

Verfahrenstechnik in Intensivkulturen

Aufgaben und Bedeutung für Industrie und Wissenschaft

Von Eberhard Moser, Hohenheim *)

DK 631.358:631.558:633.004.12

Auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik in Intensivkulturen vollzieht sich seit einigen Jahren in den meisten Ländern eine sehr lebhaft technische Entwicklung. Wissenschaft und Industrie bemühen sich gemeinsam um vollständige, mechanisierte Produktionsverfahren für Erzeugnisse aus Intensivkulturen. Dieser technische Entwicklungsprozeß muß sich in kürzester Zeit vollziehen, wenn die deutsche Landwirtschaft konkurrenzfähig bleiben und die deutsche Industrie den Anschluß an den internationalen Stand der Technik auf diesem Gebiet nicht verlieren will. Die Bemühungen erhalten durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften, die steigenden Löhne, welche hohe Produktionskosten bedingen, und durch den wachsenden Konsum solcher Erzeugnisse ständig neuen Antrieb.

1. Wirtschaftliche Bedeutung der Intensivkulturen

Die Produktion landwirtschaftlicher Güter in der Bundesrepublik Deutschland hat in den letzten Jahren einen Wert von nahezu 37 Mrd. DM erreicht [1]. Der Produktionswert der pflanzlichen Erzeugnisse allein betrug dabei etwa 11 Mrd. DM. Analysiert man den Wertanteil der einzelnen pflanzlichen Produktionszweige, so stellt man überrascht fest, daß die Sonderkulturen mit 52 % bereits heute mehr als die Hälfte zu diesem Produktionswert beitragen.

Dieser Wert wird auf einer Fläche von nur 267 000 ha erwirtschaftet; das entspricht etwa 2 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Bundesrepublik Deutschland. Den Hauptanteil erbringen die Erzeugnisse der sogenannten klassischen Intensivkulturen, also des Obst-, Gemüse- und Weinbaues. Der Rest wird aus dem Erlös des Blumen- und Zierpflanzenbaues, sowie des Hopfen-, Tabak- und Kräuteranbaues erzielt. Der jährliche Produktionswert von Obst, Gemüse und Weinen beträgt gegenwärtig allein schon etwa 3,2 Mrd. DM. Das entspricht etwa dem jährlichen Umsatz der gesamten Ackerschlepper- und Landmaschinenindustrie in der Bundesrepublik Deutschland.

Der Konsum von Erzeugnissen aus Intensivkulturen nimmt in der Bundesrepublik Deutschland gegenwärtig jährlich um etwa 3 bis 5 % zu. Die Entwicklung in anderen europäischen Ländern und in den USA läßt darauf schließen, daß durch den Wandel der Verbrauchergewohnheiten, wie auch durch neue Konservierungstechniken, der pro-Kopf-Verbrauch dieser Produkte in den kommenden Jahren in der Bundesrepublik Deutschland noch schneller ansteigen wird. Der nicht unbedeutende Fehlbedarf dieser Produkte muß bereits jetzt – und in der Zukunft mehr denn je – aus Drittländern mit niedrigem Lohnniveau und günstigeren klimatischen Bedingungen gedeckt werden, wenn nicht durch eine gezielte Mechanisierung die Produktionskosten niedrig gehalten werden

*) Prof. Dr.-Ing. E. Moser ist Leiter der Abteilung < Technik im Obst-, Gemüse- und Weinbau > an der Universität Hohenheim.

können bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung der Erntegüter. Eine Erhöhung der Produktion unter Beibehaltung einer normalen Entwicklung des Kostenindex ist aber nur dann möglich, wenn die Arbeiten in Intensivkulturen vollständig mechanisiert, die Anbauflächen gleicher Kulturarten gezielt vergrößert und die Anbautechniken weiter verbessert werden.

2. Stand der technischen Entwicklung

Gegenüber anderen Produktionsbereichen der Landwirtschaft, in denen die Verfahren für die Erzeugung und die Gewinnung von pflanzlichen und tierischen Produkten in den vergangenen Jahrzehnten systematisch mechanisiert und zum Teil auch automatisiert worden sind, stehen wir auf vielen Gebieten der Verfahrenstechnik in Intensivkulturen mitten in dieser technischen Entwicklung [2]. In Intensivkulturen konnten bis heute nur ganz vereinzelt geschlossene mechanisierte Arbeitsabläufe von der Bodenbearbeitung, über die Saat, die Pflanzenpflege, die Ernte, den Transport und die Lagerung bis zur primären Weiterverarbeitung und Konservierung verwirklicht werden. Während die Arbeiten des Anbaues, der Pflanzenpflege und der Aufbereitung weitgehendst mechanisiert sind, wird die Prozeßfolge im Produktionsverfahren meistens bei den lohnintensiven Erntearbeiten unterbrochen [3, 4, 5]. Diese Arbeiten können aber, wenn sie von Hand ausgeführt werden müssen, durchschnittlich bis zu etwa 50 % – in einzelnen Fällen, wie beispielsweise bei Steinobst und Einlegegurken bis zu 60 % – der gesamten Erzeugungskosten, oder bis zu etwa 70 % des Gesamtzeitaufwandes, der für diese Kulturen notwendig ist, ausmachen. Die Arbeitsproduktivität bzw. der Deckungsbeitrag, der den um die variablen Maschinen- und Sachkosten verminderten Geldertrag und den Zeitaufwand bei der Produktion von Erzeugnissen dieser Intensivkulturen berücksichtigt, ist deswegen je nach Mechanisierungsgrad gegenüber anderen landwirtschaftlichen Produktionszweigen sehr niedrig und liegt zwischen 3 und maximal 25 DM/Akh [6]. Aus diesem Grund ist es neben der technischen Vervollkommnung einiger mechanisierter Arbeitsverfahren wie beispielsweise des Pflanzenschutzes unerlässlich, die Mechanisierung der Erntearbeiten voranzutreiben.

3. Probleme der Mechanisierung

Die Schwierigkeiten bzw. die Probleme, die sich bei der Mechanisierung der Arbeitsabläufe insbesondere bei der Ernte und der Entwicklung neuer Produktionsverfahren in Intensivkulturen ergeben, haben unterschiedliche Ursachen.

Die verhältnismäßig geringen Gesamtanbauflächen in der Bundesrepublik Deutschland und die unterschiedlichen Kulturarten und Anbautechniken, die verschiedene Produktionsverfahren und Maschinen bedingen, versetzen die Landmaschinenindustrie in die schwierige Lage, bei geringen zu erwartenden Stückzahlen und hohen Entwicklungskosten kostengerecht zu produzieren. Größere Landmaschinenfabriken sind dafür nur sehr schwer zu gewinnen, so daß die Herstellung solcher Maschinen und Geräte, ähnlich wie in den USA, Frankreich und Italien, von kleinen bis mittleren Betrieben übernommen werden muß. Die technische Entwicklung

muß dann vielfach, weil sich solche Firmen aus finanziellen Gründen keine eigene Forschung leisten können, durch den Ausbau von wissenschaftlichen Institutionen und durch finanzielle Unterstützung der Firmen seitens des Staates getragen werden, wie es bereits in vielen Ländern erfolgreich praktiziert wird.

Die größten Schwierigkeiten, die eine Mechanisierung der Erntearbeiten in Intensivkulturen lange Zeit als unmöglich erscheinen ließen, liegen darin, daß die Früchte bzw. Pflanzen oft nicht zum selben Zeitpunkt reifen, die zulässigen mechanischen und thermischen Beanspruchungen des Erntegutes, wie auch der meist mehrjährigen Pflanze sehr gering, die Ablöse- bzw. Trennkräfte dagegen aber meist sehr groß sind.

4. Die Bedeutung biotechnischer Stoffkennwerte

Für die Entwicklung geeigneter wirtschaftlicher Produktions- und insbesondere Ernteverfahren wie auch für die konstruktive Ausführung und optimale Auslegung von Maschinen und Bauelementen ist die Kenntnis der biotechnischen Eigenschaften von Pflanze und Erntegut unabdingbare Voraussetzung, Bild 1, [7, 8]. Bekanntlich werden bei der Gewinnung von Obst, Gemüse und Weinen physikalische Grundverfahren des Trennens, Klassierens, Mischens, Förderns, Konservierens und Lagerns sowie chemische und biologische Verfahren angewendet. Während für die Lagerung und Weiterverarbeitung der Früchte vor allem die biologischen und chemischen Stoffkennwerte berücksichtigt werden müssen, sind für die zur Anwendung kommenden Ernte-, Klassier- und Lagerverfahren vorwiegend die physikalischen Kenndaten, d.h. die mechanischen, thermischen, optischen und elektrischen Eigenschaften von Frucht und Pflanze von großer Bedeutung.

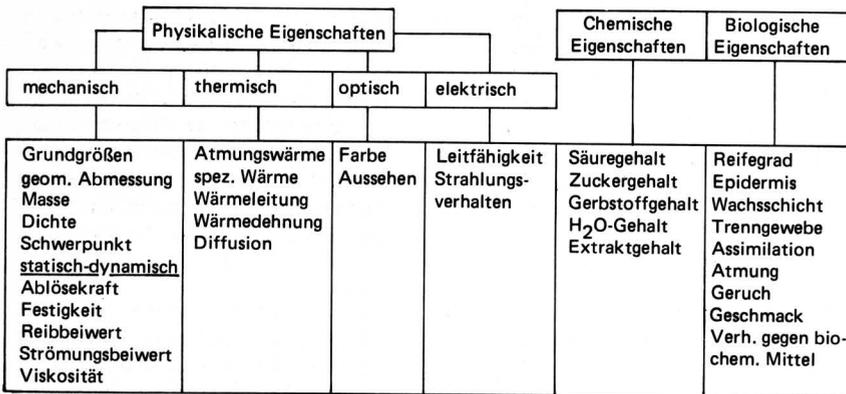


Bild 1. Biotechnische Eigenschaften von Erntegütern aus Intensivkulturen.

Für die Bemessung der Erntemaschinen, der Transport- und Klassiereinrichtungen sind beispielsweise die geometrischen Abmessungen, die Massen und Dichten zu ermitteln. Für den Ablöse-, bzw. Trennvorgang zwischen Frucht und Pflanze ist unter anderem die Größe der Trennkraft und die Festigkeit von maßgeblichem Einfluß. Die Druckfestigkeiten der Früchte, wie auch die Reib- und Strömungsbeiwerte bestimmen wiederum die konstruktive Ausbildung von Auffang-, Förder-, Trenn- bzw. Reinigungs- und Transporteinrichtungen.

Für die Lagerung sind die thermischen Eigenschaften der Früchte und für die Klassierung, neben anderen Faktoren, auch optische Kenndaten ausschlaggebend. Zur Bestimmung dieser biotechnischen Eigenschaften von Pflanze und Frucht aus Intensivkulturen, wie auch für die Auswahl maschinengerechter Sorten, Anbautechniken, Pflegemaßnahmen und Ernteverfahren, ist zukünftig eine noch engere Zusammenarbeit von Ingenieuren und Biologen wünschenswert und unbedingt erforderlich.

5. Verfahrenstechniken in der Obst-, Gemüse- und Traubenernte

Stellvertretend für die Vielzahl der auch pflanzenbaulich unterschiedlichen Kulturarten sollen an Beispielen aus dem Obst-, Gemüse- und Weinbau verschiedene Verfahrenstechniken bei der Ernte der Früchte aufgezeigt und technisch-wirtschaftlich miteinander verglichen werden. Diese Darstellungen berücksichtigen nur die wichtigsten und in der Praxis bereits eingeführten Ernteverfahren. Gleichzeitig geben sie Hinweise über die bisherige und mögliche zukünftige Entwicklung der Erntetechnik in Intensivkulturen.

Die verschiedenen Verfahrenstechniken bei der Ernte von Obst, Gemüse und Trauben unterscheiden sich grundsätzlich darin, wie weit die einzelnen Arbeitsgänge: Abtrennen, Fördern, Reinigen, Klassieren, Lagern und Transportieren nicht, d.h. von Hand, nur teilweise oder vollständig von Werkzeugen oder Maschinen durchgeführt werden. Für die Berechnung der technischen, arbeitswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Kenndaten der einzelnen Ernteverfahren wurden größtenteils eigene Versuchsergebnisse zugrunde gelegt. Zur Ermittlung der Erntekosten wurden in der Landwirtschaft übliche Berechnungsverfahren, Kenndaten und Annahmen herangezogen. Der Einfluß des optimalen Erntezeitpunktes blieb unberücksichtigt, jedoch wurden bestimmte Ernte-Zeiträume zugrunde gelegt.

5.1 Ernteverfahren und -kosten für Strauchbeeren

Die derzeit möglichen und wirtschaftlich geeigneten Ernteverfahren für die Ernte von Strauchbeeren — insbesondere von schwarzen Johannisbeeren — und ihre Kenndaten, die Ernte- und Flächenleistung wie auch die Verluste, sind in Bild 2 zusammengestellt. Beim teilmechanisierten Ernteverfahren wird das manuelle Pflücken ersetzt durch Schütteln mit einem elektrisch oder pneumatisch angetriebenen Handschüttler, der die Zweige in Schwingungen bringt und die Frucht durch Massenkräfte ablöst. Die Früchte werden in Behältern aufgefangen, transportiert und mittels eines Luftstromes von Ast- und Blatteilen getrennt. Bei vollmechanisierten Ernteverfahren wird der Strauch in der Maschine geteilt, um eine vollständige Abtrennung der Früchte durch die Schwingschüttler zu erreichen. Die Schlepperanbau- und Selbstfahrmaschinen sammeln, reinigen und lagern das Erntegut in einem kontinuierlichen Arbeitsverfahren. Der Antrieb der einzelnen Aggregate erfolgt hydraulisch, mit stufenloser Drehzahlregelung zur Anpassung an die Erntebedingungen. Die notwendige

Antriebsleistung beträgt bei Selbstfahrmaschinen, welche die Strauchreihen übergrätschen bis zu 70 kW.

Gegenüber der Handernte kann die Ernteleistung mit teilmechanisierten Verfahren auf das 8-fache, mit vollmechanisierten Verfahren auf das 110-fache bzw. 165-fache gesteigert werden [9]. Mit zunehmendem Mechanisierungsgrad in der Erntetechnik steigen jedoch die Verluste bis auf 20 bzw. 30 % an.

Wie aus dem Diagramm in Bild 3 ersichtlich ist, nehmen die Erntekosten bei teil- und vollmechanisierten Ernteverfahren mit zunehmender Anbaufläche hyperbolisch ab. Mit Handschüttlern können die Erntekosten bei Anbauflächen bis zu einem ha, mit vier Arbeitskräften und in einem Erntezeitraum von 14 Tagen, gegenüber der Handernte bestenfalls bis auf die Hälfte gesenkt werden. Für größere Anbauflächen kann dieses Verfahren nur noch dann angewendet werden, wenn genügend Arbeitskräfte vorhanden sind. Vollerntemaschinen arbeiten gegenüber Handernte- bzw. teilmechanisierten Ernteverfahren bereits ab 1 ha bzw. 3 ha Anbaufläche wirtschaftlich. Die jährliche Flächenleistung, die bei Anbau-Vollerntemaschinen mit zwei Arbeitskräften erreicht wird, liegt bei 10 ha, diejenige der Selbstfahrmaschinen bei etwa 15 ha.

Ernte- verfahren				
	Handernte	Teilmech. Ernte	Vollmechanische Ernte	
Kenndaten				
Gerät		Handschtütler	Schwing-schtütler Anbau-M.	Schwing-schtütler Selbstfahr-M.
Erntelstng. (kg/Akh)	4,5	35	500	750
Flächenlstng. (ha/h)	$0,56 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	0,06	0,1
Verluste(%)	10	8	20	30

Bild 2. Kenndaten verschiedener Verfahren für die Strauchbeeren-ernte.

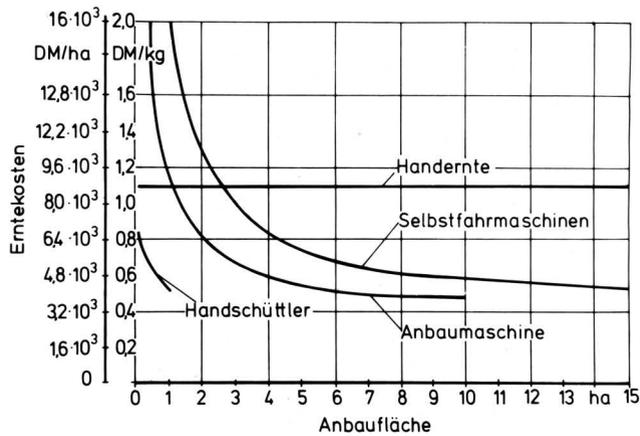


Bild 3. Erntekosten verschiedener Ernteverfahren für schwarze Johannisbeeren in Abhängigkeit von der Größe der Anbaufläche (Ertrag: 8 000 kg/ha).

Ernte- verfahren				
	Handernte	Teilmech Ernte	Vollmechanische Ernte	
Kenndaten				
Gerät		Erntehilfe Anbaugerät	Pflanz-Ausricht M. Anbau M.	Selbstfahr M.
Erntegänge	6	6	4	1
Erntelstng. (kg/Akh)	40	70	125	1500
Flächenlstng. (ha/h)	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$	$17 \cdot 10^{-3}$	0,25
Verluste(%)	5	5	15	25

Bild 4. Kenndaten verschiedener Verfahren zur Ernte von Einlegegurken.

5.2 Ernteverfahren und -kosten für Einlegegurken

Die Verfahrenstechniken bei der Ernte von Feldgemüse sind vielfältig und zum Teil sehr problematisch, wenn die Früchte nicht zum selben Zeitpunkt reifen. Am Beispiel von Einlegegurken sollen, wie **Bild 4** zeigt, die derzeit möglichen Ernteverfahren aufgezeigt werden [10]. Bei der teilmechanisierten Ernte werden die Arbeitskräfte in liegender oder sitzender Haltung über das Feld gefahren, so daß durch den Transport von Arbeitsperson und Ernte-

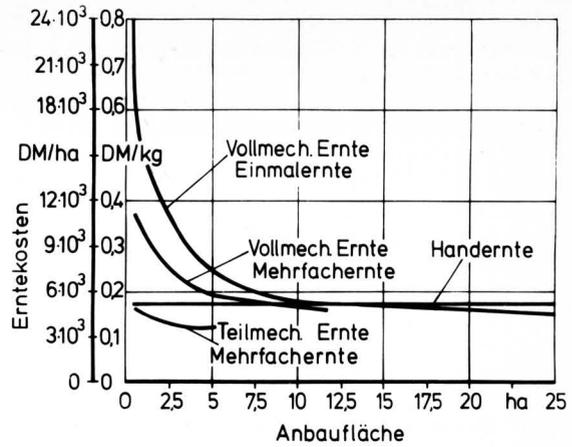


Bild 5. Erntekosten verschiedener Ernteverfahren für Einlegegurken in Abhängigkeit von der Größe der Anbaufläche (Ertrag: 30000 kg/ha).

gut gegenüber der Handernte eine Steigerung der Ernteleistung auf das 1,7-fache möglich wird. Für die Mehrfach-Erntemethode ist während der Wachstumsperiode und zwischen den einzelnen Erntegängen eine Orientierung bzw. Ausrichtung der Pflanzen notwendig, die größtenteils mit Hilfe eines Gebläseluftstromes durchgeführt wird. Die Ernteleistung kann unter Berücksichtigung der zusätzlichen Pflegemaßnahmen deshalb gegenüber der manuellen Ernte nur auf das 3-fache gesteigert werden. Grundsätzlich stellen Ernteverfahren, die eine Auswahl erntereifer Pflanzen treffen, technisch-wirtschaftlich keine optimale Lösung dar, weil kostenaufwendige Maschinen und mehrere Arbeitsgänge notwendig sind.

Mit Verfahren, die alle Früchte in einem Arbeitsgang abernten, erzielt man dagegen hohe Ernteleistungen, die bei Einsatz von fünf Arbeitskräften bei 1500 kg/Akh liegen. Obwohl in den letzten Jahren durch vielerlei Maßnahmen, wie Züchtung geeigneter Sorten, Verbesserung der Aussaattechniken, der Standraumzumessung, der Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen und Einführung des Anbaues unter Folien, günstigere Voraussetzungen hinsichtlich der gleichmäßigen Erntereife und damit auch einer einheitlichen Größe der Früchte erreicht wurden, liegen die Verluste immer noch bei etwa 25 %.

Maschinen für das Einmal-Abernteverfahren werden als Anhänger oder auch als Selbstfahrmaschinen gebaut. Die Trennung der Frucht von der Pflanze erfolgt durch Walzen, die mit hoher Umfangsgeschwindigkeit umlaufen, den Strunk sowie die Blätter erfassen und abscheiden. Die Klassierung bzw. das Auslesen von beschädigten Früchten kann bereits in der Erntemaschine erfolgen.

Aus den dargelegten Gründen lassen sich die Erntekosten durch vollmechanisierte Ernteverfahren auch bei größeren Anbauflächen gegenüber der Handernte nicht wesentlich verringern, **Bild 5**. Eine leichte Senkung der Erntekosten ist nur mit Erntehilfen möglich. Der begrenzende Faktor ist auch bei dieser Gemüseart die Anzahl der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte. Legt man eine übliche Erntezeitspanne von etwa 50 Tagen zugrunde, so bewältigt eine Arbeitskraft nur 0,65 ha. Die zukünftige Aufgabe für Ingenieure und Biologen wird deshalb darin bestehen müssen, durch geeignetere Anbaumethoden, Züchtungen und Weiterentwicklung von Verfahrenstechniken die Ernteleistung der Maschinen zu erhöhen und die Verluste zu senken.

5.3 Ernteverfahren und -kosten für Trauben

Die lebhafte Entwicklung auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik der Traubenlese, die vor allem von den USA ausgeht, konzentriert sich auf Selbstfahr-Erntemaschinen, **Bild 6**, welche die Zeilen überfahren und durch Schwingschtütler die Trauben von der Rebe aberntet, reinigen und zwischenlagern [11, 12].

Ein in der Bundesrepublik Deutschland entwickeltes, teilmechanisiertes Ernteverfahren, welches Trauben mit Blatteilen durch einen Saugluftstrom aberntet, konnte sich wegen der Geschmacksbeeinflussung durch die Beimengungen nicht durchsetzen. Eine vorherige chemische, thermische oder mechanische Entblätterung der Traubenzone ist aus pflanzenphysiologischer, aus wissenschaftlicher, wie auch aus der Sicht der Rückstandsprobleme undenkbar. Außerdem konnte die erzielte Ernteleistung nicht befriedigen. Mit Selbstfahr-Vollerntemaschinen dagegen konnte gegenüber der Hand-Ernte die Ernteleistung auf das 60-fache gesteigert werden bei nur geringen Verlusten. Die Antriebsleistung der Erntemaschinen beträgt durchschnittlich 55 kW. Die einzelnen Baueinheiten wie Fahrtrieb, Schüttler, Transport- und Reinigungseinrichtung werden hydraulisch mit stufenloser Drehzahlregelung angetrieben. Der Einsatz dieser Erntemaschinen ist nur in flachen Lagen bei bestimmten Standraumverhältnissen (Reihenabstand > 3 m) und Erziehungssystemen möglich. Die Anbauer in den meisten europäischen Staaten bemühen sich deshalb seit kurzem bei Neuanlagen, diesen Tatsachen Rechnung zu tragen.

Ernteverfahren			
	Handernte	Teilmech. Ernte	Vollmech. Ernte
Kenndaten			
Gerät		Absaugen Anhänge-M.	Schwing-schüttler Selbstfahr-M.
Erntestng (kg/Akh)	33	250	2000
Flächenstng. (ha/h)	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$75 \cdot 10^{-3}$	0,2
Verlustel(%)	5	10	5

Bild 6. Kenndaten verschiedener Verfahren zur Ernte von Weintrauben.

Hinsichtlich der Erntekosten bei den verschiedenen Verfahren weist auch hier, wie **Bild 7** zeigt, die technische Entwicklung den Weg zu größeren, zusammenhängenden Anbauflächen, zum genossenschaftlichen Einsatz der Maschinen oder zur Vergabe der Erntearbeiten an Lohnunternehmer. Obwohl bereits bei einer Anbaufläche von 25 ha ein wirtschaftlicher Einsatz solcher Erntemaschinen gegeben ist, wird dieses Verfahren, wegen der besonderen Situation im deutschen Weinbau nur sehr zögernd Eingang finden. Die bestimmenden Faktoren für den zeitlichen Ablauf dieser Entwicklung werden zukünftig in der Bundesrepublik Deutschland die Verfügbarkeit und die Kosten der in der Landwirtschaft tätigen Arbeitskräfte darstellen.

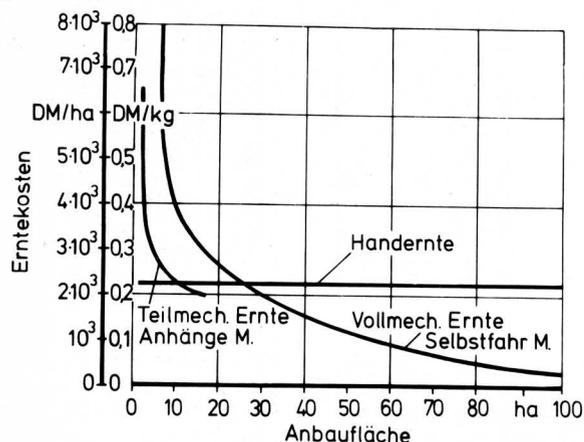


Bild 7. Erntekosten verschiedener Ernteverfahren für Weintrauben (Ertrag: 10000 kg/ha) in Abhängigkeit von der Größe der Anbaufläche.

6. Zusammenfassung

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß wir trotz der in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in der Verfahrenstechnik in Intensivkulturen noch mitten in einem technischen Entwicklungsprozeß stehen. Die Aufgaben von Industrie und Wissenschaft in den kommenden Jahren müssen darin bestehen, technisch und wirtschaftlich optimale Produktionsverfahren zu verwirklichen, um den Anschluß an den internationalen Stand der Technik auf diesem Gebiet wieder zu erlangen.

Die Entwicklung in der Erntetechnik weist eindeutig in die Richtung auf selbstfahrende, kontinuierlich arbeitende Vollerntemaschinen mit hohen Leistungen, die das Erntegut schonend behandeln und beispielsweise bei Gemüse in einem Arbeitsgang, also ohne Auswahl, die Pflanze bzw. die Frucht abernten. Es sind dabei noch viele Probleme hinsichtlich der zu Anwendung kommenden Verfahrenstechniken, wie auch hinsichtlich der Konstruktion einzelner Bauelemente bzw. Werkzeuge und Maschinen zu lösen. Die Schwierigkeiten bei Intensivkulturen sind gegenüber anderen landwirtschaftlichen Kulturen sehr viel größer. Eine wirtschaftlich optimale Lösung dieser Probleme ist daher nur dann zu erreichen, wenn in Zukunft eine noch engere Zusammenarbeit zwischen Biologen, Ökonomen und Ingenieuren zustande kommt.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] ● Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1972.
- [2] Bakós, J.: Methodische Fragen der Prognose der Mechanisierung des Gartenbaues. IV Kongress über Mechanisierung im Gartenbau. (Berichtsheft); Keszethely, Ungarn (1973) S. 3/12.
- [3] Moser, E.: Neue Entwicklungstendenzen der Technik im Obstbau. Gartenbau-Wissenschaft Bd. 36 (1971) H. 4, S. 361/77.
- [4] Moser, E.: Angewandte Verfahrenstechnik bei der mechanischen Ernte von Gemüse. Landtechnische Forschung Bd. 18 (1970) Nr. 1, S. 16/21.
- [5] Moser, E.: Mechanisierung der Traubenernte, Stand und Entwicklungsrichtung. Vitis-Berichte über Rebenforschung Bd. 8 (1969) S. 314/24.
- [6] ● Datensammlung für die Betriebsplanung Obst-, Gemüse- und Weinbau. Landesanstalt für die Anpassung der Landwirtschaft, Donaueschingen 1971.
- [7] ● Mohsenin, N.: Physical properties of plant and animal materials. New York, London, Paris: Verlag Gordon and Breach science publishers (1970).
- [8] Moser, E.: Bestimmung physikalischer Stoffkennwerte für die mechanische Traubenernte. Vitis-Berichte über Rebenforschung Bd. 10 (1971) S. 222/36.
- [9] Moser, E. u. H. Sinn: Untersuchungen an Vollerntemaschinen für Johannisbeeren. Teil I und II. Der Erwerbsobstbau 15 (1973) H. 3, S. 37/40 u. H. 4, S. 58/62.
- [10] Stout, B.A.: Mechanical harvesting of cucumbers. Fruit and vegetable harvest mechanization; Technological implications. Rural Manpower Center; Michigan State University, East Lansing USA (1969) S. 295/305.
- [11] Shepardson, S., N. Shaulis u. C. Moyer: Mechanical harvesting of grape varieties grown in New York State. Rural Manpower Center; Michigan State University, East Lansing USA (1969) S. 571/609.
- [12] Moser, E. u. H. Sinn: Vergleichende Untersuchungen über verschiedene Ernteverfahren im Weinbau. Der Deutsche Weinbau Bd. 26 (1971) Nr. 16, S. 466/72.