseln rascheln. Der Feuchtigkeitsgehalt der Saat sollte möglichst unter 15% liegen, dieser Zeitpunkt ist je nach Region Ende August/Anfang September (8). Beim Mähdrusch des Leins sind folgende Eigenschaften zu beachten:

- Schwierigkeiten beim Schnitt aufgrund der starken Verfaserung der Halme
- starke Wicklerneigung erfordert Abdeckung aller scharfen Kanten und Lager im Gutstrom
- Zähigkeit des Fruchtstandes bei Feuchtigkeit erfordert aggressives Dreschen

Aufgrund der starken Verfaserung des Leinstängels ist ein absolut scharfer Schnitt notwendig, daher muss das Mähmesser sehr scharf und Messerbalken optimal ausgenutzt sein (114). Um Wicklern vorzubeugen, müssen alle scharfen Kanten, freilaufenden Wellen/Lager und Zinken der Haspel beseitigt oder mit Gummi/Kunststoff umwickelt werden. Desweiteren sollte die Haspel nur wenig in den Bestand eingreifen und der Schnitt sollte so hoch wie möglich erfolgen (8).

Die Aggressivität des Dreschens muss über Trommeldrehzahl, Korbabstand und Reibleisten stets der Beschaffenheit des Erntegutes angepaßt werden. Hierbei ist zu beachten, dass beschädigte Körner zu unnötigen Verklebungen führen (8). Die Reinigung der Leinsamen stellt grundsätzlich kein Problem dar, wobei ein gewisser Anteil an Stängelbruchteilen und Kapseln im Korntank unvermeidbar sind (37).

Das Stroh des Ölleins kann auf Grund seiner zähen Fasern nicht gehäckselt werden. Da es im Boden nur sehr langsam verrottet, sollte es im Schwad abgelegt und nach der Ernte vom Acker abgefahren werden (37).

Mariendistel

Da die Mariendistel sehr ungleichmäßig abreift, wird zur Verringerung der Ausfallverluste das Schwaddruschverfahren angewandt. Sobald 20 bis 30% der Blütenstände reif sind, wird der Bestand ca. 30 cm über dem Boden abgemäht und auf Schwad gelegt. Der Drusch erfolgt dann eine Woche später mit einem Standardmähdrescher (122). Der Zweiphasendrusch bedeutet jedoch auch höhere Kosten; daher sollte künftig durch verbesserte und leistungsfähigere Mähdrescher der Direktdrusch angestrebt werden (114). Sollte der Mähdrusch in Erwägung gezogen werden, so ist die Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes unabdingbar. Hier muss ein Kompromiss zwischen Abreife und Ausfallverlusten gefunden werden (46). Der richtige Zeitpunkt ist gegeben, wenn die Früchte eine tiefbraune Farbe haben und sich kurz vor der Vollreife befinden (87). Je nach Witterungsbedingung fällt der Erntezeitpunkt in die Monate August oder September.

Der Schnitt sollte beim Mähdrusch so hoch wie möglich erfolgen, um den Mähdrescher nicht unnötig mit Grünmasse zu belasten. Die Umrüstung der Haspel mit Sonnenblumenabdeckblechen dient der Vermeidung von Wickelproblemen (87). Zur besseren Bestandstrennung und zur Verringerung der Ausfallverluste ist der Einsatz eines Rapsschneidwerkes mit Seitenmesser zu empfehlen (46).

Das Dreschwerk und die Reinigung sollten ähnlich wie beim Getreidedrusch eingestellt werden (87). Bei zu früher Ernte kommt es aufgrund der Behaarung der Samen und des hohen Feuchtegehaltes sehr leicht zu Verschmierung des Dreschwerkes und der Siebe (46).

Hecht et al. (46) beziffert die Druschverluste in seinen Untersuchungen mit 35%, wobei fast ein Drittel der Verluste am Schneidwerk auftraten. Bei den Kornfeuchten wurden Werte von 35% ermittelt.

Mohn

Der Mohn kann bei trockenen Stängeln und Kapseln im Mähdruschverfahren geerntet werden (19).

Um die Verluste im Schneidwerksbereich zu minimieren, erweist sich eine Scheidtischverlängerung/Rapsschneidwerk als geeignet. Dabei können gegebenenfalls die Haspelzinken mit einer Zinkenabdeckung versehen werden (37). Dachler und Pelzmann (19) empfehlen eine Schnitthöhe von wenigstens 50 cm.

Verletzte Mohnkörner werden leicht ranzig, daher muss der Drusch sehr schonend erfolgen. Der Dreschkorb sollte so weit aufgestellt werden, dass die Kapseln gerade noch zerschlagen werden (19). Eine unnötig hohe Dreschtrommeldrehzahl führt zu einem erhöhten Kurzstrohanteil auf der Reinigung und sollte daher reduziert werden (37).

Aufgrund der sehr kleinen Samen des Mohns müssen die Siebe auf die kleinste Öffnung und der Wind auf die geringste Stärke eingestellt werden. Um unnötige Feldverluste zu umgehen, ist auf das vollständige Abreinigen der Stängel- und Kapselbruchstücke aus dem Mohnsamen zu verzichten (46).

Die Untersuchungen von Hecht et al. (46) ergaben Druschverluste von insgesamt 1,9 bis 4%. Die Schneidwerksverluste hatten daran einen Anteil von bis zu 40%. In dem im Jahre 1990 durchgeführten Anbauversuch wurde eine Kornfeuchte des Mohns von 9 bis 16% bestimmt.

Senf

Bei Senf ist die Druschreife erreicht, wenn der Bestand gelbbraun gefärbt ist und die Samenkörner gelb, hart und prall geworden sind (41). Auch hier muss für den richtigen Erntezeitpunkt ein Kompromiß zwischen Abreifen und Ausfallverlusten getroffen werden. Bei zu früher Ernte ist der Bestand meist sehr ungleichmäßig abgereift, bei zu später Ernte ist ein Teil der Samen bereits ausgefallen (19).

Die Ausrüstung des Mähdreschers mit einer Schneidwerksverlängerung/Rapsschneidwerk kann von Vorteil sein (46). Sofern der Bestand noch nicht vollständig abgetrocknet oder ausgereift ist, sollte das Schneidwerk so hoch wie möglich ausgehoben werden (41). Die Haspel sollte so wenig wie möglich in den Bestand eingreifen.

Senf ähnelt in der Samenform dem Winterraps, daher kann beim Drusch dieser Körnerart mit entsprechender Mähdreschereinstellung gefahren werden (5, 46). Die Dreschtrommeldrehzahl sollte nicht unnötig hoch eingestellt sein, und bei einem unzureichenden Ausdrusch sollte zunächst der Dreschkorb enger gestellt werden (37).

Die Druschverluste schwankten bei den von Hecht et al. (46) durchgeführten Versuchen zwischen 3 und 12%. Die Kornfeuchten wurden in diesen Versuchen mit 7,3 bis 11,7% bestimmt.

3.2 Blütenernte

Bei der Blütenernte nimmt die Kamille bezüglich der Anbaufläche sowohl in Deutschland als auch weltweit eine herausragende Stellung ein. Aus diesem Grund richteten sich die Entwicklungen bei der mechanisierten Blütenernte in erster Linie auf diese Kultur.

Die Qualitätsanforderungen an das Erntegut lassen sich am sichersten durch die Handpflücke erreichen, indem die Blüten mit den Fingern abgestreift werden. Die anhaftenden Stängelreste müssen möglichst kurz sein und die Blütendroge sollte wenig Krautbeimengungen und Fremdbestandteile enthalten (67). Die Arbeitsleistung bei einer Handpflücke liegt jedoch nur bei 3-5 kg FM Blüten pro Akh. (94) Durch den Einsatz von Pflückkämmen (**Abbildung 6**) kann zwar die Leistung auf 10-15 kg FM gesteigert werden, doch für einen feldmäßigen Anbau mit Erträgen von 70 dt/ha FM kommt eine manuelle Ernte nicht mehr in Betracht.

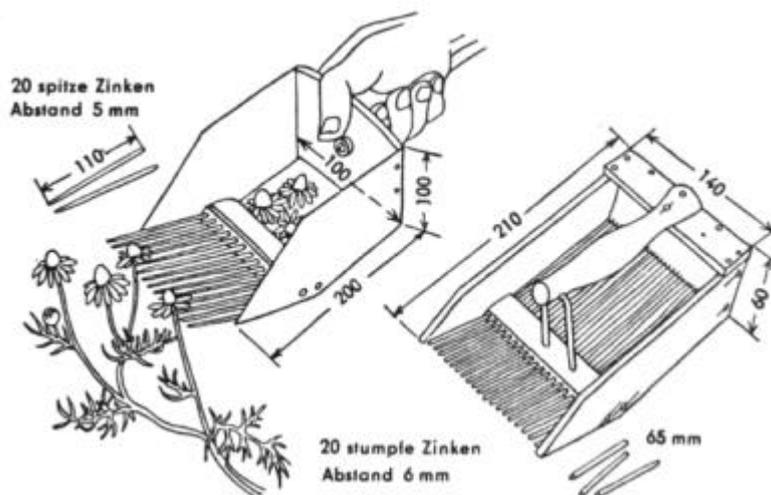


Abbildung 6: Pflückkämme für die Handernte der Kamille (Quelle: Heger)

Daher war die Voraussetzung für einen großflächigen Kamillenanbau eine Mechanisierung der Blütenernte. Ebert und Schubert (26) entwickelten zu Beginn der 60er Jahre eine der ersten Spezialmaschinen für die Kamillenernte. Es folgten weitere Beschreibungen und Patentanmeldungen, wonach jedoch keine Umsetzung in die Praxis erfolgte (18, 120).

Erst Anfang der 70er Jahre wurde in der ehemaligen DDR eine selbstfahrende Pflückmaschine (**LINZ III**) entwickelt. Diese Maschine war die Voraussetzung für den großflächigen Anbau der Kamille und hat sich in den Folgejahren bewährt (47).

An Institut für Mechanisierung der Universität in Novi Sad (Jugoslawien) wurde 1979 unter der Leitung von Herrn Professor **Martinov** ein an den Traktor anzuhängendes Kamillenpflückgerät entwickelt (66). Mittlerweile wird diese Maschine durch ein kleines Unternehmen vertrieben.

Aus den ehemaligen Ostblockstaaten ist eine weitere selbstfahrende Pflückmaschine, die **VZR-4**, und ein angehängtes Erntegerät bekannt (105).

In den Jahren 1989 bis 1992 wurde in Zusammenarbeit der Firma **Hege** mit der Universität Gießen ein Prototyp einer selbstfahrenden Pflückmaschine untersucht und konstruktiv weiterentwickelt (73).

Darüber hinaus sind mehr oder weniger erfolgreiche technische Einzellösungen vorhanden, welche durch die Kamillenanbauer im Selbstbau entwickelt wurden.

Die wichtigsten Maschinen für die Kamillenblütenernte werden nun folgend beschrieben und untereinander verglichen.

Tabelle 4: Kennwerte ausgewählter Blütenpflückmaschinen

	Arbeitsbreite cm	Flächenleistung ha/h	Bunkervolumen m ³	Motorleistung (Bedarf) kw	Gewicht kg
Linz III	280	0,40	2,5	47	4600
Martinov Kamillenerntemaschine	200	0,30	3,0	(40)	980
VZR-4	400	0,50	3,0	41	5300
Hege	210	0,30	2,7	38	3200

LINZ III

Die Pflückmaschine LINZ III wurde 1978 von der damaligen Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim geprüft und für die Ernte von Kamille empfohlen (104). Sie arbeitet mit einer der Fahrriechung entgegen rotierenden Pflücktrommel (**Abbildung 7**), welche im Frontanbau an einem Trägerfahrzeug montiert ist (48).

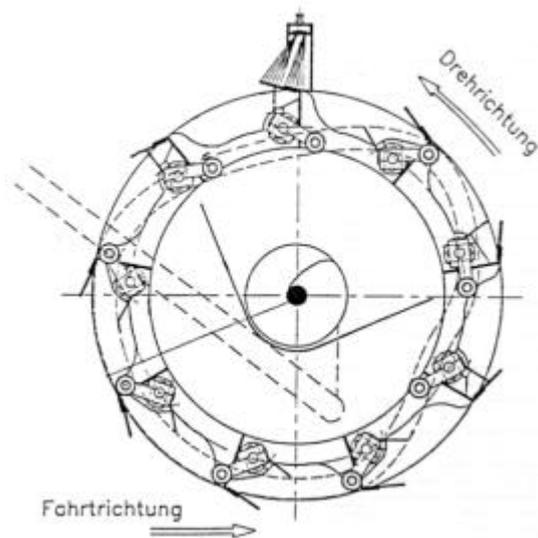


Abbildung 7: Pflücktrommel der LINZ III (Quelle: 45)

Die neun Pflückleisten, welche aus jeweils fünf Kammsegmenten bestehen, sind starr in einem Winkel von 2° aus dem Trommelradius heraus angebracht. Unter jeder Kamminnenseite befindet sich ein gesteuertes Abdrückblech, das in der Drehbewegung der Trommel aus dem Blütenhorizont heraus mehrmals gegen die Kammbasis geklappt wird, wodurch die Blütenköpfe von den Stängeln getrennt werden. Die gepflückten Blüten werden von einer Trogschnecke aus der Pflücktrommel seitlich ausgetragen und weiter über einen Steilförderer in den Sammelbunker übergeben (73, 74).

Zur Ernte von Ringelblumen kann die Pflücktrommel gegen einen Pflückvorsatz mit einem festen Scherkamm und einem darüberlaufenden Haspelwerk mit Schurren ausgetauscht werden (48).

Die LINZ III hat sich im praktischen Einsatz bewährt und überzeugte durch ihre hohe Schlagkraft und eine gute Erntequalität. Insgesamt wurden in der ehemaligen DDR 16 Maschinen produziert, wovon noch heute ein Grossteil in den ostdeutschen Agrargenossenschaften im Einsatz ist (7, 48).

Martinov-Kamillenerntemaschine

Da die bislang bekannten Erntemaschinen für Kamille als Selbstfahrer ausgelegt waren, wurde in einem Forschungsprojekt an der Universität Novi Sad eine kostengünstige Pflückmaschine mit guter Arbeitsqualität und ausreichender Pflückleistung für kleine und mittlere Betriebsgrößen entwickelt (68).

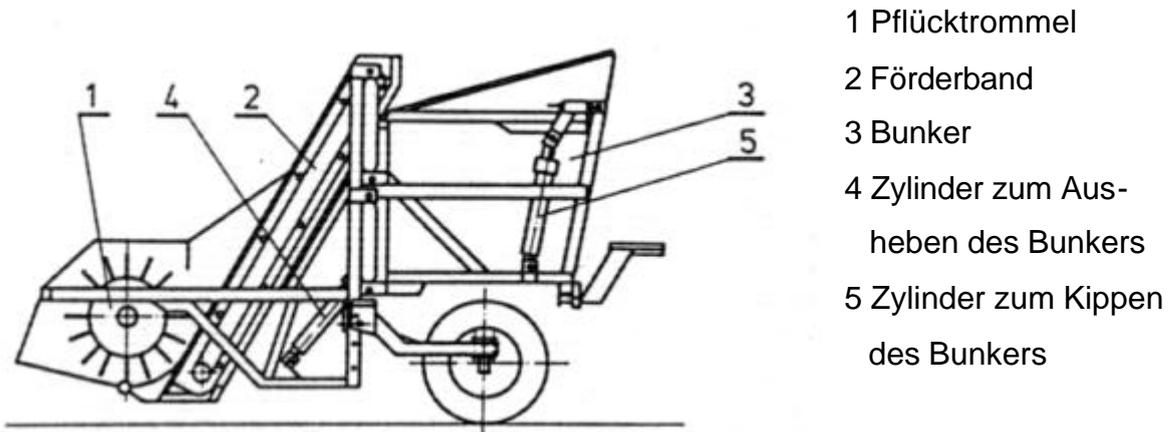


Abbildung 8: Baugruppen der Martinov-Kamillenerntemaschine (Quelle: 68)

Als Pflückorgan dient eine rotierende Zinkentrommel mit einer effektiven Arbeitsbreite von 2 m und einem Durchmesser von 60 cm. Insgesamt 16 Zinkenreihen sind gleichmäßig auf den Umfang verteilt. Der Abstand zwischen den Zinken entlang der Leisten beträgt ein Mehrfaches des Blütendurchmessers und verhindert somit ein Verstopfen der Pflücktrommel. Durch eine versetzte Anordnung der Zinken auf den aufeinanderfolgenden Kammleisten wird eine Kammwirkung erzeugt (66).

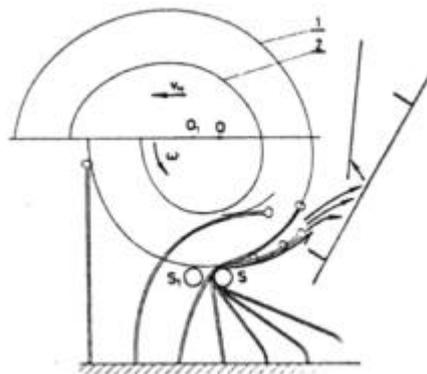


Abbildung 9: Kurvenbahn der Pflückzinken bei der Martinov-Kamillenerntemaschine (Quelle: 68)

Das Kamillenkraut wird von den Zinken erfasst und in die Maschine eingezogen. In der Maschine bildet sich ein Pflanzenpolster, das mehrmals von den Zinken durchkämmt wird, wodurch somit die Blütenköpfe abgestreift werden (**Abbildung 9**). Die Blüten werden von einem der Pflücktrommel entsprechend breitem Förderband aufgenommen und in den Bunker befördert. Zur Entleerung wird der Bunker durch einen Hydraulikzylinder ausgehoben und über einen Transportwagen abgekippt (68).

VZR-4

Im Jahren 1980 wurde von Konstrukteuren der Landmaschinenfirma Rozkvet, in CS-065 11 Nova Lubovna, Czecho-Slovakia, die selbstfahrende Kamillenerntemaschine VZR-4 entwickelt (**Abbildung 10**).

Diese Maschine pflückt mit einem Kammrotor, über den jedoch keinen weiteren Angaben vorliegen. Zusätzlich arbeitet dieser Kamillenpflücker mit einem Vakuumsystem, das Blütenköpfe an die Gegenschneide des Pflückkamms ansaugt. Die abgepflückten Blüten gelangen in einen Sammelkanal und werden von dort aus mit dem Vakuum durch zwei Kunststoffrohre in den Bunker am hinteren Ende der Maschine befördert. Dieses Vakuumsystem gewährleistet einen sehr schonenden Transport der Blüten und schützt sie vor Überhitzung und Verfärbung (105).

Nach Angaben von Salamon (105) kann diese Maschine unter optimalen Bedingungen (ebene Felder, gleiche Pflanzenhöhe und homogene Bestandsdichte) über 85% der Blütenköpfe eine Kamillenbestandes abernten.



Abbildung 10: Selbstfahrende Kamillenpflückmaschine VZR 4 (Quelle: Rozkvet)

Hege

Das Trägerfahrzeug für den Hege-Kamillenpflücker basiert auf dem Grüngutparzellenernter HEGE 212, an welchem zur Erhöhung des Gesamtgewichtes die Achsen verstärkt sind. Frontseitig ist an einem Hubstaplergerüst die Pflücktrommel angebracht. Diese rotiert entgegengesetzt der Fahrtrichtung (**Abbildung 11**).



Abbildung 11: Pflücktrommel des Hege-Kamillenpflückers (Quelle: 45)

Die Pflücktrommel ist offen, wodurch das Pflückgut in die Trommel hineinfällt und von einem Förderband nach rechts ausgetragen wird. Die Pflücktrommel besteht aus neun, über eine Kurvenbahn gesteuerte Pflückleisten. Diese werden beim Durchkämmen der Bestände ca. 30° ausgeklappt, erfassen die Blüten und klappen in der Aufwärtsbewegung wieder ein, wodurch die erfassten Blütenköpfe abreißen. Zur Abtrennung von Stängelresten befinden sich vor der Trommel sechs schräggestellte und federbelastete Messer. Die abgetrennten Reste werden durch ein unter dem Messer liegendes Querförderband in der Fahrspur abgelegt (45).

Mit einem Steilförderer gelangen die Blüten zu der im Heck längs zur Fahrtrichtung angeordneten Reinigungseinrichtung (bestehend aus einer Fallstufe und einem schwingenden Rundlochsieb). Nach der Reinigung werden die Blüten in einem hydraulisch aushebbaren Kratzbodenbunker gesammelt (73, 74).

Die Maschine wurde am Institut für Landtechnik der Universität Gießen konstruktiv weiterentwickelt, und dabei wurde besonders der Einfluss der verschiedenen Pflückkammformen und der Vorfahrtsgeschwindigkeit im Zusammenhang mit der Pflücktrommeldrehzahl auf die äußere Qualität der Droge untersucht (70).

Eigenerfindungen

Es sind für die Ernte von Blütendrogen eine Anzahl mehr oder weniger erfolgreicher technischer Einzellösungen vorhanden, welche durch die Kamillenanbauer im Selbstbau entwickelt wurden. Es gibt nur sehr wenig Auskünfte über diese Erfindungen, und sie sollen auch als geistiges Eigentum der Anbauer respektiert werden.

Als Beispiel für eine solche Entwicklung wird an dieser Stelle eine Maschine vorgestellt, welche auf dem Betrieb von D & P Heuner, 35102 Lohra-Seelbach, eingesetzt wird, jedoch nicht von diesen entwickelt wurde.

Hier wird zur Ernte der Blütendrogen ein umgebauter Mähdrescher (Claas Merkur) eingesetzt. An diesem Mähdrescher wurde an Stelle der Haspel ein Rotor mit Schlagleisten angebracht (**Abbildung 12**). Die restlichen Arbeitselemente (Schüttler, Siebe, Elevatoren und Korntank) sind entfernt worden. Die Hinterradspurbreite wurde verbreitert und der Vorderradspurbreite angepaßt.

Der Rotor erfasst die Blüten, schlägt sie gegen eine Gegenschlagleiste, löst die Blüten somit von der Gesamtpflanze und legt sie anschließend in einer Mulde (ehemals die Einzugsschnecke) ab. Der Rotor hat eine Arbeitsbreite von ca. 2,5 m und eine Laufgeschwindigkeit von 300 U/min. Die Laufgeschwindigkeit kann durch den ehemaligen Haspelvariator verstellt werden. Ebenfalls lässt sich der Abstand zwischen Rotor und Gegenschlagleiste verstellen.

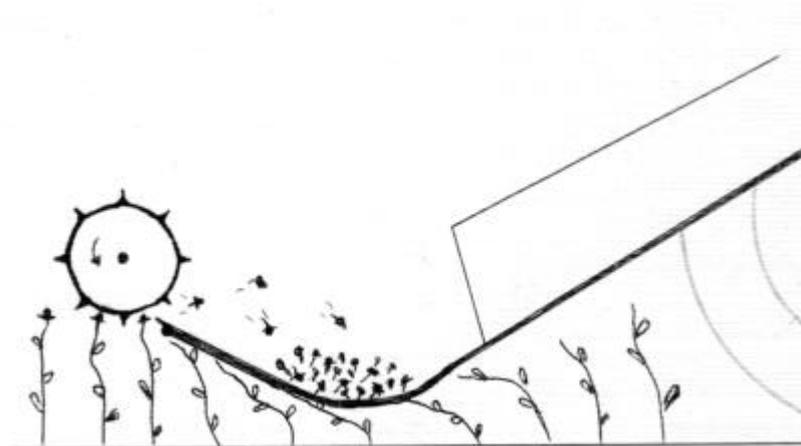


Abbildung 12. Pflücksystem eines selbstgebauten Blütenernters (Quelle: Zimmer)

Nach Angaben von Herrn Heuner (49) beträgt die Arbeitsgeschwindigkeit bei diesem Gerät 5 – 6 km/h, und für die Beerntung eines Hektars werden ca. 3 Std. benötigt. Das Problem dieser Maschine ist das kleine Bunkervolumen für das Erntegut und die

damit verbundenen häufigen Standzeiten für die Entleerung. Diese kann nur per Hand geschehen, indem die Blüten in Trocknungskisten geschaufelt werden.

Wissenschaftliche Untersuchungen der Pflücksysteme

Die Kamillenpflückmaschinen Linz III, Hege und Martinov sind bezüglich der Ernteleistung und Erntequalität wissenschaftlich untersucht worden. Dabei ist zu beachten, dass die Arbeitsqualität der Pflückmaschinen durch folgende Parameter beeinflusst wird:

- Beimengungen von Krautbestandteilen und Schmutz,
- Länge der anhaftenden Stängel,
- mechanische Beschädigung der Blüten,
- Verluste durch herabgefallene Blüten,
- Verluste durch ungeerntete Blüten.

Desweiteren hängt die erreichbare Arbeitsqualität in hohem Maße von dem Pflanzenbestand ab. Hinzu kommt, dass sich zwischen den einzelnen Qualitätsparametern bei der maschinellen Blütenernte Zielkonflikte ergeben. So führt z.B. ein tieferes Eingreifen des Pflückorgans in den Bestand zu einer geringeren Verlustrate durch ungepflückte Blüten, die Verunreinigungen des Erntegutes durch Stängel und Krautbeimischungen steigen jedoch an (68).

Die wissenschaftlichen Untersuchungen von Martinov (68) verdeutlichen die negative Beziehung zwischen Pflückqualität und Abpflückrate. (**Tabelle 5**). Durch eine Verringerung des Zinkenabstandes innerhalb einer Zinkenreihe ließen sich zwar die Verluste der ungepflückten Blüten verringern, der Anteil der Blüten mit anhaftendem Stängel stieg jedoch an.

Tabelle 5: Einfluss des Zinkenabstandes innerhalb der Zinkenreihe auf die Pflückqualität bei Kamille (68)

Zinkenabstand Mm	ungepflückte Blüten %	Blütenanteil mit Stängel > 4 cm %
15	3	63
30	5	51
45	10	40
60	13	27

Einen weiteren maßgeblichen Einfluss auf die Pflückqualität haben Trommeldrehzahl und Fahrgeschwindigkeit der Maschine. In **Tabelle 6** ist dieser Einfluss bei Variation der beiden Parameter dargestellt. Durch steigende Arbeitsgeschwindigkeit und Trommeldrehzahl nahm der Anteil der Beimengungen und der Blüten mit anhaftendem Stängel zu (68).

Tabelle 6: Einfluss der Fahrgeschwindigkeit und der Trommeldrehzahl auf die Pflückqualität bei Kamille (68)

Fahr- geschwindigkeit km/h	Trommeldrehzahl U/min	Blütenanteil mit Stängel < 4 cm %	Blütenanteil mit Stängel > 4 cm %	Anteil der Beimengungen %
	100	76,3	18,0	5,7
1,0	150	72,0	21,4	6,6
	200	69,5	23,1	7,4
	100	67,7	26,1	6,2
1,5	150	78,3	14,2	7,5
	200	71,7	20,2	8,1
	100	58,9	34,6	6,5
2,0	150	61,5	29,9	8,5
	200	68,1	22,1	9,8

Die vergleichenden Untersuchungen der Pflückmaschinen Linz III und Hege beruhen auf Arbeiten eines dreijährigen Forschungsprojektes der Universität Gießen (45, 73, 74). In den Jahren 1990 und 1991 wurden beide Pflückmaschinen in den Kulturen Kamille, Johanniskraut und Ringelblume getestet und die Hege basierend auf den Versuchsergebnissen weiterentwickelt.

Bei dem Vergleich der beiden Pflückmaschinen bei der Kamillenernte (**Tabelle 7**) wies die Linz III aufgrund der breiten Pflücktrommel gegenüber der Hege - bei gleicher Fahrgeschwindigkeit - eine höhere Flächenleistung auf. Die höheren Blütenverluste während des Pflückvorgangs sind bei der Hege durch die schnelldrehende Kammbürste verursacht. Bei der Beurteilung der Pflückqualität schneidet die Hege auch ohne Siebeinrichtung besser als die Linz III ab, welche die Blüten nicht so schonend behandelt. Die Untersuchungen zeigten, dass beide Maschinen für die Ernte von Kamille geeignet sind und gute Pflückqualitäten erzielt werden können.

Tabelle 7: Vergleich der Pflückmaschinen Linz III und Hege bei der Ernte von Kamille (45)

Beschreibung des Pflückvorgangs			Beurteilung der Pflückqualität %			
Maschinentyp	Linz III	Hege	Maschinentyp	Linz III	Hege	
Bestandesdichte Pfl/m ²	266	266	Reinigung	ohne	ohne	mit
Blütenhorizont cm	42 - 75	42 - 75	A: Blüten mit Stängel			
Blütenmenge kg/ha	3740,2	3740,2	0 bis 1 cm	55,48	58,41	72,33
Restblüten %	57,0	53,7	1 bis 3 cm	14,44	16,31	14,96
Verluste %			3 bis 5 cm	3,60	6,74	3,88
Spritz-	7,24	10,55	Über 5 cm	1,60	6,59	0,85
Reinigungs-	0,00	2,21	Summe A	75,12	88,05	92,02
Trennmesser-	0,00	0,55	B: Stängel und Blätter	9,51	10,10	3,74
Summe	7,24	13,31	C: Fremdbesatz	0,70	0,00	0,12
Erntefeuchtigkeit	73,94	73,94	D: Verluste	14,67	1,85	4,12
Trommeldrehzahl U/min	21	20	Summe aus A bis D	100	100	100
Eingrifftrate %	n.e.	30,95				
Fahrgeschwindigkeit m/h	1839,0	1808,4				
Arbeitszeitbedarf h/ha	2,52	4,12				

In den Untersuchungen der Universität Gießen wurde die Hege Pflückmaschine im Jahr 1992 auch zur Ernte von Johanniskrautblüten eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass die rotierende Pflücktrommel für die Ernte von Johanniskraut geeignet ist, auch wenn gegenüber der Handernte die Erntemasse durch einen geringeren Stängelanteil sinkt. Bei der Beurteilung der Pflückqualität fällt auf, dass der Blüten- und Knospenanteil bis 1 cm Stängellänge bei dem maschinell gepflückten Erntegut deutlich höher liegt als bei der Handpflückung (45).

Durch den Einsatz der Hege Pflückmaschine bei der Johanniskrauternte können Betriebe, die auf die Produktion von Blütendrogen spezialisiert sind, ihre Maschine besser ausnutzen (73, 74).

Der Vergleichseinsatz der Pflückmaschinen Linz III und Hege zeigte, dass die Hege zur Ernte von Ringelblumen nicht geeignet war. Die Kämme des Pflückaggregates verstopften und wurden nicht genügend gereinigt, was den Abpflückgrad deutlich minderte. Die Linz III hingegen erzielte eine recht hohe Pflückleistung (**Tabelle 8**). Auch die Bonitur des Pflückgutes (**Tabelle 8**) zeigte die schlechte Eignung der Hege Maschine für die Ernte von Ringelblume (73, 74).

Tabelle 8: Vergleich der Pflückmaschine Linz III und Hege bei der Ernte von Ringelblume (73, 74)

	Linz III	Hege
Bestandsdichte Pfl/m ²	31	266
Blütenhorizont cm	40 – 52	40 - 52
Blütenmenge kg/ha (10% H ₂ O)	235,8	235,8
Restblüten %	30,1	12,3
Verluste %		
Spritz-	25,8	29,9
Reinigungs-	0	0
Trennmesser-	n.e.	0
Summe	-	32,2
Trommeldrehzahl U/min	20	20
Eingrifftrate %	n.e.	n.e.
Fahrgeschwindigkeit m/h	1575,1	1729,8
Arbeitszeitbedarf h/ha	3,9	2,7

Zu den bisher aufgeführten Erkenntnissen werden nun folgend einige ergänzende Angaben zur maschinellen Ernte von Kamille und Ringelblume gemacht.

Kamille

Der optimale Reifezeitpunkt der Blütendroge liegt dann vor, wenn ein Röhrenblütenkranz bereits im zweiten Drittel des gewölbten Blütenbodens offen ist.

Der optimale Pflücktermin ist mit Hilfe der Blüten-Index-Formel zu ermitteln:

$$IK = (IV - I) : (I + II + III + IV) = I < IK < +I$$

IK = Index Kamille

I = Knospen

II = erntereife Blüten, bei denen 50% der Röhrenblüten offen sind

III = erntereife Blüten mit mehr als 50% offenen Röhrenblüten

IV = verblühte, zerfallene Blüten

Wenn der erhaltene Wert zwischen -1 und +1 liegt, ist der optimale Erntezeitpunkt erreicht (107).

Je weiter die Blüte fortschreitet, desto geringer ist der Gehalt an Chamazulen und ätherischem Öl. Eine zu späte Ernte kann desweiteren zu einem Zerfall der Blütenköpfe führen (19).

Voraussetzung für eine vollmechanisierte Blüterernte ist ein homogener Feldbestand aus großblütigen Pflanzen mit grundständiger Verzweigung, wenig Kraut und ein einheitlicher Blühtermin (18). Dies ist jedoch bei der Kamille nicht immer gegeben, da sie eine hohe Varianz in der Wuchshöhe aufweist und innerhalb des Bestandes die Ansatzhöhe der Blüten sehr unterschiedlich ist (68). Es bleibt daher nicht aus, dass die maschinell gepflückten Blüten mehr oder weniger lange Stiele (> 2 cm) aufweisen (19).

Die Länge der Stielreste an den Blüten ist im DAB 9/PH. Eur. III jedoch auf höchstens 2 cm begrenzt (18). Die Beimischungen von fremden Bestandteilen sollte unter 5% liegen.

Ringelblume

Die Ernte erfolgt bei der Herbstsaat ab Mitte Mai, bei der Frühlingsaat von Juni bis August. Eine maschinelle Ernte ist mit den beschriebenen Pflückmaschinen Linz III, VZR-4 und der Eigenerfindung auf dem Betrieb Heuner möglich. Die Ringelblume wird in mehreren Durchgängen beerntet, da eine regelmäßige und häufige Ernte die Neubildung der Blüten fördert (64).

Tabelle 9: Kennwerte der Blütendrogen Kamille und Ringelblume

	Blüten- ertrag FM dt/ha	Erntegut- feuchtigkeit %	Ernte- termin	Blüten- horizont cm	Schütt- dichte kg/m ³	Literatur
Kamille	20 - 30	73	Juni – Aug.	25 - 50	250	72, 45, 19, 53
Ringelblume	15 - 25	70 - 75	Juni – Aug.	40 - 70		72, 45, 19

3.3 Krauternte

Für die Krauternte auf kleinen Parzellen/Versuchsflächen können zum Schneiden neben Sichel und Sense auch motorangetriebene Geräte für Rückschnittarbeiten aus dem Garten- und Baumschulwesen verwendet werden. Das Erntegut wird bei diesen Geräten meist auf dem Boden abgelegt und muss anschließend manuell geborgen werden. Bei einer großflächigen Krautdrogenernte werden in der Regel Verfahren aus der Grünfütterernte eingesetzt. Hierbei wird das Erntegut nach dem Schnitt nicht auf dem Boden abgelegt, sondern direkt geborgen. Für viele der üblichen Krautdrogen stellen Grüngüternter in Form von Mähladern, Mähladewagen oder - im Falle einer nachfolgenden Extraktion- auch Feldhäcksler eine zufriedenstellende Lösung dar.

Für die Ernte einer qualitativ hochwertigen Krautdroge ist ein sauber Schnitt eine wesentliche Voraussetzung. Daher darf das Erntegut beim Schneiden nicht zu sehr gequetscht und verschmutzt werden. Bei mehrjährigen Kulturen und mehrmaliger Schnittnutzung sollte der Wiederaustrieb der Pflanzen - z.B. durch einen zu tiefen Schnitt - nicht zu sehr beeinträchtigt werden.

Zum Schneiden der Krautdrogen gibt es unterschiedliche Schneidsysteme, die an dieser Stelle kurz erläutert werden sollen. Grundsätzlich kann hierbei zwischen den Balkenmähdwerken und den rotierenden Mähwerken unterschieden werden.

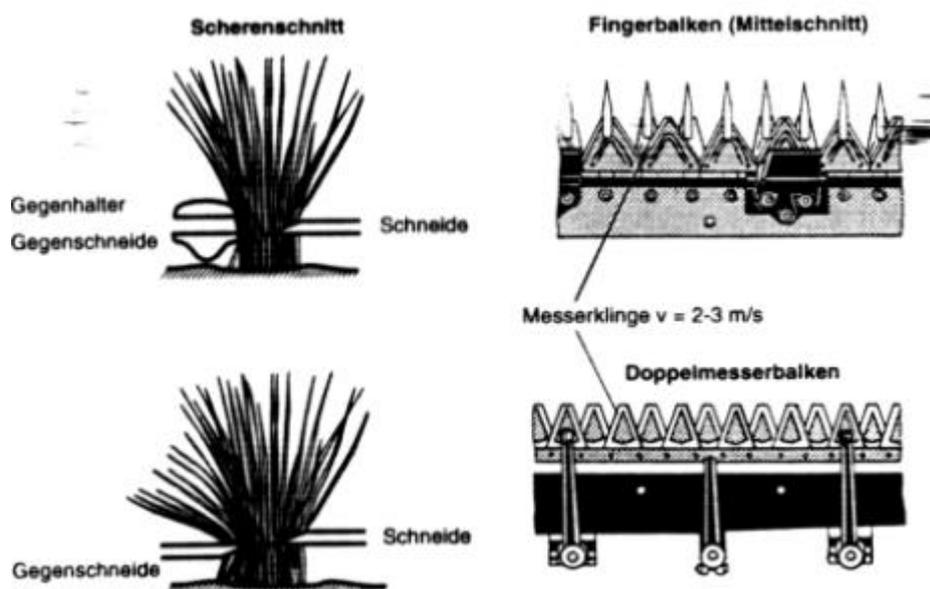


Abbildung 13: Bauarten der Balkenmähdwerke (Quelle: 6)

Fingermähwerke haben ein sich hin und her bewegendes Messer als Schneide und feststehende Finger als Gegenschneide. Die Doppelmessermähwerke hingegen haben als Gegenschneide ein weiteres Messer, welches sich gegenläufig zu dem ersten Messer bewegt (**Abbildung 13**). Hierbei wird eine bessere Schnittqualität gewährleistet, und die Verstopfungsgefahr ist geringer. Angetrieben werden die Balkenmähwerke entweder mechanisch über Schubstangen und Kurbeln oder hydraulisch über einen Ölmotor (6, 22, 27).

Bei den rotierenden Mähwerken (**Abbildung 14**) wirkt als Gegenschneide die Masseträgheit und der Biege widerstand des Schnittgutes. Hierbei ist zwischen einem Oben- und einem Untenantrieb der Schneidwerkzeuge zu unterscheiden. Oben angetriebene Mähwerke haben Mähtrummeln, unten angetriebene Mähwerke haben Mähscheiben. An diesen Mähtrummeln/-scheiben sitzen Klingen, die bei hoher Drehzahl das Schnittgut ohne Verwendung von Gegenschneiden abschlagen. Diese Mähwerke erreichen eine sehr hohe Flächenleistung, arbeiten störungsfrei und sind sehr wartungsfreundlich. Beim Mähen von Krautdrogen auf lockeren Böden besteht jedoch die Gefahr der Erntegutverschmutzung (6, 22, 27).

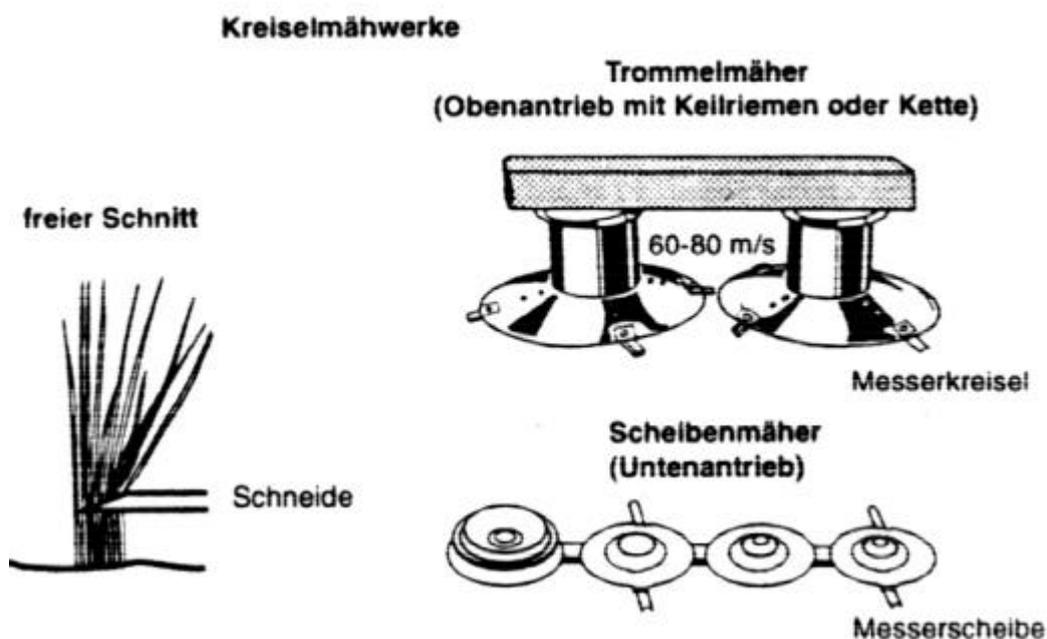


Abbildung 14: Bauarten der rotierenden Mähwerke (Quelle: 6)

Bei einigen Krautdrogen wird nicht das gesamte Kraut, sondern nur der wirkstofftragende Horizont geerntet. Daher muss das Schneidwerk für derartige Kulturen in einem weiten Bereich höhenverstellbar sein, beim Stechapfel gar bis 50 cm (42).

Nach dem Schnitt sollte der Weitertransport des Schnittgutes zu dem Bunker oder der Transporteinheit ebenfalls äußerst schonend erfolgen. Auch hier darf das Erntegut nicht zu sehr gequetscht oder verletzt werden, da es sonst zu Verfärbungen und zum Verlust von ätherischen Ölen und sonstigen Inhaltsstoffen kommt (93). Dieses bereitet gerade bei Erntemaschinen mit größeren Arbeitsbreiten Schwierigkeiten, da das Erntegut nicht auf voller Schneidwerksbreite über Bänder transportiert werden kann. Bei diesen Maschinen ist zunächst der Quertransport des Erntegutes in einem schmalen Gutstrom notwendig, welches wiederum zu zusätzlichen Quetschungen und Stopfungen führen kann (**Abbildung 15**).

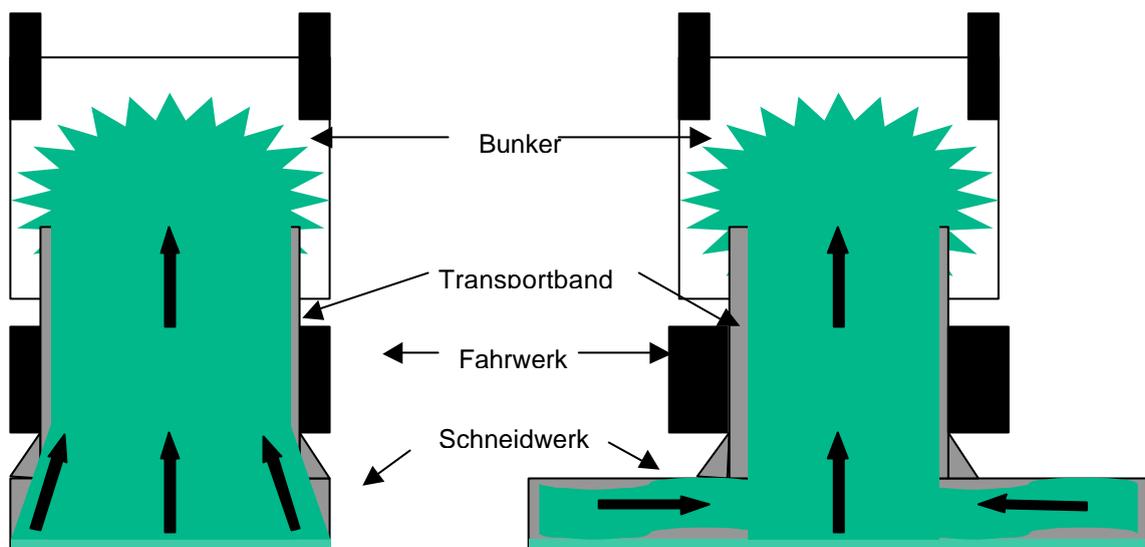


Abbildung 15: Schematische Darstellung des Gutstromes beim Grünguternter mit geringer Schnittbreite (links) und mit großer Schnittbreite (rechts)
(Quelle: Zimmer)

Das Erntegut sollte möglichst ohne Pressung in den Laderaum des Grüngüternters befördert werden. Der Erntebunker selbst darf nicht zu groß dimensioniert sein, da es bei zu hohen Schüttungen auch hier zu Qualitätsminderungen durch Erwärmung, Verfärbung und Druckstellen kommen kann. Die Entladung erfolgt meist mittels Kratzboden (19).

Aus hygienischen Gründen sollten die Seitenwände des Bunkers gut zu reinigen sein (möglichst aus Edelstahl). Gerade in den Ritzen von Holzwänden können sich Keimherde bilden, die das Erntegut erheblich mikrobiologisch belasten können (95). Bomme et al. fassen die Anforderungen an einen Grüngüternter für Arznei- und Gewürzpflanzen wie folgt zusammen.

- universeller Einsatz bei möglichst vielen Kraut- und Blattfrüchten
- stufenlos verstellbare Schritthöhe von 50 bis 800 mm
- glatter und gerader Schnitt
- kein Bodenkontakt des Erntegutes und keine anderen Verunreinigungen zur Reduzierung der mikrobiellen Belastung
- keine Ernteverluste
- quetschungsfreier Transport des Erntegutes bis zum Bunker oder Anhänger
- vollständige Ernte auch von niederliegenden Kulturen wie Thymian
- variable Spurweite

Die wichtigsten Verfahren und Maschinen für die Krautdrogenernte werden nun folgend beschrieben und untereinander verglichen.

Tabelle 10: Kennwerte ausgewählter Erntemaschinen für die Krautdrogenernte

Hersteller Typ	Arbeitsbreite cm	Schneidorgan	Bunker- volumen m ³	Motorleistung (Bedarf) kW	Gewicht kg
Hortiplus SuperCut 2000 NT	117	Doppelmesser	ca. 0,2	ca. 1	13
Obermaier gezogener Grün- guternter AH 264	264	Doppelmesser	Überladeband		2400
Regent Mähbus	195	Doppelmesser	9	(22 - 26)	1900
Riberi RS/45/R	165	Trommel- mähwerk	11		1600
Riberi RS/75/R	185	Trommel- mähwerk	21		2800
De pietri FR 40 DT/S	190	Busatis Doppelmesser	15	36	3200
Hege 212	125/150	Doppelmesser	1,4	38	1800
Hege 213	270	Doppelmesser	Überladeband	74	4200
Hege 212 Erntegerät für Bergfrauenmantel	ca. 120	Sichelmesser (Rasenmäher)	1,4	38	ca. 1800
Haldrup Grüngutvollernter	123/151	Doppelmesser	1,2	38	2500
Fortschritt E 280 Variante B	306	Finger- schneidwerk	Überladeband	47	6950
Obermaier selbstfahrender Grünguternter	264	Doppelmesser	Überladeband	51	
Fahr umgebauter M 88	210	Doppelmesser	7	58	

SuperCut 2000 NT

Die SuperCut 2000 NT von der Firma Hortiplus ist für das Pinzieren und Rückschneiden in der Rosenproduktion entwickelt worden. Sie wird links und rechts von je einer Person freischwebend über den zu mähenden Bestand geführt, eine dritte Person trägt den Auffangsack für das geschnittene Material (**Abbildung 16**). Das Doppelmesser kann Schnittgut bis zu 7 mm Ø schneiden. Anschließend werden die geschnittenen Teile mit einem Spezialgebläse in den hinter der Schneidplatte liegenden Auffangsack geblasen. Dabei werden nach Angaben des Herstellers mindestens 98% des Schnittgutes aufgenommen. Angetrieben wird die SuperCut 2000 NT von einem Komatsu 2-Taktmotor.

Zu den Vorteilen zählt der saubere Schnitt, die schonende Behandlung des Erntegutes und der flexible Einsatz auch auf unebenen Flächen. Obwohl für die Bedienung des Gerätes drei Personen notwendig sind, liegt nach Angaben von Hortiplus die Arbeitszeitreduktion bei der Ernte zwischen 75 bis 90%.



Abbildung 16: SuperCut 2000 NT bei der Ernte von Sonnenhut (Quelle: Hortiplus)

Gezogene Erntemaschine AH 264

Der Schneidlader AH264 der Firma Obermaier ist eine vom Traktor gezogene Erntemaschine, bei der das geschnittene Erntegut direkt auf einen neben der Maschine fahrenden Anhänger überladen wird. Der Antrieb des Schneidladers erfolgt über die Zapfwelle des Traktors auf Hydraulikpumpen, die über stufenlos regelbare Ölströme die Motoren zum Schneiden und Fördern antreiben und die Hubzylinder betätigen.

Das Erntegut wird von einem Doppelmesser in der gewünschten Höhe abgeschnitten und über Transportbänder auf einen Anhänger befördert, wobei es jedoch zu einer Einengung des Gutstromes kommt. Durch die stufenlos regelbaren Ölmotoren können die Ernte- und Förderaggregate den jeweiligen Erfordernissen der Kultur angepasst werden. Dank einer großvolumigen Bereifung und einer günstigen Gewichtsverteilung ist auch eine Ernte bei ungünstigen Witterungsverhältnissen möglich.

Nach Angaben des Herstellers beträgt die Ernteleistung des AH 264 ca. 1ha/h.

Mähbus 900

Der Mähbus 900 (**Abbildung 17**) ist ein vom Traktor gezogener Grünguternter, mit dem in einem Arbeitsgang das Grünkut gemäht, geladen und transportiert werden kann. Seine Besonderheit ist die schonende, vielseitige und verschmutzungsfreie Ernte, aufgrund deren er auch für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen geeignet ist.



Abbildung 17: Mähbus 900 (Quelle: Regent)

Durch ein hydraulisch angetriebenes Doppelmesser-Mähwerk erfolgt ein sauberer und glatter Schnitt, wobei die gewünschte Schnitthöhe durch höhenverstellbare Kufen eingestellt werden kann. Hinter dem Schneidwerk ist ein Erdabscheider angebracht, welcher evtl. Ernterückstände wie z.B. Maulwurfhaufen absiebt. Die Übergabe des Erntegutes in das zweiteilige Höhenfördersystem erfolgt ohne Bodenkontakt. Im Förderkanal wird der Gutstrom nicht eingengt, und das Schnittgut wird weder gequetscht noch gepreßt. Die Befüllung des Laderaumes erfolgt von oben, somit liegt das Erntegut locker und es findet keine Erwärmung statt. Entladen wird der Grünguternter mittels eines hydraulisch angetriebenen Kratzbodens.

Über die mögliche Flächenleistung des Mähbus 900 macht die Firma Regent keine Angaben.

Riberi RS/45/R und RS/75/R

Die Grünguternter RS/45/R und RS/75/R der italienischen Firma Riberi sind ebenfalls vom Traktor gezogene Erntemaschinen, mit denen in einem Arbeitsgang das Grüngut gemäht, geladen und transportiert werden kann.

Von der Funktionsweise sind beide Maschinentypen gleich, der RS/75/R ist nur vom Ladevolumen größer als der RS/45/R dimensioniert und hat ein Tandemfahrwerk. Gemäht wird das Grüngut mit einem zweikreisigen Trommelmähwerk. Auch hier kommt das Erntegut nicht mit dem Boden in Kontakt und wird nach dem Schnitt direkt über eine Rechenkette in den Laderaum befördert. Die Entleerung des Laderaumes erfolgt über eine Kratzbodenkette. Alle Arbeitsaggregate an diesen Maschinen werden über Hydraulikmotoren angetrieben.

De Pietri FR 40 DT/S

Diese Maschine ist ein selbstfahrender Grünguternter der italienischen Firma De Pietri. Sie ist ebenfalls für die Grünguternte in der Rindviehhaltung entwickelt worden, dennoch eignet sie sich auch für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen (**Abbildung 18**).



Abbildung 18: Mähler De Pietri FR 40 DT/S bei der Ernte von Sonnenhut
(Quelle: Müller)

Geschnitten wird das Erntegut mit einem hydraulisch angetrieben Busatis Doppelmesser. Um einen besseren Einzug der Pflanzen in das Schneidwerk zu gewährleisten, ist an diesem zusätzlich eine Haspel angebracht. Nach dem Schnitt wird das Erntegut über eine Rechenkette in den Laderaum befördert. Bei der Übergabe des Schnittgutes vom Schneidwerk in den schmaleren Förderkanal kommt es zu einer Einengung des Gutstromes. Inwieweit das Erntegut dabei gequetscht und verletzt wird, ist nicht bekannt. Die Entleerung des Laderaumes erfolgt über eine Kratzbodenkette. Auch an dieser Maschine werden alle Aggregate hydraulisch bedient/angetrieben.

Über die mögliche Flächenleistung liegen keinen Angaben vor.

Hege 212 und 213

Der Hege Grünguternter 212 ist für die Beerntung von Parzellenversuchen entwickelt worden. Es ist ein Selbstfahrgerät zum Schneiden, Sammeln und Wiegen von Parzellen aller Gräser, Kleearten und Feldfutterfrüchten. Durch entsprechende Modifikationen kann der Hege 212 aber auch für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen eingesetzt werden.

In einem Gemeinschaftsprojekt der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, der Maschinenbaufirma Hege und der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau wurde in den Jahren 1987 und 1998 der Hege 212 Grünguternter technisch weitgehend optimiert (**Abbildung 19**) (17).

Die Schnitthöhe beträgt stufenlos 5 bis 80 cm, wobei bis 40 cm Höhe diese durch seitlich angebrachte Gummiräder mit Spindeleinstellung, durch Entlastungsfedern am Schneidtisch und durch die hinschaltbare Schwimmstellung der Hydraulik auch bei Bodenunebenheiten gewährleistet ist. Ein Doppelmesserbalken gewährleistet einen glatten Schnitt. An der Haspel können je nach Pflanzenart unterschiedliche Bürsten angebracht werden, welche den Einzug des Erntegutes und die Reinigung der Messer bewerkstelligen. Einen entscheidenden Fortschritt stellen die Torpedofruchtheber dar, welche gerade niederliegende Kulturen für den Schnitt anheben (17).

Nach dem Schnitt wird das Erntegut von der Haspel auf das mit Gumminoppen besetzte Gummitransportband geschoben. Durch den hohen Durchgang von mindestens 40 cm und die Schneidwerksbreite des Bandes wird das Erntegut

schonend ohne mechanische Belastung in den Sammelbunker transportiert. Anstelle des Sammelbunkers kann auch ein Überladeband eingebaut werden (17).

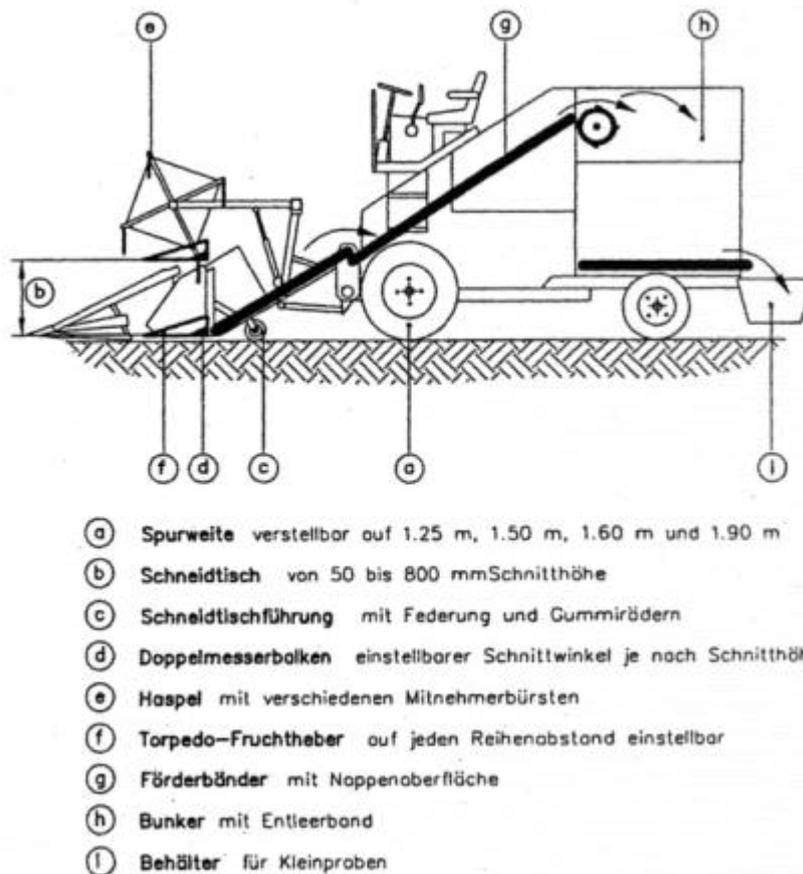


Abbildung 19: Schematische Darstellung des verbesserten Grünguternters Hege 212 (Quelle: 17)

Das Schneidwerk des Grünguternters Hege 213 ist identisch mit dem des Hege 212, nur verfügt die Hege 213 über einen stärkeren Motor und eine größere Schneidwerksbreite. Hier kommt es beim Transport des Erntegutes zum parallel fahrenden Anhänger zu einer Einengung des Gutstromes.

Hege 212 Erntegerät für Bergfrauenmantel

In einer Gemeinschaftsarbeit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und der Firma Salus wurde ein Erntegerät für Bergfrauenmantel entwickelt (115).

Bergfrauenmantel ist eine Kultur mit sehr niedrigem Wuchs und bereitet daher bei der maschinellen Ernte erhebliche Schwierigkeiten. In Vorversuchen stellte sich das Prinzip des Rasenmähers mit Fangkorb als am besten geeignet heraus. Diese Methode ist jedoch nur auf kleineren Flächen anwendbar.

Daher wurde ein Hege 212 Grüngüternter umgebaut. Geschnitten wird das Erntegut nicht mehr mit einem Doppelmesserbalken, sondern mit drei Rasenmähern. Diese mit Ölmotoren angetriebenen Mähaggregate werden an Stelle der Haspel an den Hege 212 angehängen. Die Mähhöhe kann durch die an den Rasenmähern bereits vorhandenen Räder eingestellt werden (**Abbildung 20**).

Das Mähgut wird von den Schneidwerken der Rasenmäher aus auf das Transportband geworfen und von dort aus wie bereits beim Hege 212 beschrieben weiter transportiert.



Abbildung 20: Mähaggregat des Bergfrauenmantelernters (Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik)

Haldrup Grüngutvollernter

Diese Maschine ist ebenfalls wie der Hege 212 Grüngüternter für die Beerntung von Parzellenversuchen konzipiert. Auch der Haldrup Grüngüternter eignet sich aufgrund des Doppelmesserschneidwerkes und des schonenden Ernteguttransportes auf Schneidwerksbreite für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen auf kleineren Betrieben.

Die Arbeitshöhe des Schneidwerkes ist durch kombinierte Stoppelhöhenrolle und Schleifschuhe im Höhenbereich von 2 bis 18 cm stufenlos einstellbar, die Aushubhöhe beträgt 45 cm. Wahlweise kann die Maschine an Stelle eines Doppelmessers mit einem Fingerschneidsystem ausgerüstet werden. Der Fingermähbalken hat den Vorteil, dass er das Erntegut anhebt, bevor es geschnitten

wird. Eine Haspel soll den störfreien Einzug des Erntematerials in das Schneidwerk gewährleisten. Zusätzlich können an den Haspelrechen Besen angebracht werden, die das Messer reinigen.

Über ein Gummiband wird das Erntegut nach dem Schnitt auf voller Schnittbreite zum Sammelbunker transportiert. Aufgrund des großen Durchlasses kommt es dabei zu keiner Beschädigung. Zusätzlich kann die Ernte im Sammelbunker gewogen werden, und sie wird anschließend über ein Gummiband rechtsseitig entleert.

Fortschritt E 280 Variante B

In der ehemaligen DDR wurde zur Ganzpflanzenernte von Arznei- und Gewürzpflanzen der Mähler Fortschritt E 280 Variante B eingesetzt. Diese Maschine verfügt über eine sehr hohe Flächenleistung von 1,2 ha/h und ist heute noch auf Großbetrieben im Einsatz (23, 24, 63, 88).

Der Grundtyp E 280 ist ein Feldhäcksler und wurde wie folgt verändert: Das Häckselaggregat sowie der Auswurfbogen wurden demontiert, und in den so entstandenen Freiraum wurde ein Schrägförderer eingebaut. Der Schrägförderer wird elektrisch angetrieben und transportiert das Erntegut auf den Beladeförderer. Dieser ist um 180° schwenkbar und lädt das Schnittgut auf eine angehängte oder parallel fahrende Transporteinheit ab (29, 121).

Geschnitten wird das Erntegut mit einem Fingermesserbalken, das anschließend durch eine Querförderschnecke zu dem Steilförderer gelangt. Durch diesen Quertransport kommt es zu einer starken Einengung des Gutstromes und zu Belastungen des Erntegutes. Die Höheneinstellung des Schneidwerkes ist stufenlos vom Fahrerstand aus regulierbar, wobei eine Stoppelhöhe von 5cm als unterste Grenze anzusetzen ist (23, 24, 121).

Obermaier Selbstfahrender Grünguternter

Der selbstfahrende Grünguternter der Firma Obermaier ist für die Ernte von Sonderkulturen wie Spinat, Mangold, Grünkohl, Petersilie und ähnliches entwickelt worden (61).

Das Trägerfahrzeug besteht aus einem serienmäßig hergestellten Deutz Intrac mit Allradantrieb. An diesem Traktor wurden nur geringfügige Veränderungen durchgeführt und die Kabine hochgesetzt. Die aufgesetzten Ernte- und Förderaggregate sind mit den Baugruppen des gezogenen Schneidladers AH264

identisch, sie werden ebenfalls durch Ölmotoren angetrieben und können durch Regelventile den jeweiligen Ernteverhältnissen angepasst werden (81). Das Erntegut wird von einem Doppelmesser in der gewünschten Höhe abgeschnitten oder kann wahlweise durch den Anbau einer Zupfwalze gezupft werden. Auch bei dieser Maschine kommt es auf den Transportbändern zu einer Einengung des Gutstromes. Zum Anmähen eines Schlages wird der Transportanhänger hinter dem Grünguternter angehängen und kann durch ein Schwenken des Überladebandes nach hinten befüllt werden. In der folgenden Spur wird der Anhänger dann zum Befüllen eines Traktors neben der Erntemaschine hergezogen.

Dank einer großvolumigen Bereifung und des Allradantriebs lässt sich die Maschine auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen einsetzen. Die Leistung des Selbstfahrenden Grünguternters beträgt 30 t in der Stunde (81).

Fahr, umgebauter Mähdrescher M 88

Dieser zum Grünguternter umgebaute Mähdrescher Fahr M 88 ist in einem Forschungskoooperations-Vorhaben der PHARMAPLANT GmbH in Zusammenarbeit mit der Maschinenbaufirma Müller entwickelt worden. Ziel war es, eine kostengünstige Erntemaschine für Arznei- und Gewürzpflanzen zu bauen, die den speziellen Anforderungen in kleineren und mittleren Betrieben gerecht wird (31).

Das frontgetriebene Trägerfahrzeug umfasst den Rahmen mit Fahrwerk, Motor, Antrieb, Bremse, Lenkung und Führerstand. Der Antrieb der Aggregate erfolgt hydraulisch und kann vom Fahrerstand gesteuert werden.

Geschnitten wird das Erntegut mit einem Doppelmesserbalken. Zusätzlich ist zur Senkung der Ernteverluste und zur Gewährleistung eines störfreien Schnittes ein Seitenmesser angebracht. Das Schneidwerk kann stufenlos in der Schnitthöhe von 5-55 cm dem Bestand angepaßt werden. Der Transport des Erntegutes zum Sammelbunker erfolgt in voller Schnittbreite über zwei Endlosbänder, wobei es zu keiner Einengung des Gutstromes kommt (**Abbildung 21**) (93).

Auf dem Fahrgestell wurde der Bunker eines Ladewagens mit Kratzboden montiert, der durch Öffnen der Heckklappe und Betätigung der Kratzbodenkette zu entleeren ist. Die Füllhöhe des Sammelbunkers kann vom Fahrer individuell über den Weitertransport der Kratzbodenkette gesteuert werden (31).

Die Flächenleistung des umgebauten Mähdreschers wurde in den Versuchen mit 0,05 bis 0,1 ha pro Stunde ermittelt (93).

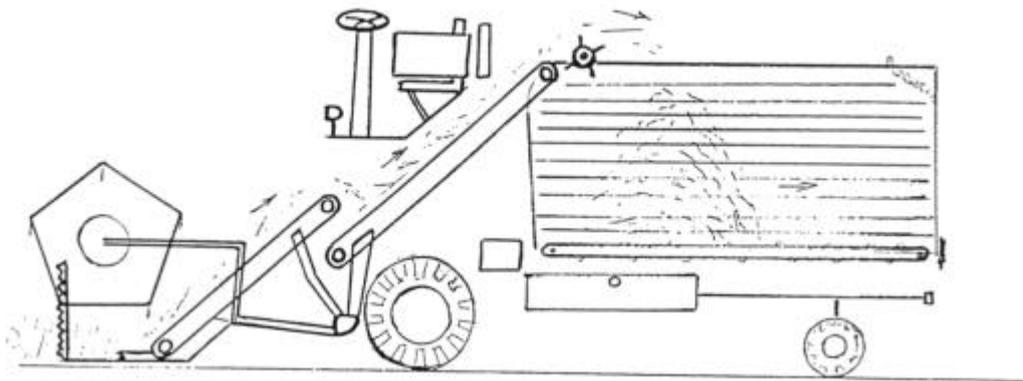


Abbildung 21: Skizze des zum Grünguternter umgebauten Mähreschers Fahr M 88
(Quelle. 93)

Wissenschaftliche Untersuchungen der Krauterntesysteme

Es gibt nur wenige Arbeiten, welche die tatsächlichen Flächenleistungen und Erntequalitäten der Grünguternter untersucht haben. In den Praxisbetrieben werden je nach Anbauumfang und Kultur die beschriebenen Maschinen eingesetzt und stellen eine zufriedenstellende Lösung dar. Jedoch sind diese praxisrelevanten Ernteverfahren nicht ausreichend genug dokumentiert und bewertet.

In den Untersuchungen von Dubiel et al. (23, 24), Engler (29) und Walter (121) wurden die Flächenleistung und die Erntequalität des Mähladlers Fortschritt E280 erfasst. Die Flächenleistung des E280 beträgt bei Pfefferminze 1,2 ha/h und bei Majoran 0,7 bis 1,1 ha/h. Die günstigste Arbeitsgeschwindigkeit ist ebenfalls von der Kultur abhängig, so kann bei der Pfefferminze zwischen 3,8 bis 5,0 km/h, bei Majoran 2,2 bis 3,6 km/h schnell gefahren werden.

Bei der Pfefferminzernte wurden Gesamtverluste von 1,5% ermittelt, davon waren 0,5% Schneidwerksverluste und 1% Übergabeverluste. Bei niedrig wachsenden Kulturen, wie z.B. dem Majoran, erhöhten sich die Schneidwerksverluste bis auf 10%. Diese Verluste konnten jedoch durch einseitiges Arbeiten gegen die Windrichtung um 2/3 reduziert werden (29).

Im Vergleich dieser großtechnischen Erntemethode mit handgeernteten Pflanzen konnte eine Reduzierung des Blattanteils und ein Verlust an ätherischem Öl von 10%

ermittelt werden. Dennoch konnte keine Erhöhung des qualitätsmindernden Fehlfarbenanteils als Folge von Beschädigungen festgestellt werden (23).

In den Arbeiten von Fröbus et al. (31) und Plescher (93) finden sich detaillierte Angaben zu Ernteleistung und -qualität des zum Grüngüternter umgebauten Mähreschers Fahr M 88, welcher bei einer Vielzahl von Arznei- und Gewürzpflanzen erprobt worden ist.

Aus den Eignungsprüfungen kann festgehalten werden, dass dieser selbstfahrende Grüngüternter in bezug auf Arbeits- und Funktionssicherheit für die Krautdrogenernte geeignet ist (93).

Die Flächenleistung ist stark abhängig von der Kultur und schwankt zwischen 0,05 und 0,1 ha/h, wobei hier aber auch schon der Zeitbedarf für Transport und Entladen mit einberechnet ist. Je höher die Erntemenge pro Flächeneinheit ist, um so niedriger liegt die Leistungsfähigkeit bedingt durch hohen Transport- und Entladeaufwand. (**Abbildung 22**).

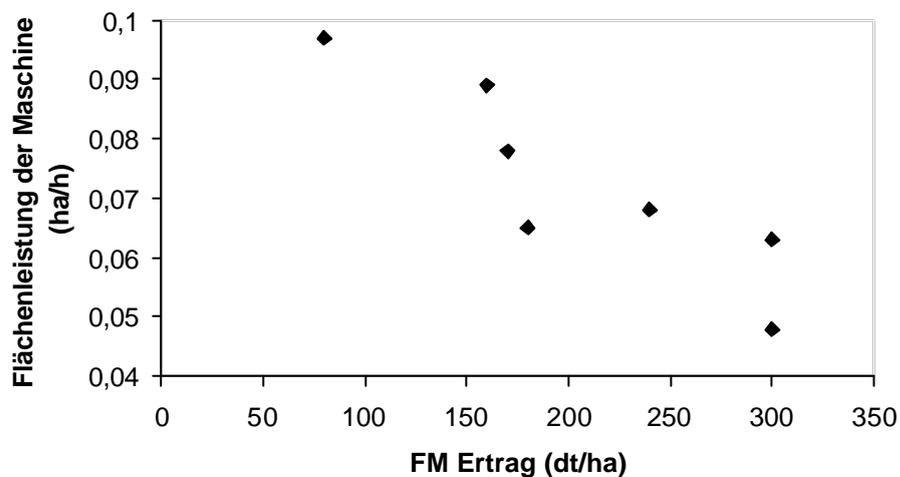


Abbildung 22: Arbeitsleistung des zum Grüngüternter umgebauten Mähreschers Fahr M 88 (Quelle: 93)

Abbildung 22 verdeutlicht auch, dass dieses Ernteverfahren für Betriebe gedacht ist, deren Anbauflächen nicht weiter als 1000 m von der Produktions-, Trocknungs- und Aufbereitungsstätte liegen. Bei größeren Entfernungen gestaltet sich die Überladevariante effektiver.

Die Ernteverluste setzten sich im wesentlichen aus Schnitt- und Übergabeverlusten zusammen und schwankten zwischen 1,3 und 17%. Diese Ermittlungen wurden bei jedem Versuch durch manuelle Kontrolle mittels Kontrollrahmen durchgeführt (93).

Das Erntegut der verschiedenen Arten wurde des weiteren auf den Gehalt an ätherischem Öl untersucht. Dabei konnten durchweg sehr hohe Gehalte für die jeweilige Drogeart gefunden werden. Auch das Aussehen des Erntematerials entsprach den gestellten Anforderungen und lässt auf keine Quetschungen und Beschädigungen schließen (31).

Steckly et al. (115) beschreibt die Entwicklung eines Erntegerätes für niederwachsene Kulturen, den Hege 212 Grüngüternter für Bergfrauenmantel.

Übliche Maschinen können für die Ernte von niedrigwachsenden Kräutern nicht eingesetzt werden, da deren Mähaggregate in der Regel zu breit sind, um sich den Bodenunebenheiten genügend anzupassen. Daher wurde das Schneidwerk bei diesem Erntegerät in drei einzelne Mähsegmente untergliedert, die sich individuell den Bodengegebenheiten anpassen.

Als ein Parameter der Arbeitsqualität zählt der Aschegehalt des Schnittgutes. Im Vergleich zu anderen Mähsystemen mit bis zu 24% Aschegehalt konnte durch den Einsatz des Rasenmähers der Aschegehalt auf 7,8% reduziert werden. Dennoch liegt dieser Wert zu hoch, und es bedarf noch weiterer Verbesserungen des Verfahrens.

Weitere Verfahrenskennwerte wie z.B. Verlustrate, Schnittqualität, manuelle Belastungen und Wiederaustrieb der Pflanzen wurden zwar für die Kultur Bergfrauenmantel von Steckly et al. (115) untersucht und als zufriedenstellend bewertet, jedoch nicht mit Zahlen belegt.

Spezifische Erntetechnik für ausgewählte Krautdrogen

Für die Auswahl einer geeigneten Erntetechnik zur jeweiligen Krautdroge kann an dieser Stelle keine Standardempfehlung gegeben werden. Zum einen sind die einzelnen Krautdrogen in ihren Kennwerten für eine maschinelle Ernte zu unterschiedlich, zum anderen müssen die beschriebenen Erntemaschinen den Gegebenheiten auf den Praxisbetrieben angepaßt sein.

So ist z.B. bei der Wahl des Ernteverfahrens (Mähader mit parallel fahrendem Anhänger oder Grüngüternter mit integrierter Transporteinheit) zu entscheiden, wie

weit die Flächen von der Hofstätte entfernt sind, welche Erntemengen anfallen und welche Flächenleistung angestrebt wird.

Auf eine detaillierte Erntebeschreibung der einzelnen Krautdrogen wird an dieser Stelle verzichtet. Die in **Tabelle 11** aufgelisteten Kennwerte der Krauternte sollen eine Entscheidungshilfe für die Wahl einer geeigneten Technik darstellen.

Tabelle 11: Kennwerte der Krauternte von ausgewählten Krautdrogen

	FM- Ertrag dt/ha (pro Schnitt)	Erntetermin (Anzahl Schnitte)	Schnitthöhe (über dem Boden) cm	Wuchshöhe d. Kultur cm	Literatur
Basilikum	60 - 90	Juli – Sep. (2)	10 - 12	60	19
Bohnenkraut	150 - 400	Juli (1)	5 - 7	60	19, 93
Brennessel	120 - 300	(2-3)	10	150	11, 19
Dill	70 - 350			100	19
Drachenkopf	200 – 300			60 - 80	19
Estragon	50 - 70	Juni – Sep. (2)	10 - 15	150	19
Johanniskraut	100 - 200	Juli (1-2)	22 - 70	110	13, 72, 73, 93
Majoran	40 - 120	Juli – Sep. (2)	5	50	19, 72, 88
Petersilie	50- 95	Juni – Okt. (3)	5 - 6	35	19
Pfefferminze	100 - 250	Juli - Sep. (2-3)			19, 19, 66
Resede	200	Mai - Juni		120 - 150	36, 49
Salbei	100 - 180	Juni – Sep. (2)	10 - 15	50 -60	19, 83
Sonnenhut	300	Juni – Okt.		80 - 120	19
Thymian	90 - 200	Juni – Aug. (2)	5 - 7	40	19, 93
Ysop	60 - 90	Juni – Sep. (2)	10 - 15	60	19
Zitronenmelisse	35 - 150	Juli – Sep. (2)	10	35	15, 19, 93

Für die Beschreibung der einzelnen Krautdrogen bedarf es jedoch noch weiterer Erkenntnisse und wissenschaftlicher Untersuchungen. So werden z.B. Angaben über die Gutfeuchte des Erntematerials zum Zeitpunkt der Ernte und die Schüttdichte benötigt.

3.4 Wurzelernte

Nur auf sehr kleinen Flächen und zu Versuchszwecken können Wurzeln oder Wurzelstöcke manuell mit der Grabgabel geerntet werden, da der Zeitaufwand zu hoch ist (19).

Die Schwierigkeiten für die maschinelle Ernte der Wurzeldrogen ergeben sich aus ihrer Morphologie, gerade wegen der stark verzweigten Faserwurzeln. Daher soll eine maschinelle Ernte die Wurzeln schonend ausheben, ohne die feinen Faserwurzeln zu verletzen. Des weiteren muss eine Reinigung der Wurzeln von Erdresten erfolgen (56). Ernteverluste können hierbei nur durch eine entsprechende Rodetiefe und –breite vermieden werden. Das Roden von Wurzeldrogen setzt meistens eine vorherige Krauttrennung voraus, die mit einem Mulcher, Mähwerk oder eine Häcksler durchgeführt werden kann (86).

Es gibt nur wenige Spezialmaschinen für die Ernte von Wurzeldrogen, so dass auf Maschinen aus dem Bereich des Kartoffelanbaues, des Wurzelgemüseanbaues und des Baumschulwesens zurückgegriffen werden muss. Dies können Schwingsieb-roder, Siebkettenroder oder Tiefenroder sein (19).

In der **Tabelle 12** sind die Kennwerte ausgewählter Roder aufgelistet, welche repräsentativ für eine mögliche Wurzeldrogenenernte anzusehen sind.

Tabelle 12: Kennwerte ausgewählter Roder für die Wurzelernte

	Kuxmann Schwingsieb- roder	Fortschritt E 650 B	Niewöhner Wühlmaus KVR 900	Bärtschi Fobro 2000 Typ 2150	Niewöhner Wühlmaus RSR 850
Arbeitstiefe cm	20	25	25	30	50
Arbeitsbreite cm	50	130	70	150	85
Leistungsbedarf kW	9	35	12	40	35 - 65
Gewicht kg	210	450	300	790	350
Arbeitsorgan	starres Schar Rüttelrost	starres Schar Siebkette	starres Schar Siebkette	schwingendes Schar Rüttelrost	starres Schar Rüttelrost

Schwingsiebroder, System Kuxmann

Schwingsiebroder sind an einen Traktor angehängte Erntemaschinen, die sich mit einem schwingenden Schar und querschwingendem Doppelsiebrost für eine Reihenrodung eignen. Sie können mit einem Mulden- oder Blattschar ausgerüstet werden, wobei das Blattschar auf fast allen Böden einsetzbar ist. Sie zeichnen sich durch eine kompakte und robuste Bauweise aus.



Abbildung 23: Schwingsiebroder, System Kuxmann (Quelle: Sikendiek Landtechnik)

Das Erntegut wird durch das Schar aus dem Boden gerodet und schiebt sich anschließend auf den Rüttelrost, wo eine Absiebung des Bodens erfolgt. Die ausgesiebten Wurzeln werden auf dem Boden abgelegt und müssen manuell gesammelt werden. Der Schwingsiebroder kann eine Flächenleistung von 0,1 bis 0,2 ha je Stunde erreichen (78, 86).

Siebkettenroder, Fortschritt E 650 B und Niewöhner Wühlmaus KVR 900

Siebkettenroder besitzen einen starren oder schwingenden Scharträger mit Blattscharen, Scharplatten oder Spezialscharen mit anschließender Siebkette. Diese besteht aus endlosen Ketten bzw. Riemen, die parallel zueinander laufen und mit Stäben verbunden sind. Das meist mit starren Rodescharen gerodete Erntegut wird über die Siebkette transportiert, dabei fällt der anhaftende und mitgerodete Schmutz durch die Stäbe hindurch. Die Absiebung wird zusätzlich durch verstellbare Schüttelsterne unter der Siebkette oder durch querschwingende Stäbe auf der Siebkette unterstützt. Zur besseren Reinigung kann des weiteren eine Fallstufe und eine zweite Siebkette verwendet werden. Anschließend wird die Wurzelfrucht auf

dem Boden abgelegt oder über ein Verladeband auf einen Anhänger befördert. Die Flächenleistung beträgt bei Siebkettenrodern 0,3 bis 0,5 ha pro Stunde (78, 86).

Die Siebkettenroder Fortschritt E 650 B und Niewöhner Wühlmaus KVR 900 sind in ihrer robusten Bauweise recht ähnlich und haben sich für die Ernte von Wurzeldrogen bewährt (95).



Abbildung 24: Siebkettenroder, Fortschritt E 650 B (Quelle: Zimmer)

Bärtschi-FOBRO 2000, Typ 2150

Dieser Beetroder ist für alle Rodearbeiten ballenloser Pflanzen im Baumschulwesen entwickelt worden.

Das in Fahrtrichtung vor und zurückschneidende Rodeschar hat einen geringeren Zugkraftbedarf und erlaubt eine Rodetiefe bis 30 cm. Das Wurzelwerk gelangt auf ein hinter dem Rodeschar angebrachten Rüttelrost und anschließend auf ein zweites Rüttelsieb, auf dem die Erde abgesiebt wird.

Auch bei dieser Maschine wird das Erntegut auf dem Boden abgelegt und muss manuell geborgen werden.

Niewöhner Wühlmaus RSR 850

Dieser Rüttelscharroder ist zum Roden und Lösen von tiefwurzelnden Kulturen geeignet.

Das Rodeorgan ist ein starres Schar. Die Besonderheit dieses Roders ist ein geteiltes Rüttelsieb, das über zwei Exzenterhebel angetrieben wird. Durch die gegenläufigen Rüttelbewegungen des Siebes bewegt sich die Maschine auch noch in Arbeitstiefen von 50 cm relativ ruhig. Da die zwei Siebe ständig gegeneinander

laufen, werden selbst härtere Böden auseinandergebrochen, und das Erntegut wird locker auf der Oberfläche abgelegt.

Auch bei dieser Maschine muss das Erntegut manuell geborgen werden. Über die mögliche Flächenleistung liegen keine Angaben vor.

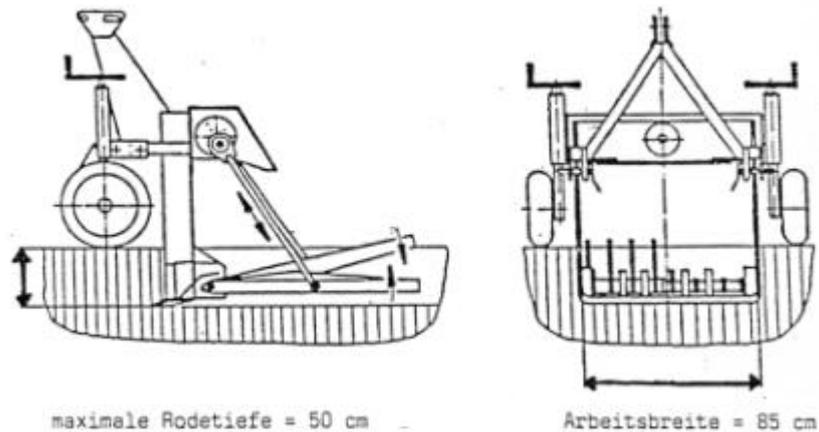


Abbildung 25: Funktionsskizze Niewöhner Wühlmaus RSR 850 (Quelle: Niewöhner)

Wissenschaftliche Entwicklungen und Untersuchungen der Wurzeleernte

Vom Institut für Landtechnik in Weihenstephan wurde ein Roder entwickelt, dessen funktionale Elemente aus einem tiefrodenden Schwingschar und einer Siebkette bestehen (**Abbildung 26**) (56).

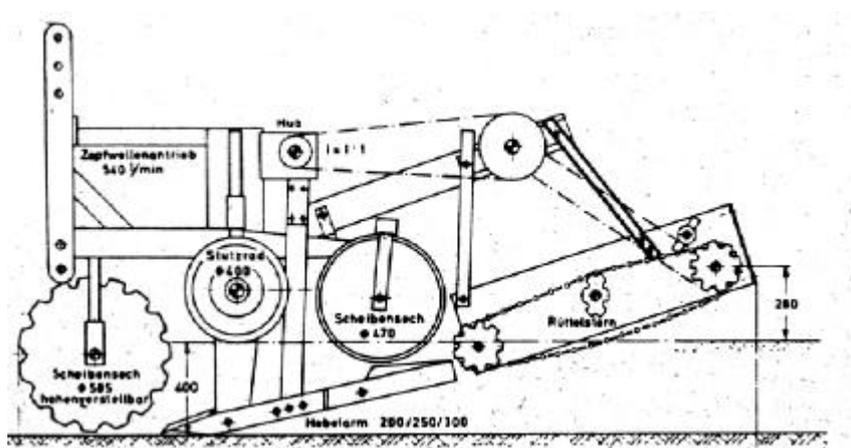


Abbildung 26: Schematische Darstellung Weihenstephaner Wippscharroder (Quelle 57)

Für eine sichere Begrenzung des zu rodenden Erdbalkens verfügt das Gerät über Scheibenseche, wobei das Sech im hinteren Bereich hauptsächlich eine Leitfunktion hat. Für eine bessere Reinigung kann zusätzlich eine Federzinkentrommel mit Prallsieb nachgeschaltet werden. Ebenso kann für das gleichzeitige Laden noch eine Querförderkette angebracht werden (57).

Die Maschine ist in einem dreijährigen Versuch zum Roden von Gelbem Enzian getestet worden. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1 km/h und einer Zapfwellendrehzahl von 300 U/min erwies sich auf mittelschweren Böden ein 55-kW-Schlepper als ausreichend. Die Reinigung des Erntegutes war nur auf leichten Böden zufriedenstellend. Obwohl der gerodete Erdbalken auf dem Wippschar dämpfend wirkt, reichte die Haltbarkeit der Maschine nicht aus (57).

Der Tiefenroder wurde auch zum Roden von Schwarzwurzeln eingesetzt. Der nicht verwertbare Anteil an Wurzeln betrug 18,4%, bei der alternativen Erntemethode Pflug mit Handaufnahme lag dieser Anteil bei 17,1% (57).

Weitere Angaben zu Ernteverlusten, Verschmutzung und Flächenleistung sind leider nicht genannt.

Im einem Projekt der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Freising wurde in den vergangenen Jahren ebenfalls ein Tiefenroder für die Ernte von Meerrettich weiterentwickelt.

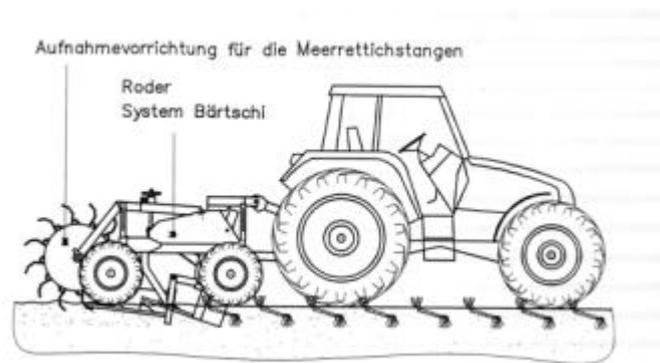


Abbildung 27: Bärtschi-Fobro Beetroder, System Weihenstephan (Quelle: 78, 101)

Das Grundgerät ist der bereits beschriebene Bärtschi-Fobro Beetroder (**Abbildung 27**). Der Rahmen und das Rodeaggregat wurden aufgrund der extrem hohen mechanischen Belastungen, die beim Roden von Meerrettich auftreten, verstärkt. In den Versuchen zeigte sich, dass die Anordnung der Siebstäbe im Abstand von 13 cm den Roder unnötig belasten, da die Erdbalken erst nach

mehreren Stossbewegungen brechen und durch die Stäbe fallen. Deshalb wurde der mittlere Siebstab entfernt und die beiden äußeren, sowie die zweiten und vierten leicht angehoben. Zur weiteren Verbesserung der Rodequalität wurde hinter den Siebstäben eine Sternwalze mit ca. 20 cm langen Zinken angebracht, die den lockeren Boden durchkämmt und somit die Wurzeln aus dem Boden ziehen soll. Um den hohen Zugkraftbedarf zu reduzieren, wurde das Schar verbessert und zwei Scheibenseche angebracht (78).

Zur weiteren Aufnahme der gerodeten Wurzeln wurden in dem Forschungsprojekt verschiedene Verfahren skizziert und diskutiert. Diese Lösungsansätze zeigten jedoch bei der Erprobung nur unter günstigsten Bedingungen eine befriedigende Wirkung.

In den durchgeführten Zugkraftmessungen konnte nachgewiesen werden, dass sich die registrierten Zugkraftwerte des verbesserten Beetrodgers unter den Werten eines vergleichbaren Roders bewegten. Weitere Angaben über die Rodequalität und die Flächenleistung sind dem Abschlussbericht nicht zu entnehmen.

Bei der Wahl einer geeigneten Verfahrenstechnik für die Ernte von Wurzel­drogen sind die morphologischen Unterschiede der einzelnen Wurzel­drogen bezüglich Wurzeltiefe, Wurzelform, Wurzel­ausdehnung und Krautwuchs zu beachten. **Abbildung 28** zeigt die Wuchsformen ausgewählter Wurzel­drogen und veranschaulicht die unterschiedlichen Wurzeltiefen und -ausdehnungen.

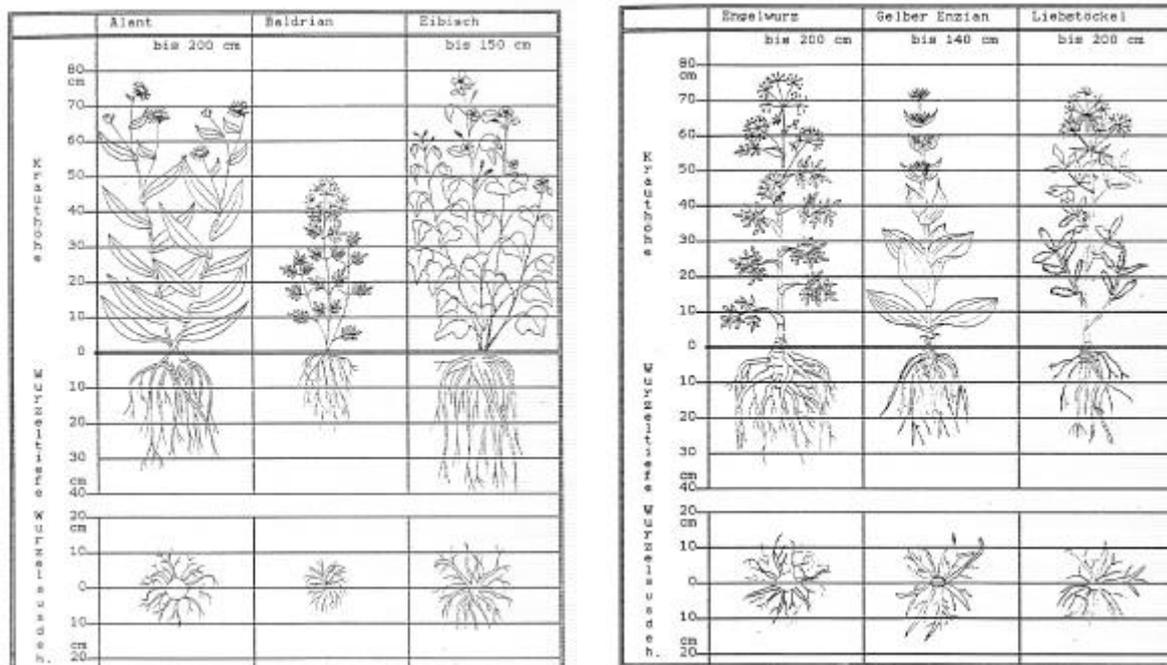


Abbildung 28: Biotechnische Kenngrößen von ausgewählten Wurzel­drogen (Quelle: 86)

Auch die Kultur­dauer beeinflusst die Wahl des Ernteverfahrens, da bei mehr­jährigen Kulturen zwar der Ertrag zunimmt, dem verstärkten Wurzel­wachstum aber durch eine tiefere Rodung Rechnung zu tragen ist (86).

Die Wurzel­ernte findet in der Regel im Herbst statt, wenn sich die Pflanze im Ruhestadium befindet und die höchsten Inhaltsstoff­gehalte aufweist (19).

Die in **Tabelle 13** aufgelisteten Kennwerte der Wurzel­drogenernte sollen eine Hilfe bei der Wahl des Ernteverfahrens stellen. Ergänzend dazu wird nun folgend die Ernte der wichtigsten Wurzel­drogen kurz beschrieben.

Tabelle 13: Kennwerte der Wurzelernte von ausgewählten Wurzeldrogen

	FM- Ertrag dt/ha	Erntetermin	Wurzeltiefe cm	Reihenabstand cm	Literatur
Alant	10 - 15	Okt. – Nov.	20 - 35	60 - 70	19, 86
Arnika	90		40 - 50		19, 117
Baldrian	100 - 150	Sep. – Nov.	20 - 30	40 – 62,5	9, 15, 19, 57, 117
Eibisch	80 - 120	Okt. – Nov.	25 - 50	42 - 50	19, 56, 86
Engelwurz	100 - 130	Herbst	30 - 50	50 - 60	19, 56, 117
Gelber Enzian	200 - 400	Frühjahr	25 - 40	62,5 - 70	19, 56, 57, 86
Krapp	100 - 170	Herbst	30	30 - 40	1, 2, 51
Meerrettich	80 - 120	Herbst	30 – 40	70 - 80	19, 57

Baldrian

Die Ernte von Baldrian sollte zwischen September und Oktober erfolgen, da dieser Zeitraum der beste Kompromiss zwischen hohem Wurzelertrag sowie hohem Gehalt an erwünschten und niedrigem Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen darstellt. Auch eine Ernte im zeitigen Frühjahr ist möglich, führt aber zu Ertragsdepressionen (15, 19).

Vor der Ernte muss das Kraut entfernt werden. Dabei sollte das Mähwerk oder der Schlegelmäher möglichst exakt eingestellt werden, um die oberirdischen Teile möglichst vollständig zu entfernen (15).

Die eigentliche Ernte sollte für eine leichtere Reinigung der Wurzeln bei abgetrocknetem Boden erfolgen. Bei der Ernte mit einem Schwingsiebroder werden die ausgegrabenen Wurzeln mit der Hand aufgesammelt und von grünen Krautresten und anhaftender Erde befreit. Nach Angaben von Bomme (15) kann Baldrian auch

mit einem Kartoffelvollernter geerntet werden. Dies geht zwar rascher und sauberer vonstatten, führt aber zu Ertragseinbußen von etwa 10%.

Das Eintrocknungsverhältnis zwischen Frischware und getrockneter Wurzel Droge liegt zwischen 3,5 und 4 (15).

Gelber Enzian

Gelber Enzian ist eine vier- bis fünfjährige Kultur und erst nach entsprechender Wurzelmassenbildung (mindestens 300-500 g Frischmasse pro Pflanzhorst) erntefähig. Daher ist für eine unproblematische Ernte vor allem auf eine sichere Unkrautbekämpfung zu achten (19, 57). Für eine pharmazeutische Nutzung wird der Enzian wegen des höheren Bitterstoffgehaltes im Frühjahr vor dem Wiederaustrieb geerntet. Für eine Nutzung in der Spirituosenindustrie wird ab Spätsommer bis in den Herbst hinein geerntet (19).

Vor der Ernte muss das Kraut mit einem Mähwerk oder Häcksler entfernt werden. Die Rodung der Wurzel muss mit robusten und tiefrodenden Erntegeräten erfolgen, da aufgrund der langen Kulturdauer der Boden recht verdichtet ist und die Pflanzen ein tiefes und verzweigtes Wurzelwachstum aufweisen. Die Ernteerträge liegen je nach Kulturdauer bei 200 bis 400 dt/ha Frischwurzeln, dies sind ca. 50 bis 100 dt/ha getrocknete Wurzeln (19).

Meerrettich

Meerrettich ist eine einjährige Kultur und wird nach dem Absterben der Blätter im Herbst geerntet, in Ausnahmefällen auch im Frühjahr (19).

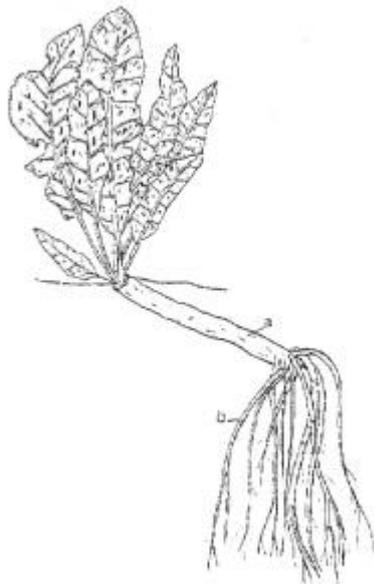


Abbildung 29: Skizze einer erntereifen Meerrettichpflanze (Quelle: 78)

Geerntet werden zum einen die Stangen, zum anderen aber auch die Seitenwurzeln (die künftigen Fechser) (**Abbildung 29**). Traditionell wird der Meerrettich - bei Reihenabständen von 60 bis 80 cm - in einem einreihigen Verfahren gerodet. Inzwischen hat sich jedoch auf manchen Betrieben der Beetanbau mit einem Reihenabstand von 60 cm durchgesetzt. Dies ist eine Voraussetzung für eine zweireihige Ernte mit dem von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Freising entwickelten Roder.

Es sollte möglichst tief gerodet werden, um die Feinwurzeln nicht zu sehr zu beschädigen. Die ausgerodeten Wurzeln werden von Hand aufgesammelt und aufgearbeitet (Stangen reinigen und Fechser schneiden).

3.5 Fruchternte

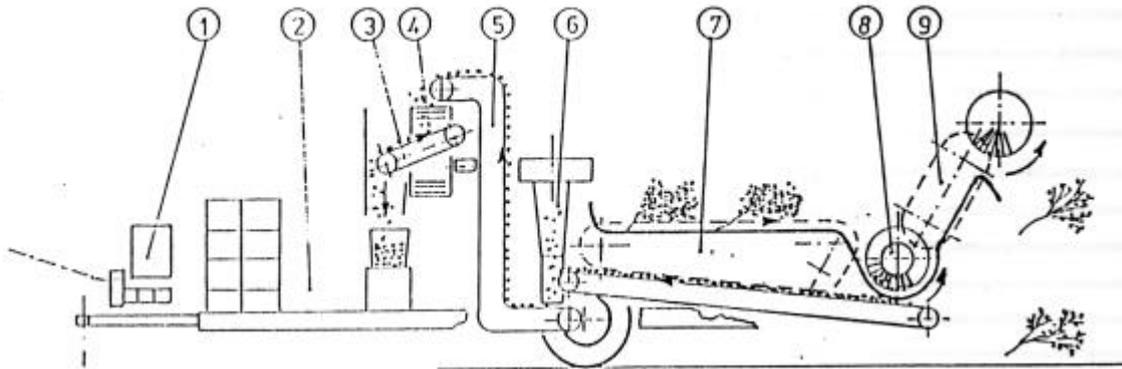
Die mechanisierte Ernte kleinfrüchtiger Wildfruchtarten (z.B. Sanddorn, Hagebutte, Weißdorn und Schlehe) gestaltet sich problematisch, da deren Früchte mit hohen Haltekraften am Holz hängen und zum Teil nur sehr geringe Fruchtmassen aufweisen (**Tabelle 14**). Um die Früchte mechanisch vom Holz zu lösen, müssen sehr hohe Beschleunigungen auf die Frucht ausgeübt werden, die jedoch zu Beschädigungen an Fruchttästen und Frucht führen. (118, 119).

Tabelle 14: Artspezifische Fruchtarten von Wildfruchtarten (118, 119).

Art	Masse (g)	Haltekraft (N)	Theoretische Beschleunigung zur Fruchtablösung (m/s ²)
Sanddorn	0,30	1,40	4666
Hundsrose/Hagebutte	5,44	8,94	1643
Weißdorn	0,55	2,04	3709
Schwarzdorn	2,01	4,31	2144
Schwarzer Holunder	0,15	0,26	1710

Im Jahre 1991 wurde am Institut für Obstbau der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Humboldt-Universität zu Berlin eine Maschine zur Ernte von Sanddorn und anderen Wildfrüchten entwickelt und gemeinsam mit dem Institut für Agrartechnik Bornim gebaut (**Abbildung 30**). Die Ernte erfolgt in einem Schnittverfahren, bei dem die fruchttragenden Äste manuell vom Strauch geschnitten und anschließend zum Abrütteln und Reinigen der Früchte in die durch die Plantage hindurch fahrende Maschine gegeben werden (34, 35, 100).

Bei der Durchfahrt einer Gasse werden von je zwei Arbeitskräften die beiden angrenzenden Reihen zur Hälfte beerntet. Die zweite Hälfte der Reihe wird bei der Durchfahrt der nächsten Gasse beerntet. Die abgeschnittenen Fruchttäste werden auf einen Aufnahmeförderer gelegt und von diesem zum Abrüttler gefördert (34, 35). Durch einen Massekraftrüttler werden mittels einer Unwuchtmasse Drehschwingungen erzeugt, die eine Zinkenwalze schwingen lassen. Die Frequenz des Rüttlers ist einstellbar. Die Fruchttäste befinden sich während des Rüttelvorganges ca. 2 s zwischen den Zinken und erfahren so eine Beschleunigung, wodurch die Früchte abgetrennt werden (118, 119).



1 Hydraulikanlage, 2 Arbeitsplattform, 3 Feintrennband, 4 Siebkette, 5 Becherförderer, 6 Blatttrennung, 7 Annahmeförderer, 8 Rüttlerbaugruppe, 9 Auswerfer

Abbildung 30: Funktionsprinzip der Wildfruchterntemaschine-HUB(Quelle: 118)

Nach dem Abtrennen wird das Erntegut durch eine Siebkette und ein Gebläse von Verunreinigungen befreit und anschließend in Transportkisten gefüllt. Das abgeerntete Fruchtholz wird am hinteren Ende der Maschine in der Gasse abgelegt und kann später gemulcht werden.

Die Erntemaschine ist 2,30 m breit, 8,50 m lang und 2,80 m hoch. Die Masse der Maschine beträgt 3780 kg und der Zugkraftbedarf liegt bei 25 kW. Es können bei einem Einsatz von sechs Arbeitskräften (1 Traktorist, 1 AK zum Bedienen der Maschine und zum Abfüllen der Früchte, 4AK zum Schneiden der Fruchttäste) in einer Stunde etwa 600 kg FM Sanddorn geerntet werden (35). Dies setzt jedoch den Einsatz der Maschine in einer Plantage voraus. Die Ernte außerhalb einer Plantage ist meist unwirtschaftlich (100).

Tabelle 15: Verfahrenskennwerte der maschinellen Wildfruchternte (34, 35, 118, 119).

Leistungsparameter	Sanddorn	Hagebutte	Weißdorn	Schlehe	schw. Holunder
Arbeitsgeschwindigkeit (m/h)	200	350	-	-	-
Flächenleistung (ha/h)	0,22	0,29	-	-	-
Durchsatz (kg/h)	800	800	-	-	-
AK Aufwand (Akh/ha)	32	25	-	-	-
Abtrennungsgrad (%)	98,7	99,2	99,7	100	88,8
Verluste (%)	10	1,6	1,7 – 11,3	1,7	23,1
Beimengungen (%)	1,2	0,2	0,11- 5,07	0,3	-

Nach Angaben von Herrn Dr. Rocks (100) sind insgesamt vier dieser Wildfruchterntemaschinen gebaut worden. Bei Bedarf können weitere Maschinen bei der Maschinenbaufirma Kranemann angefertigt werden. Die genaue Anschrift findet sich im Adressenverzeichnis.

Für Sanddorn gibt es noch ein zweites Ernteverfahren. Im Schnittverfahren mit anschließender Frostung werden die fruchttragenden Äste nach dem Schnitt auf der Plantage in Großkisten verpackt und in ein Kühlhaus transportiert. Dort werden die Äste samt Früchten bei -40°C vier bis zwölf Stunden lang schockgefrostet. Anschließend lassen sich die Früchte leicht abschütteln und weiter verarbeiten (100, 117).

Triquart (118) erprobe für die Hagebuttenernte eine Johannisbeererntetechnik. Durch den Einsatz dieser Technik konnte die Pflückleistung gegenüber der Handbeerntung um das 10 bis 20fache erhöht werden. Voraussetzung dafür ist eine geschlossene Strauchreihe. Die Gesamtverlust bei diesem Ernteverfahren liegen jedoch mit 50% sehr hoch (**Tabelle 16**). Triquart (118) beziffert den Grenzwert für einen wirtschaftlichen Einsatz der Johannisbeererntetechnik bei Gesamtverlusten von etwa 10% und empfiehlt daher die Ernte mit der Wildfruchterntemaschine-HUB.

Tabelle 16: Kennwerte der Hagebuttenernte mit der Johannisbeererntetechnik (118)

Erntemasse		Arbeitsgeschw. m/h	Leistung ha/h	Durchsatz kg/Mh	Aufwand Akh/ha
kg/m	kg/ha				
0,24	584	1662	0,68	395	4,41

Verluste %		insgesamt %	Beimengungen %	beschädigte Früchte %	Arbeits- kräfte
Auffang	Rüttel				
19,8	31,5	51,3	0,3	8,7	4

4 Optimierungbedarf bei der Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen

Wie in dieser Arbeit dargestellt, liegt bei der Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen ein breites Spektrum betroffener Pflanzenorgane vor. Hinzu kommt, dass die Wirkstoffe zum Teil in Pflanzenteilen konzentriert sind, welche bei landwirtschaftlichen Hauptkulturen nicht geerntet werden (z.B. Blüten). Daher werden für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen sehr spezielle Maschinen benötigt, die teilweise nur für eine Pflanzen- oder Drogenart verwendbar sind. In solchen Fällen müssen zur Mechanisierung der Ernte neue Verfahren entwickelt werden. Aber selbst bei der Ernte gängiger Pflanzenorgane müssen die hierfür eingesetzten Geräte an die Formenvielfalt und Heterogenität der verschiedenen Arten angepasst werden.

Bei den Besuchen der verschiedenen Forschungseinrichtungen und einer intensiven Literaturstudie zeigte sich, dass es in der Fachliteratur nur wenige Publikationen über technische Entwicklungen zur Mechanisierung der Arznei- und Gewürzpflanzenernte gibt. Auch die erhoffte „graue Literatur“ ist bei den einzelnen Forschungseinrichtungen nur spärlich vorhanden, da hier in der Regel zur Beerntung der Versuche eine Parzellenerntetechnik eingesetzt wird. Diese ist für einen großflächigen Anbau meist ungeeignet. Bei vielen Kulturen erfolgt die Ernte aufgrund des geringen Anbauumfanges auch noch per Hand. Weiterhin kommt hinzu, dass die interviewten Personen in erster Linie Pflanzenanbauer sind und sich somit hauptsächlich mit pflanzenbaulichen Fragestellungen beschäftigen, so dass die Mechanisierung der Ernte nur ein Randgebiet darstellt.

Es gibt zwar Erfahrungen über die Anpassung von Maschinen für die Ernte, doch dies erfolgt meist auf den Praxisbetrieben vor Ort, und die daraus gewonnen Erkenntnisse werden nur selten publiziert. Eine weitere systematische Erfassung und Beschreibung der eingesetzten Erntetechnik käme allenfalls in enger Zusammenarbeit mit den Praxisbetrieben in Frage. Diese könnten in der Erntezeit besucht werden, und es sollte eine systematische Messung der in Kapitel 2 angesprochenen Qualitätskriterien bei den eingesetzten Erntemaschinen (besonders bei Eigenerfindungen) erfolgen.

Ebenfalls sollte bei der Entwicklung neuer Ernteverfahren und -techniken das Wissen der Praktiker stärker berücksichtigt werden. Hier ist eine bessere Zusammenarbeit

zwischen Anbauern, Beratungsstellen, Forschungseinrichtungen und Landmaschinenherstellern wünschenswert, damit gewisse Entwicklungen nicht an mehreren Orten parallel durchgeführt werden.

Auch ist ein besserer Informationsaustausch und das Publizieren der gewonnenen Erfahrungen unbedingt notwendig. Gerade die empirisch gewonnen Ergebnisse stellen meist wertvolle Anregungen für nachfolgende systematische Untersuchungen dar.

Für die Entwicklung und Anschaffung neuer Erntetechniken können generell folgende Ansprüche zusammengefasst werden:

- universeller Einsatz der Maschinen
- möglichst preisgünstige Technik
- genaue Beschreibung der technischen Daten und Erntequalität
- geringer Arbeitskraftbedarf
- Möglichkeit von Maschinenkooperationen
- Planungssicherheit bei Neuanschaffung
- enge Zusammenarbeit zwischen Anbauern, Beratungsstellen, Forschungseinrichtungen und Landmaschinenherstellern

Für die einzelnen Drogenarten lässt sich der Stand der Technik und der Forschungs- und Entwicklungsbedarf wie folgt charakterisieren:

Körnerdrogen

Die Samenernte erfolgt entweder im Mähdrusch oder im Schwaddrusch. Die dabei eingesetzten Standardmähdrescher sind technisch ausgereift und stellen eine zufriedenstellende Lösung dar. Dennoch müssen kulturspezifisch geringfügige technische Veränderungen durchgeführt werden. Für die Einstellung des Mähdreschers gibt es teilweise Angaben vom Hersteller, oder sie sind von Landwirten empirisch ermittelt worden. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Erntequalität und Ernteleistung liegen nur begrenzt vor.

Bei der Ernte der Körnerdrogen bereitet immer noch die geringe züchterische Bearbeitung der Pflanzenarten und die damit verbundene ungleichmäßige Abreife Probleme. Der Schwaddrusch stellt hier zwar eine Ernteerleichterung dar, kann aber aufgrund des Witterungsrisikos zu erheblichen Qualitätseinbußen führen, zumal

durch die Lagerung beim Schwadddrusch die mikrobielle Belastung der Samendrogen zunimmt. Daher sollte grundsätzlich der Mähdrusch angestrebt werden.

Jedoch stellt beim Mähdrusch die Feuchte des Krauts ein erhebliches Problem dar, so dass häufig Sekationsmitteln (z.B. Gyphosat) als Ernteerleichterung eingesetzt werden. Letztendlich stellt dies auf Dauer jedoch keine Lösung dar, da es hier zu Konflikten mit den geltenden gesetzlichen Bestimmungen zur Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln („Lückenindikation“) kommt.

Somit erscheint für die Durchführung eines sicheren Mähdruschs eine züchterische Bearbeitung der Körnerdrogenarten als unbedingt notwendig, so dass in diesem Bereich ein erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Weiterer Forschungsbedarf ist in der Transformation der von den Herstellern angegebenen typenspezifischen Mähdreschereinstellungen in übertragbare Einheiten im Abgleichung mit den empirisch erworbenen Ergebnissen zu sehen. Des weiteren sollten die gefundenen Angaben zu Maschineneinstellungen, Ernteleistungen und Qualitäten durch weitere Untersuchungen bestätigt und konkretisiert werden.

Blütendrogen

In Deutschland ist aufgrund des hohen Lohnniveaus die Blütenernte von Hand nicht wirtschaftlich. Daher erfolgt diese überwiegend maschinell, wobei die meisten Erntemaschinen Prototyp-Niveau haben. Die auf den Großbetrieben eingesetzte Kamillenpflückmaschine Linz III hat sich im Praxiseinsatz bewährt und liefert gute Erntequalität. Dennoch ist diese Technik mittlerweile fast 30 Jahre alt, und es gibt keinen adäquaten Ersatz.

Es liegen zwar wissenschaftliche Untersuchungen und Verbesserungsvorschläge vor, doch haben diese nicht zur Serienreife einer neuen Pflückmaschine geführt. Somit besteht im Bereich der Erntetechnologie von Blütendrogen insbesondere Forschungsbedarf in der Weiterentwicklung der genannten Prototypen zur Serienreife unter Einbeziehung der Erfahrungen von Anbauern. Darüber hinaus müssten mit der aktuell verfügbaren Erntetechnik aus dem Ausland vergleichende Untersuchungen bezüglich Ernteleistung, Erntequalität und Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden.

Krautdrogen

Für die Ernte der Krautdrogen gibt es ein breites Spektrum an Erntemaschinen aus dem Grünfütteranbau. Diese Maschinen sind überwiegend Mähler und stellen für die meisten hochwachsenden Krautdrogen eine befriedigende technische Lösung dar. Eine kostengünstige Alternative sind die zu Grüngütertern umgebauten Mährescher. Bei niedrigwachsenden Kulturen stößt diese Technik jedoch an ihre Grenzen. Eine spezielle Erntemaschine für diese Pflanzenarten befindet sich noch im Prototypenstadium, so dass hier weiterhin Forschungsbedarf besteht.

Da es nur wenige wissenschaftliche Arbeiten gibt, welche sich mit den Ernteleistungen und Erntequalitäten der Krauterntemaschinen befassen, besteht darüber hinaus zusätzlich dringender Bedarf an Informationen, um die Krauternte gerade in bezug auf Erntequalität und Wirtschaftlichkeit zu optimieren.

Wurzeldrogen

Für die Ernte von Wurzeldrogen gibt es nur wenige Spezialmaschinen, so dass auf Techniken aus dem Bereich des Kartoffelanbaues, des Wurzelgemüseanbaues und des Baumschulwesens zurückgegriffen werden muss. Dies sind in der Regel Schwingsiebroder, Siebkettenroder oder Tiefenroder. Bei tiefer wurzelnden Kulturen stößt diese Technik jedoch meist an ihre Grenzen, da die Haltbarkeit der Maschinen nicht ausreicht und eine entsprechenden Rodequalität nicht eingehalten werden kann. Die Ernteverluste durch nicht gerodete Feinwurzeln sind - Schätzungen zufolge - beträchtlich und gefährden die Wirtschaftlichkeit des Anbaus, wobei es jedoch keine systematisch erfassten Daten gibt. Ein weiteres Problemfeld stellt die nicht befriedigende Reinigung des Erntegutes und die zusätzliche Handarbeit für die Bergung dar.

Für die Ernte von Wurzeldrogen besteht ein dringender Forschungsbedarf bezüglich einer tiefer rodenden Technik, welche das Erntegut dennoch gründlich von dem anhaftenden Boden reinigt und auf eine Transporteinheit ablegt. Hier gibt es nur wenige Entwicklungen, welche zusätzlich noch keine Serienreife erreicht haben.

Bislang sind wissenschaftliche Untersuchungen nicht bekannt, welche systematisch die Ernteverluste und die Rodequalitäten erfassen. Diese sind jedoch für eine Beschreibung und Weiterentwicklung der Erntetechnik notwendig und sollten für die wichtigsten Wurzeldrogen durchgeführt werden.

Fruchtdrogen

Für die maschinelle Ernte von Sanddorn und anderen Wildfrüchten wurde am Institut für Obstbau der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Humboldt-Universität zu Berlin eine Maschine entwickelt, welche im Praxiseinsatz erprobt worden ist. Hier liegen detaillierte Daten über die Wirtschaftlichkeit und die Arbeitsqualität vor, so dass hier von einem geringeren Forschungsbedarf auszugehen ist.

5 Anhang

Verzeichnis der Anhangtabellen:		Seite
Anhangtab. 1:	Technische Daten der Kamillenpflückmaschinen Hege und Linz III	67
Anhangtab. 2:	Technische Daten der Kamillenpflückmaschine Linz III	68
Anhangtab. 3:	Technische Daten der Kamillenpflückmaschine VZR-4	69
Anhangtab. 4:	Technische Daten der Riberi Grünguternter	70
Anhangtab. 5:	Technische Daten des Regent Mähbus 900	70
Anhangtab. 6:	Technische Daten des Obermaier Grünguternters	70
Anhangtab. 7:	Technische Daten des Grünguternters AH 264	71
Anhangtab. 8:	Technische Daten des Parzellengrünfütterernters Hege 212	71
Anhangtab. 9:	Technische Daten des Sonderkultureernters Hege 213	72
Anhangtab. 10:	Technische Daten des optimierten Grünguternters Hege 212	73
Anhangtab. 11:	Technische Daten des de pietri Grünguternters FH 40	74
Anhangtab. 12:	Technische Daten des umgebauten Fahr M 88	75
Anhangtab. 13:	Technische Daten des Grünguternters E 280	75
Anhangtab. 14:	Technische Daten des Tiefenrodgers Fobro 2000	76
Anhangtab. 15:	Technische Daten des Rüttelscharrodgers Wühlmaus RSR 850	76
Anhangtab. 16:	Technische Daten der Wildfruchterntemaschine	76
Anhangtab. 17:	Technologische Daten der Wildfruchternte	77

Technische Daten ausgewählter Erntetechnologien

Anhangtabelle 1: Technische Daten der Kamillenpflückmaschinen Hege und Linz III

	HEGE	LINZ 3		HEGE	LINZ 3
Trägermaschine			Pflücktrommel		
Gesamtlänge (mm)	5700	4500	Arbeitsbreite (mm)	2100	2800
Gesamtbreite (mm)	2950	3500	Durchmesser (mm)	1000	1000
Gesamthöhe (mm)	3000	2850	Drehzahl (1/min)	7-30	20-26
Spurweite (mm)	2100	2450	Kammleisten (Stück)	9	9
Achsabstand (mm)	2250	3480	Kammleistenwinkel (Grad)	0-30 (gesteuert)	2 (starr)
Bodenfreiheit vorne (mm)	700	470	Aushubhöhe (mm)	1000	750
hinten (mm)	530	410	Reinigungsbürsten (Stück)	9 (rotierend)	1 (starr)
Gesamtgewicht (kg)	3200	4600	Kammausführung		
Bunkerinhalt (m ³)	2,7	2,5	Zahnlänge (mm)	83	40
Überladedhöhe (mm)	2500	2400	Zahnbreite (mm)	8	8
Motorleistung (kw/PS)	37/50	48/65	Zahnstärke (mm)	5	2
Fahrtgeschwindigkeit (km/h)	0-16	1,2-20	Zahnabstand (mm)	3,3	3,5-5,5
Siebfläche (m ²) mit Abscheiderost (m ²)	0,73 1,19	---	Zahnspitzen	gebogen (20°)	gerade
Siebart (mm)	Rundloch (22)	---	Stengelabtrennung	6 Messer	9 Abdrück- bleche

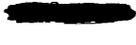
Anhangtabelle 2: Technische Daten der Kamillenpflückmaschine Linz III

2.0 Technische Daten der Pflückmaschine

Länge	4500 mm
Breite	3550 mm
Höhe (ohne Kabine)	2850 mm
Höhe (mit Kabine)	3650 mm
Masse	4,6 t
Treibstoff	Dieselmotorkraftstoff
Motor	D 242/ 65 PS
Treibstoffbedarf	max. 35 l/Schicht
Antriebsart	mechanisch über Winkel- bzw. Wende- getriebe
Kraftübertragung auf den Vorderantrieb	Schaltgetriebe mit Variator
Kraftantrieb auf andere Arbeitselemente	
Lenkung	Hydroantrieb hydrogestützt
Spurweite	2,45 m
Radabmessungen (Vorderräder)	24 / 1300
(Hinterräder)	16 / 600
Fortschrittsge- schwindigkeit	1,2 - 20 km/h; stufenlos
Trommeldurchmesser	1,0 m
Arbeitsbreite	2,8 m
Anzahl der Kammleisten auf der Trommel	9
Maße der Kammzinken	
Länge	40 mm
Breite	8 mm
Abstand	3 mm
Umlaufgeschwindigkeit der Trommel	
	22 - 26 U/min
Förderschneckenge- schwindigkeit	110 U/min
Elevatorgeschwin- digkeit	1,5 m/sec
Raffergeschwindig- keit	16 U/min
Kratzerkettenge- schwindigkeit	2 m/min
Volumen	2,5 m ³
Bunkerentleerung	2,5 min

Anhangtabelle 3: Technische Daten der Kamillenpflückmaschine VZR-4

TECHNICKÉ ÚDAJE

1. Adaptér pre zber rumančeka	
Typ:	VZR-4
Rozmery: — dĺžka	4 230 mm
— šírka	2 100 mm
— výška	1 180 mm
— hmotnosť	1 943,8 kg
Počet otáčok: — česacieho valca	0,58 s ⁻¹
— odstonkovača	12,25 s ⁻¹
— stieracieho valca	10,50 s ⁻¹
— závitkového dopr.	2,07 s ⁻¹
— predlohového hriad.	10,50 s ⁻¹
Výkonnosť:	0,3 ha/hod.
2. Motor	
Typ	D-50
Druh	štvordobý, vznetrový
Počet valcov	4
Obsah valcov	4 750 cm ³
Výkon	41,25 kW
Otáčky motora	1 700 min. ⁻¹
Alternátor	12 V, 500 W
3. Upravený podvozok	
Typ	E-302
Rozmery: — dĺžka	3 960 mm
— šírka	3 200 mm
Rozchod hnacích kolies	2 770 mm
Rozchod riadiacich kolies	2 400 mm
Rozvor kolies	2 400 mm
Polomer zatáčania	4 200 mm
Hmotnosť s kabínou	3 565 kg
Brzdy: nožná brzda	hydraulická Duo-Duplex
ručná brzda	mechanická
Spojka pojazdného ustrojenstva	jednokotúčová suchá
Palivová nádrž	100
Batéria	12 V, 180 Ah
Pneumatiky: hnacie koleso	16—20 10 PR A 19 p = 0,17 MPa
zadné koleso	10—15 AM A 13 p = 0,2 MPa
Jazdné rýchlosti:	
1. prevodový stupeň	1,7 až 4,3 km . H ⁻¹
2. prevodový stupeň	4,2 až 10,7 km . H ⁻¹
4. Podtlakový pneumatiký dopravník	
Priemer potrubia	160 mm
Počet potrubí	2
Otáčky ventilátora	2 900 min. ⁻¹
Nasávaný objem vzduchu	0,7 m ³ . s ⁻¹
Podtlak	5 000 Pa
Priemer remenice pre pohon ventilu	200 mm
Priemer remenice ventilátora	100 mm
5. Zásobník	
Rozmery: — dĺžka	1 920 mm
— šírka	1 800 mm
— výška	2 050 mm
— objem	3 m ³
6. Samohybný zberač rumančeka	
Typ:	VZR-4
Rozmery: — dĺžka	6 280 mm
— šírka	4 230 mm
— výška	3 500 mm
— konštrukčná šírka záberu	4 230 mm
— hmotnosť celková	5 300 kg
Orientačná cena: s nosičom	
bez nosiča	

Anhangtabelle 4: Technische Daten der Riberi Grüngüternter

HOMOLOGATED TOWED SELF-LOADING MOWING MACHINES

TECHNICAL DATAS		RS/75/R _{rollers}	RS/75/R.S.B.	RS/75/R	RS/65/R	RS/55/R	RS/45/R
Total weight	Kg.	3.400	3.100	2.800	2.300	1900	1600
Total length	mt.	8,10	8,10	8,10	7,39	6,42	6,00
Total width	mt.	2,13	2,10	2,10	2,10	2,10	1,85
Total height	mt.	2,90	2,80	2,80	2,80	2,80	2,60
Body length	mt.	5,30	5,30	5,30	4,60	3,60	3,30
Body width	mt.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,70
Body height	mt.	2,20	2,00	2,00	1,90	1,90	1,60
Capacity	mc.	21	21	21	19	14	11
Mowing bar width	mt.	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,65
Mowing bar height from ground	cm.	30	30	30	30	30	25
Axels	n.	02	02	02	02	01	01
Wheels 11.5.15.	n.	04	04	04	04	02	-
Wheels 10.0.75.	n.	-	-	-	-	-	02

Anhangtabelle 5: Technische Daten des Regent Mähbus 900

Gesamtlänge: ca. 6,50 m
Gesamtbreite: ca. 2,25 m
Arbeitsbreite: ca. 1,95 m
Gesamthöhe: ca. 2,25 m
Gewicht: ca. 1750 kg
Kraftbedarf ab: ca. 30 PS
Der Rauminhalt ist für ca. 50 GVE ausgelegt.

Anhangtabelle 6: Technische Daten des Obermaier Grüngüternters

Motor luftgekühlter Deutz-Viertakt-Diesel Motor
 51 KW 2300 min.-1
 Im Arbeitseinsatz 1500 min.-1

Getriebe mechanisch
 Allradantrieb

Bereifung vorne: 500/60 – 22,5
 hinten: 500/60 – 38

Abmessungen Arbeitsbreite 2.64 mtr.
 Gesamtbreite 3.00 mtr.
 Gesamthöhe mit Haube 3.95 mtr.
 Gesamthöhe ohne Haube 3.75 mtr.
 Gesamtlänge 6.70 mtr.

Ladehöhe von 2 mtr. – 4.7 mtr.

Anhangtabelle 7: Technische Daten des Grünguternters AH 264

Arbeitsbreite	2.64 mtr.
Gesamtbreite	3.00 mtr.
Gesamthöhe ohne Wurfband	2.40 mtr.
Gesamtlänge	5.00 mtr.
Ladehöhe	0 – 4.20 mtr.
Bereifung	500/45-22.5
Gesamtgewicht	2400 kg
Stützlast auf Schlepper	800 kg
Ernteleistung	ca. 1 ha/Std.

Anhangtabelle 8: Technische Daten des Parzellengrünfütterernters Hege 212

Grünfütterernter HEGE 212

- * **Grundmaschine mit folgender Ausrüstung:**
- * leistungsstarker wassergekühlter **4-Zylinder Diesel Motor 52 PS (38 KW)** ,
- * **hydrostatischer Fahrtrieb** über Radnabenmotoren mit **stufenloser Geschwindigkeitsregelung** von 0-16 km/h
- * **Multifunktionshebel** zur Fahrgeschwindigkeitsregulierung, Bedienung von Haspel Schneidwerk und Entleerung des Wiegebehälters
- * **Stop & Go Fußpedal** zum Halten und Anfahren (wie mit einer Kupplung)
- * ergonomische Anordnung aller Bedienungselemente und Informationsanzeigen,
- * **gefederter Fahrersitz** mit seitlichen Armlehnen
- * **Hydraulikanlage zum Heben und Senken von Schneidwerk, Haspel und Lenkung**
- * **hydraulisch angetriebenes Doppelmesser** (Fabrikat ESM) mit verstellbarer Messergeschwindigkeit
- * **hydraulisch angetriebene 4-teilige Pick-up Haspel** mit hydraulischer Drehzahlverstellung von 0-60 U/min
- * hydraulischer, verschleißarmer Antrieb von allen Förderbändern
- * **Bereifung** Lenkräder hinten: 5.50-8 6PR, Bereifung Antriebsräder vorn: s. Angebot
- * Spurbreite wahlweise 1,25 m, 1,50 m oder 1,90 m
- * **Anbaumöglichkeit** einer Probenhäckseinrichtung
- * **Anbaumöglichkeit** eines reihenunabhängigen Maishäckslers bei Grundmaschine mit Deutz-Turbo Dieselmotor mit 72 PS
- * **serienmäßiges Zubehör:** Werkzeug, Betriebsanleitung, Ersatzteilkatalog, Garantieschein

Anhangtabelle 9: Technische Daten des Sonderkulturernters Hege 213

Technische Daten

- Schnittbreite 2,70 m
- 4,0 l Perkins Turbo-Dieselmotor 74 kW / 101 PS
- Kraftstoffinhalt 180 l
- Hydrostatischer Fahrtrieb; 2-stufig; verstellbar von 0 - 10 und 0 - 20 km/h; Multifunktionshebel
- Hydraulische Lenkung

Bereifung

Vorne

Serienreifen 420/70 - R 24 (Reifenbreite 420 mm, Spurbreite 1.560 mm)

Hinten

- Serienreifen 26 x 12.00 - 12 AS (Durchmesser 662 mm, Reifenbreite 318 mm, Spurbreite 1.460 mm)
- Weitere Bereifung auf Anfrage

Maße und Gewicht

Gewicht ca. 4.200 kg

Länge ca. 7.90 m

Breite ca. 3,00 m

Höhe ca. 3,50 m

Zusatzausrüstungen

- Kabine (Klimaanlage bzw. Heizung)
- Allrad-Antrieb
- Betriebserlaubnis zum Fahren auf öffentlichen Straßen

Anhangtabelle 10: Technische Daten des optimierten Grüngüternters Hege 212

Abmessungen:		Fahrtrieb: Hydrostatischer Fahrtrieb mit Radnabenmotoren
Bodenfreiheit:	200 mm	
Radstand:	2.000 mm	
Spur vorn:	1.25 m - 1.90 m	Fahrgeschwindigkeit: Stufenlos von 0 bis 15 km/h
Spur hinten:	1.25 m - 1.90 m	
Länge mit Schneidwerk:	5.05 m	
Gesamtbreite mit 1.5 m Schneidwerk:	1.8 m	Regelung: Mit Fahrhebel
Gewicht:	1.800 kg	Schneidwerk:
		Schnittbreite: 1.50 m
Motor:		Schmitt Höhenverstellung: hydraulisch von 50 mm bis 800 mm
Bauart:	4 Zylinder Diesel	Messerantrieb: hydraulisch
Hubraum:	1.900 cm ³	Haspel: 4-teilige Pick-Up-Haspel
Kühlung:	wassergekühlt	Haspelantrieb: hydraulisch
Leistung:	38 kW/52 PS	Haspeldrehzahlverstellung: stufenlos von 0 - 60 U/min
Batterie:	12 V/66 Ah	
Bremsen:		Bunker:
Betriebsbremse:	hydrostatischer Fahrtrieb; hydraulische Trommelbremse	Länge: 137 cm
Handbremse:	mechanische Feststellbremse	Breite: 100 cm
		Höhe: 100 cm
		Inhalt: 1.37 m ³
Lenkung: Hydraulisch		Behälter für Kleinproben:
		Länge: 95 cm
Bereifung:		Breite: 50 cm
Vorn Serienreifen 10.0/75 x 15.3		Höhe: 40 cm
Terrareifen 29 x 15.50 x Terra		Inhalt: 0.19 m ³
Hinten Serienreifen 5.50-8.6PR		Füllgewicht: 10 - 12 kg

Anhangtabelle 11: Technische Daten des de pietri Grüngüternters FH 40

CARATTERISTICHE TECNICHE

Motore	Fiat N. cilindri 3 - 45/66
Potenza	CV 50
Cambio	Fiat 45/66 12 marce avanti + 3 retromarce
Differenziale ant. e post.	Fiat 45/66 con bloccaggio differenziale posteriore
Barra falciante	Busatis mt. 1,90 a comando idraulico
Ruote anteriori	12.65-16 8 pr.
Ruote posteriori	12.5-20 10 pr.
Velocità massima	Km/h 29
Sterzo	Servoassistito con idroguida
Movimenti	Idraulici
Elevatore	Catena a barre trasversali con comando idraulico, possibilità di inserire da 1 a 3 coltelli taglienti
Lunghezza massima	mt. 6,80
Larghezza massima	mt. 2,26
Passo	mt. 2,38
Altezza massima	mt. 2,53 - 2,68
Peso a vuoto	Kg. 3.200
Portata	Kg. 2.500
Capacità	m ³ 15

Anhangtabelle 12: Technische Daten des umgebauten Fahr M 88

Länge:	7,3 m
Breite:	3,4 m
Höhe:	3,2 m
Treibstoff:	Dieselmotorkraftstoff
Motor:	Typ Deutz 2450 u/min 79PS
Antriebsart:	
Kraftübertragung auf den Vorderantrieb:	Schaltgetriebe mit Variator
Arbeitselemente:	Hydroantrieb
Spurweite vorn:	2,10
Spurweite hinten:	1,30
Radstand (Vorderräder), Innen/Außen:	1,70/2,50 m
Radstand (Hinterräder), Innen/Außen:	1,15/1,5 m
Fortschrittsgeschwindigkeit:	0,5 bis 20 km/h stufenlos
Arbeitsbreite:	2,10 m
Volumen des Bunkers:	7,0 m ³
Bunkerkratzerketten-Geschwindigkeit:	stufenlos
Förderbandgeschwindigkeit:	stufenlos
mögliche Schritthöhe:	5-55 cm
Förderlänge:	4,0 m
Förderhöhe:	2,3 m

Anhangtabelle 13: Technische Daten des Grüngüternters E 280

Technische Daten:

		Transportstellung	Arbeitsstellung
Länge	mm	10320	5500
Breite	mm	2700	6700
Breite mit Schneidwerk	mm	3500	
Masse	kg	6950	

Fahrgeschwindigkeiten (auf ebener, befestigter Fahrbahn)

1. Gang	km/h	1,5 ... 3,8
2. "	km/h	3,5 ... 8,7
3. "	km/h	8,6 ... 21,5
Rückwärtsgang	km/h	3,6 ... 9,6

Arbeitsbreite	mm	3060
----------------------	----	------

Förderer:

		Schrägförderer	Beladeförderer
Länge	mm	3250	5120
Breite	mm	680	630
Schwenkbereich			± 90°
Übergabehöhe	mm		3350 min. 4250 max.

Anhangtabelle 14: Technische Daten des Tiefenrodgers Fobro 2000

FOBRO 2000	Typ 2135	Typ 2150
Arbeitsbreite	135 cm	150 cm
Traktorspurbreite	ca. 150 cm	ca. 180 cm
Gewicht ca.	770 kg	790 kg
Kraftbedarf	36 KW/50 PS	40 KW/55 PS
Durchlass	80 cm	
Zapfwelle	540 oder 1000 U/min Betriebsdrehzahl ca. 350 U/min.	
Arbeitstiefe	max. 30 cm	

Anhangtabelle 15: Technische Daten des Rüttelscharrodgers Wühlmaus RSR 850

Rüttelscharroder WÜHLMAUS RSR 850

Geeignet zum Roden und Lösen von tiefwurzelnden Kulturen, wie z.B. Meerrettich, Hopfen, Enzian, Schwarzwurzeln etc.

Anhängung:	mittig oder 350 mm seitlich nach rechts versetzt
Antrieb:	Gelenkwelle, 540 U/min.
Arbeitsbreite:	ca. 850 mm
Arbeitstiefe:	bis ca. 500 mm
Sieborgan:	gegenläufiges geteiltes Rüttelrost
Tiefenführung:	Durch die Dreipunkthydraulik des Schleppers.

Technische Daten:

Länge:	ca. 1700 mm
Breite:	ca. 1400 mm
Höhe:	ca. 1400 mm
Gewicht:	ca. 350 kg
Arbeitsbreite:	ca. 850 mm
Arbeitstiefe:	bis ca. 500 mm
Siebfläche:	ca. 0,85 m ²
Leistungsbedarf:	35 - 65 kW
Sonderzubehör:	Weitwinkelgelenkwelle

Anhangtabelle 16: Technische Daten der Wildfruchterntemaschine

Länge	: 8500 mm
Breite	: 2300 mm
Höhe-Arbeit/Transport	: 2800 mm/3200 mm
Masse	: 3780 kg
Antrieb	: über Traktorzapfwelle/ Vollhydraulisch n=400 U/min
Drehleistung	: 18 kW
Rüttelfrequenz/Amplitude	: 30 Hz/25 mm
Rütteldauer	: 2 s
Gebläsedrehzahl	: 800-1500 U/min

Anhangtabelle 17: Technologische Daten der Wildfruchternte

Leistungsparameter (1995)			Sanddorn	Hagebutte
Arbeits- geschwindigkeit	(m/h)	H	ca. 200	ca. 350
Flächenleistung	(ha/h)	H	0,22	0,29
Durchsatz (je nach Fruchtbesatz)	(kg/Mh)	H	bis 800	bis 800
Akh/Aufwand	(Akh/ha)	H	32	25
Verluste	(%)		10	1,6
Beimengungen	(%)		1,2	0,02

Adressen von Land- / Spezialmaschinenherstellern

Bärtschi-Fobro AG

Bernstraße 26
Postfach1
CH-6152 Hüswil/Schweiz
Telefon: --41(0) 419882121
Fax: --41(0) 419882286
www.fobro.com
e-mail: info@fobro.com

Claas

Claas KgaA mbH
Münsterstr. 33
33428 Harsewinkel
Telefonzentrale: 05247 – 120
Internet: www.claas.com
eMail: infoclaas@claas.com

de pietri

Officine Meccaniche De Pietri s.r.l.
Via Roma Nord, 61
42030 Vezzano s/e (Reggio E.) Italy
Tel.: (0522) 606181
Fax: (0522) 601425

ESM

Ennepetaler Schneid- und Mähtechnik GmbH u. Co KG
Kölner Straße 29
D-58256 Ennepetal
Tel. (02333) 9688-0
Fax (02333) 9688-88
E-mail: contact@esm-ept.de
Internet: www.esm.ept.de

Euro-Jabelmann

Euro-Jabelmann Veurink GmbH
Wilsumerstr. 30
D-49847 Itterbeck
Tel. 05948 / 93390
Fax 05948 / 933925
Internet: www.euro-jabelmann.de

Haldrup

J. Haldrup a/s
Bredgade 129
DK-9670 Logstor
Tel. +45 98671033
Fax +45 98674050
E-mail haldrup@haldrup.dk
Internet www.haldrup.dk

Hege

HEGE Maschinen GmbH
Hohebuch 5
D-74639 Waldenburg
Tel. ++49 (0) 7942109-0
Fax ++49 (0) 7942109-99
e-mail: hege@hege.com
Internet: www.hege.de

Hortiplus

Hortiplus GmbH
Russikerstrasse 53
CH-8330 Pfäffikon-Zürich
Tel. +49 (0) 19510040
Fax + 49 (0) 19505760
e-mail: info@hortiplus.ch
Internet: www.hortiplus.ch

Kranemann Gartenbaumaschinen

Hof 2

17194 Blücherhof

Telefon: 039933 / 71908

Telefax 039933 / 71910

Kranemann KGM.Bluecherhof@t-online.de

Merkantil-Pragsdorf (Kartoffeltechnik)

Merkantil Export-Import GmbH

Neubrandenburger Straße 28a

17094 Pragsdorf

Tel. 03966 211022

Fax 03966 211024

Internet: www.merkantil-pragsdorf.de

Müller

Carl Müller Landmaschinen

Hauptstraße 96

31171 Nordstemmen

Tel.: 05069 / 870

Fax: 05069 / 8749 oder 8752

Internet: www.cmueller.de

Niewöhner

Niewöhner GmbH & Co.KG Maschinenfabriken

Maschinenfabrik

Immelstr. 170

33335 Gütersloh

Telefon: 0 52 41/95 70 - 0

Karl Obermaier

Obermaier GmbH
Hauptstraße 45
D-67259 Heuchelheim
Tel.: 0623809837 – 0
Fax: 06238 9837 – 23
E-Mail: Obermaier-@t-online.de

Regent

Regent Pflugfabrik
F.&C. Berger
A-4800 Attnang-Puchheim
Tel.: (0043) 07674 / 62661
Fax: (0043) 07674 / 62207
E-mail: office@regent-berger.com
Internet: www.regent-berger.com

Riberi

di Riberi Sergio & C.
Via Saluzzo, 54b
12022 Busca (Cuneo) Italy
Tel.: (0171) 945266
Telefax: 945267
E-mail:seriberi@tin.it
www.paginegialle.it/riberiflli

Stihl

Stihl Vertriebszentrale
Robert-Bosch-Str. 13
64807 Dieburg
Tel.: (06071) 204-0
Fax: (06071) 204-129
Internet: www.stihl.de

6 Literaturverzeichnis

1. Adam, L., *Mündliche Mitteilung vom 02.04.03.* 2003: Güterfelde.
2. Adam, L. and B. Dittmann, *Färberpflanzen; Anbau, Ernte und Nacherntebehandlung: Krapp.* 2001/2002, Landesanstalt für Landwirtschaft, Land Brandenburg: Güterfelde. p. 1 -4.
3. Adam, L. and B. Dittmann, *Färberpflanzen; Anbau, Ernte und Nacherntebehandlung: Resede.* 2001/2002, Landesanstalt für Landwirtschaft, Land Brandenburg: Güterfelde. p. 1 - 4.
4. Adam, L. and U. Oberdoerster, *Nachtkerze; Anbau - und Ernteempfehlungen für den ökologischen und integrierten Anbau.* 2001, Landesanstalt für Landwirtschaft, Land Brandenburg: Güterfelde. p. 1 - 4.
5. Alpmann, L., *Ernte von Grassamen, Ölrettich, Rübsen und Senf*, in *Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 97 - 101.
6. Alsing, I., *Lexikon der Landwirtschaft.* Vol. 4. 2002, Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
7. Biertümpel, *Mündliche Mitteilung 11. 03. 03.* 2003: Jena/Dornburg.
8. Bok, K.P. and U. Gerling, *Claas Lohnunternehmerbrief.* 1992, Claas Vertriebsgesellschaft: Harsewinkel.
9. Bomme, U., *Kartoffelvollernter für Baldrian*, in *LW.* 1976. p. 26.
10. Bomme, U., *Heil- und Gewürzpflanzenenernte, Chancen für Spezialisten.* Landtechnik, 1989. **44**(5).
11. Bomme, U., *Kulturanleitung für Brennessel.* 1996, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.
12. Bomme, U., *Kulturanleitung für Arzneifenchel.* 1996, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.
13. Bomme, U., *Produktionstechnologie von Johanniskraut (Hypericum perforatum L.).* Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 1997. **2**(3): p. 127-134.
14. Bomme, U., *Kulturanleitung für Zitronenmelisse.* 2001, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.
15. Bomme, U., *Kulturanleitung für Baldrian.* 2001, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.

16. Bomme, U., *Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten von Heil- und Gewürzpflanzen - ein Überblick*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2002. **7**(4): p. 422 - 432.
17. Bomme, U., H. Eberlein, and G. Rödel, *Grünguternter für Heil- und Gewürzpflanzen optimiert*, in *Schule und Beratung*, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 2000: München. p. IV-10 - 15.
18. Carle, R. and K. Goma, *Technologische Einflüsse auf die Qualität von Kamillenblüten und Kamillenöl*. Pharm. Ztg. Wiss., 1992. **137**(2 - 5): p. 71.
19. Dachler, M. and H. Pelzmann, *Erntetechnik*, in *Arznei- und Gewürzpflanzen, Anbau - Ernte - Aufbereitung*. 1999, Österreichischer Agrarverlag: Klosterneuburg.
20. Dehe, M., et al., *Mündliche Mitteilung am 19.12.02*. 2002: Ahrweiler.
21. Dohne, E., *Ernte von Kreuzblättriger Wolfsmilch*, in *Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 117 - 120.
22. Dörfler, H., *Der praktische Landwirt*. Vol. 4. 1990, München: BLV Verl. Gesellschaft.
23. Dubiel, E., et al., *30 Jahre "Multimentha" (Mentha piperita L.)*. Drogenreport, 1988. **1**(1): p. 31-64.
24. Dubiel, U., *Der Majoran (Majorana hortensis (Moench)) und sein Anbau im Einzugsbereich des VEB Majoranwerkes Aschersleben*. Drogenreport, 1988. **1**(1): p. 65-72.
25. Ebert, K., *Kamille, Echte*, in *Arznei- und Gewürzpflanzen; Ein Leitfaden für Anbau und Sammlung*. 1982, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: Stuttgart.
26. Ebert, K. and H. Schubert, *Kamille-Ernte voll mechanisiert*. Deutsche Apotheker-Zeitung, 1962. **102**(6): p. 167-168.
27. Eichborn, H., *Landtechnik*. Vol. 7. 1999, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
28. Eisenhuth, F., *Die Züchtung von Valeria officinalis L. und der feldmäßige Anbau unter besonderer Berücksichtigung der Mechanisierung*. Herba Hungarica, 1966. **5**(2/3): p. 138 - 140.

29. Engler, E., *Gutachten Nr. 416, E 280 mit schwenkbarem Beladeband zur Gesamtpflanzenernte von Arznei- und Gewürzpflanzen - Variante 2* -. 1980, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim: Potsdam-Bornim. p. 1 - 5.
30. Ermann, P., *Mechanisierung des Anbaues, der Ernte, Trocknung und Aufbereitung von Speisezwiebeln sowie deren Lagerung*, in *Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Gemüsebau, Prof. Fritz* 1976, Technische Universität München: München-Weihenstephan.
31. Fröbus, I., C. Baier, and A. Plescher, *Erntemaschine für spezielle Arznei-, Gewürz und Aromapflanzen - Auswertung eines Pilotprojektes*. Drogenreport, 1997. **10**(18): p. 32-36.
32. Galambosi, B., *Harvesting and Cleaning Herb Seeds*. The Herb, Spice, and Medicinal Plant Digest, 1991. **9**(3): p. 1-4.
33. Galambosi, B., et al., *Introduction of *Leuzea carthamoides* DC. as an adaptive medicinal plant in the nordic climate*. Drogenreport, 1997. **10**(16): p. 5 - 9.
34. Gätke, R., M. Schmeiser, and E. Triquart, *Einsatz einer Wildfruchterntemaschine zur maschinellen Ernte weiterer Wildfruchtarten*. Flüssig Obst, 1994. **61**(12): p. 571 - 572.
35. Gätke, R. and E. Triquart, *Maschine zur mechanisierten Ernte von Sanddorn im Schnittverfahren*. Gartenbaumagazin, 1992(9): p. 57 - 58.
36. Gatterer, M. and U. Bomme, *Kulturanleitung für Eisenkraut*. 2002, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.
37. Gerdes, J., ed. *Claas Dreschanleitung Sonderfrüchte*. 1987, Voigt-Druck GmbH: Oerlinghausen.
38. Geyer, M., *Waschmaschinen für Gemüse auf der Plantec*. Taspo, 1993(38): p. 18 - 20.
39. Graf, C., et al., *Hypericum perforatum L.: Veränderung des mikrobiologischen Status während Ernte, Transport und Trocknung*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2002. **7**(1): p. 31-37.
40. Grotkass, C., *Mündliche Mitteilung vom 01.04.03*. 2003: Schnega.
41. Hackl, G., *Gelbsenf, *Sinapis alba* L., eine alte Kulturpflanze*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 1996. **1**(2): p. 48 - 54.

42. Hannig, H.J., et al., *Erfahrungen beim feldmäßigen Anbau von Stechapfel (Datura stramonium L.)*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2001. **6**(3): p. 155 - 157.
43. Haubner, A., *Anbau, Absatz und Wirtschaftlichkeit ausgewählter Heil-, Arznei- und Gewürzpflanzen*, in *Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Prof. Heißenhuber*. 1998, Technische Universität München-Weihenstephan: München-Weihenstephan. p. 168.
44. Hecht, H., *Technik und Verfahren für die Ernte von Medizinalpflanzen und Biorohstoffen*, in *Produktions- und Verwendungsalternativen für die Land- und Forstwirtschaft Nachwachsende Rohstoffe*, B.f.E.u. Forstwirtschaft, Editor. 1991, Bundesamt für Ernährung und Forstwirtschaft: Münster-Hiltrup. p. 562 - 571.
45. Hecht, H., T. Mohr, and S. Lambrecht, *Mechanisierung der Blütendrogenernte*. Landtechnik, 1992. **47**(6): p. 276-280.
46. Hecht, H., T. Mohr, and S. Lambrecht, *Mähdruschernte von Körnerdrogen*. Landtechnik, 1992. **47**(10): p. 494-496/504.
47. Herold, M., *mündliche Mitteilung am 13.03.03*. 2003: Artern.
48. Herold, M., et al., *Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von Chamomilla recutita L. (Rauschert) und Calendula officinalis L. für die Gewinnung von Blütendrogen*. Drogenreport, 1989. **2**(2): p. 43-62.
49. Heuner, P., *Mündliche Mitteilung am 06.03.03*. 2003: Lohra-Seelbach.
50. Hölscher, T., *Ernte von Wurzelgemüse*. 2000, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt.
51. Honermeier, B. and S. Siebenborn, *Mündliche Mitteilung am 07.01.03*. 2003: Gießen.
52. Hutter, I., et al., *Baptisia tinctoria (L.) R. Br.: Von der Wildsammlung zur in vitro vermehrten Kulturpflanze*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2001. **6**(1): p. 35 - 41.
53. Jensen, D., *Kamille wird gekämmt*. Akzente, 1997(1): p. 20 - 22.
54. Jensen, D., *Artischocke - Arznei vom heimischen Acker*. energie pflanzen, 2002(6): p. 12 - 14.
55. Kasper, J., *Ernte von Buchweizen*, in *Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 112 - 116.

56. Kienle, U., *Die Mechanisierung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaues*, in *Allg. Agrarwissenschaften, Fachrichtung Agrartechnik, Institut für Agrartechnik*. 1982, Universität Hohenheim: Stuttgart, Hohenheim.
57. Kromer, K.-H., G. Rödel, and C. Franz, *Tiefrodegerät für Gelben Enzian*. *Gemüse*, 1982(8): p. 290 - 292.
58. KTBL, *Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen*. 2002, KTBL: Darmstadt.
59. Lambowsky, H.-J., *Maschinen und Geräte für die Ernte, Teil 2. Gemüse*, 1983(8): p. 295 - 299.
60. Lambowsky, H.-J., *Maschinen und Geräte für die Ernte, Teil 3. Gemüse*, 1983(9): p. 329 - 330.
61. Lambowsky, H.-J., *Agritechnica. Gemüse*, 1986(1): p. 4 - 7.
62. Lück, L., *Heil- und Gewürzpflanzenanbau im Ökologischen Landbau*, in *Institut für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät, PD Schenk*. 1995, Humboldt-Universität zu Berlin: Berlin. p. 118.
63. Mänike, *Mündliche Mitteilung vom 11.03.03*. 2003: Leipzig.
64. Marquard, R. and E. Kroth, *Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen*. Vol. 1. 2001, Bergen/Dumme: Agrimedia GmbH.
65. Martinov, M. and D. Adamovic, *Mechanizovana Zentva Buhaca (pyrethrum cinerariaefolium Trev.) -Rezultati prvih testova-*. *Medicinal Plant Report*, 2002. **9**(9): p. 23 - 27.
66. Martinov, M. and J. Müller, *Produktion und Ernte von Pfefferminze in Jugoslawien*. hgk-Mitteilungen, 1990. **33**(4): p. 35 - 37.
67. Martinov, M. and J. Müller, *Produktion von Kamille in Jugoslawien*. hgk-Mitteilungen, 1990. **33**(5): p. 1 - 5.
68. Martinov, M. and J. Müller, *Erntemaschine für Kamille*. *Landtechnik*, 1992. **44**(10): p. 505-507.
69. Martinov, M., et al., *Zetva lisnatog lekovitog bilja*. *Medicinal Plant Report*, 2001. **8**(8): p. 23-33.
70. Mohr, T., *Untersuchung und Weiterentwicklung einer Erntemaschine für Heilpflanzen*. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 2002. **7**(Sonderausgabe): p. 196-202.
71. Mohr, T., *Erntemaschine für Heilpflanzenblüten*, in *Monatsschrift*. 2002. p. 218 - 219.

72. Mohr, T. and H. Hecht, *Entwicklung einer Pflückmaschine - Ernte von Echter Kamille (Chamomilla recutita [L.], Rauschert), Ringelblume (Calendula officinalis L.) und Johanniskraut (Hypericum perforatum L.)*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 1996. **1**(Sondernummer): p. 68-77.
73. Mohr, T., H. Hecht, and H. Eichhorn, *Vergleichende Untersuchungen einer verbesserten Pflückmaschine zur Gewinnung von Blütendrogen (Teil 2)*. Drogenreport, 1996. **9**(15): p. 5-9.
74. Mohr, T., H. Hecht, and H. Eichhorn, *Vergleichende Untersuchungen einer verbesserten Pflückmaschine zur Gewinnung von Blütendrogen der Echten Kamille (Chamomilla recutita L., Rauschert), Ringelblume (Calendula officinalis L.) sowie Johanniskraut (Hypericum perforatum L.)*. Drogenreport, 1996. **9**(14): p. 15-23.
75. Müller, H. and F. Pank, *Anbau von Fenchel (Foeniculum vulgare Mill.) im Direktsaatverfahren. 2. Mitt.: Ergebnisse von Versuchen zur Anbautechnik*. Drogenreport, 1989. **2**(3): p. 100-110.
76. Müller, H.R., F. Pank, and A. Plescher, *Anbauverfahren Kümmel (Carum carvi L.)*. Drogenreport, 1989. **2**(3): p. 77-86.
77. Müller, J., *Mündliche Mitteilung am 28.04.2003*. 2003: Wageningen.
78. Neuhauser, H., et al., *Sicherung des Anbaues der bayerischen Spezialkultur Meerrettich*. 2003, Landtechnischer Verein in Bayern e. V.: Freising. p. 33.
79. o.A., *Erntemaschine für Wildfrüchte.*, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachbereich Technik im Gartenbau, Humboldt-Universität zu Berlin: Berlin.
80. o.A., *Universalroder für Gemüsebau*. Gemüse, 1978(12): p. 393.
81. o.A., *Selbstfahrende Erntemaschine*. Gemüse, 1983(12): p. 428.
82. o.A., *Diadem-Schneidlader übernommen*. Gemüse, 1986(3): p. 167.
83. o.A., *Ein neuer Duft vom Acker, Salbei Muskateller*. Agrar-Übersicht, 1991(3).
84. o.A., *Bandschneider für die schonende Schnittlauchernte*. Gemüse, 2000(10).
85. Oberdoerster, U. and L. Adam, *Ergebnisse zum Anbau von Nachtkerze (Oenothera biennis L.) und Borretsch (Borago officinalis L.)*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2002. **7**(Sonderausgabe): p. 162 - 170.
86. Oebel, H., *Verfahrenstechnik von Heil und Gewürzpflanzen*, in *Institut für Landtechnik, Prof. Kromer*. 1989, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn: Bonn. p. 80.

87. Oheimb von, R., *Ernte von Mariendistel*, in *Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 105 - 111.
88. Overkamp, *Mündliche Mitteilung vom 12.03.03*. 2003: Aschersleben.
89. Pahlow, M., *Das grosse Buch der Heilpflanzen*. 2001, Augsburg: Bechtermünzer Verlag.
90. Pank, F., *Erste Versuchsergebnisse zum Anbau von einjährigem Kümmel*. *Herba Germanica*, 1995. **3**: p. 87-95.
91. Pank, F., *Fenchelanbau im Direktsaatverfahren*. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 1996. **1**(1): p. 17-21.
92. Pank, F., *Aktueller Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung und Ableitung des Bedarfes in den Bereichen Züchtungsforschung und Züchtung*. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 2002. **7**(4): p. 406 - 415.
93. Plescher, A., *Entwicklung und Prüfung einer selbstfahrenden Erntemaschine für Arznei-, Gewürz-, Aroma- und Färberpflanzen*. 1995, Pharmaplant: Artern.
94. Plescher, A., *Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von Kamille*. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 1997. **2**(4): p. 193 - 201.
95. Plescher, A., M. Herold, and Eichholz, *Mündliche Mitteilung vom 13.03.03*. 2003: Artern.
96. Poss, E., *Ernte, Aufbereitung und Lagerung von Körnerdrogen (Apiaceae)*, in *Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Gemüsebau, Prof. Fritz*. 1990, Technische Universität München: München-Weihenstephan.
97. Rackwitz, U., U. Schmidt, and E. Triquart. *Mechanisiertes Ernteverfahren für Wildrosen (Hagebutten)*. in *1. Internationale Wildfruchttagung*. 1997. Berlin: Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachbereich Technik im Gartenbau, Humboldt-Universität zu Berlin.
98. Reichart, *Mündliche Mitteilung vom 12.03.03*. 2003: Bernburg.
99. Rey, C., *Premiers résultats d'essais variétaux et culturaux des plantes médicinales et aromatiques*. *Revue suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 1985. **17**(3): p. 195 - 2000.
100. Rocksch, *Mündliche Mitteilung vom 02.04.03*. 2003: Berlin.
101. Rödel, G. and R. Rinder, *Mündliche Mitteilung am 06.02.03*. 2003: Freising.

102. Rohlfing, H.R. and G. Maser, *Verfahrensvergleich bei der Schnittlauchernete*. Gemüse, 1989(8): p. 386.
103. Ruehl and Bramm, *Mündliche Mitteilung vom 31.03.03*. 2003: Braunschweig.
104. Rüllicke, A., *Gutachten Nr. 353, Kamillenpflückmaschine Linz III*. 1978, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim: Potsdam-Bornim. p. 1 - 7.
105. Salamon, I., *Production of Chamomile, Chamomilla rectutita (L.) Rauschert, in Slovakia*. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 1992. **1 (1/2)**: p. 37 - 45.
106. Sauter, G.J., et al., *Roden von Meerrettich*. Landtechnik, 2002. **57(4)**: p. 204 - 205.
107. Schilcher, H., *Die Kamille, Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler*. 1987, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
108. Schlaghecken, J., *Erntemaschine für Blattgemüse*, in *Monatsschrift*. 2000. p. 820 - 821.
109. Schmid, W., *Anbau von Ginkgo biloba L.* Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2001. **6(3)**: p. 165 - 167.
110. Schneider, E., G. Stekly, and P. Brunner, *Domestikation von Bergfrauenmantel (Alchemilla alpina agg.)*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 1999. **4(3)**: p. 134-140.
111. Schuring, M. and G. Rödel, *Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen, in Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 101 - 104.
112. Schütze, R., *Über Pflückapparate zur Kamillenernte*. Pharmazie, 1948. **3(5)**: p. 236 - 237.
113. Schweinitz, G.v., S., *Ernte von Sonderfrüchten - aus Sicht eines Mähdrescherherstellers, in Mähdruschernte von Sonderfrüchten*, K.f.T.u.B.i.d.L.e.V. (KTBL), Editor. 1990, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt. p. 59 - 63.
114. Seitz, P. and S. Paulus, *Optimierung von Mähdruschverfahren zur Körnerdrogenernte*. 1988, Hessisches Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Landentwicklung: Kassel.

115. Stekly, G., et al., *Entwicklung eines Erntegerätes für Kulturen von Bergfrauenmantel (Alchemilla alpina agg.)*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2002. **7**(Sonderausgabe): p. 203-207.
116. Stettberger, S., *Analyse der Wirtschaftlichkeit des Heil- und Gewürzpflanzenanbaues in Bayern anhand von ausgewählten einheimischen Kulturen an verschiedenen Standorten*, in *Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Gartenbaues und der Landsp.* 1995, Technische Universität München-Weihenstephan: München-Weihenstephan.
117. Straub, M. and Mühleisen, *Mündliche Mitteilung am 07.02.03.* 2003: Schwäbisch Gemünd.
118. Triquart, E., *Mechanisierte Ernte von Hagebutten*. Taspo, 1997(12): p. 52 - 53.
119. Triquart, E. *Mechanisierte Ernte kleinfrüchtiger Wildfruchtarten*. in *1. Internationale Wildfruchttagung.* 1997. Berlin: Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachbereich Technik im Gartenbau, Humboldt-Universität zu Berlin.
120. Varga, I. and L. Trefas, *The state and characteristics of mechanization in medicinal plant production*. Herba Hungarica, 1975. **14**(2/3): p. 135-149.
121. Walter, G., *Ganzpflanzenernte von Arznei- und Gewürzpflanzen mit dem Langgutlader E 280-L*, in *Feldwirtschaft*. 1982. p. 540 - 543.
122. Zalecki, R. and S. Kordana, *Der Anbau der Mariendistel (Silybum marianum (L.) Gaertn.) in Polen*. Drogenreport, 1993. **6**(10): p. 7-11.