

Mechanisierung der Traubenernte

Stand und Entwicklungsrichtungen

von

E. MOSER

Die Mechanisierung der Arbeiten im Weinbau wurde in den letzten Jahren immer dringlicher. Alle weinanbauenden Länder haben die Bemühungen um die Lösung dieses Problems stark vorangetrieben. Das ist vorwiegend auf den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften, die steigenden Löhne, die dadurch bedingten hohen Produktionskosten und den wachsenden Konsum an Traubenprodukten zurückzuführen. Dieser technische Prozeß wird sich in verhältnismäßig kurzer Zeit vollziehen, weil in Zukunft mehr Wissenschaftler aus dem Gebiet der Landtechnik frei werden, die sich mit den Problemen der Mechanisierung in Sonderkulturen befassen können. Während in der Landwirtschaft die Herstellungsverfahren für die Gewinnung von tierischen und pflanzlichen Produkten weitgehend mechanisiert sind und nur noch Spezialgebiete zu bearbeiten sind, stehen wir bei Sonderkulturen, vor allem aber im Weinbau, noch am Anfang dieser Entwicklung. Zunächst müssen deshalb diejenigen Bemühungen intensiviert werden, welche die Mechanisierung der Arbeiten zum Ziele haben, die einen hohen Prozentsatz des gesamten Arbeitsaufwandes bei der Erzeugung von Traubenprodukten ausmachen.

Die gesamte Weltanbaufläche von Reben beträgt zur Zeit etwa 11,2 Mill. ha, wovon allein auf das Mittelmeergebiet 75% entfallen (1). Die größten Anbaugelände liegen in Italien mit 1,7 Mill. ha, in Frankreich mit 1,3 Mill. ha, in Spanien mit 1,7 Mill. ha und in der Sowjetunion mit 1,2 Mill. ha. Obwohl die Bundesrepublik Deutschland infolge der klimatischen Verhältnisse nur eine Rebanbaufläche von etwa 70 000 ha besitzt, nimmt sie wegen ihrer qualitativ hochwertigen Traubenprodukte eine besondere Stellung innerhalb des Europäischen Gemeinsamen Marktes ein.

Die Hauptmasse der gewonnenen Trauben wird zu Weinen weiterverarbeitet. Nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Traubenproduktion wird für Tafeltrauben, Rosinen, Säfte, Weine und Spirituosen benötigt.

Bei der Gewinnung von Rebenprodukten wendet man grundsätzlich physikalische, chemische und biologische Verfahren an. Diese Geräte bzw. Anlagen enthalten Einrichtungen für die Grundverfahren Trennen, Mischen, Klassieren, Fördern, Konservieren und Lagern. Im Weinbau konnten gegenüber der Landwirtschaft bis heute noch keine ununterbrochenen mechanisierten Arbeitsabläufe vom Pflanzen über die Bodenbearbeitung, die Pflanzenpflege und die Ernte bis zur Konservierung und Lagerung verwirklicht werden. Die mechanisierte Arbeitsfolge im Produktionsverfahren wird meistens bei den Stockarbeiten und der Lese unterbrochen. Diese Arbeiten machen aber, wenn sie von Hand ausgeführt werden müssen, einen Großteil des gesamten Arbeitsaufwandes und damit der Erzeugungskosten bei der Gewinnung von Trauben aus (Tabelle 1). Während die Bodenbearbeitung, die Düngung und die Schädlingsbekämpfung in den vergangenen Jahren wenigstens in Flach- und Hanglagen, besonders aber in Weitraumanlagen weitgehendst mechanisiert werden konnten, muß für die Traubenernte immer noch bis zu 50% der gesamten Arbeit beim Anbau von Reben aufgewendet werden (2). Eine Reduzierung

der lohnintensiven Stockarbeiten — Erziehungs- und Laubarbeiten — läßt sich auch in naher Zukunft nicht verwirklichen, weil dabei pflanzenphysiologische Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. In Steillagen ist eine Mechanisierung der Arbeiten durchaus möglich, jedoch wird dann der konstruktive Aufwand an Maschinen und Geräten unverhältnismäßig hoch. Eine wirtschaftliche Mechanisierung ist im Weinbau grundsätzlich nur dann möglich, wenn eine einheitliche Rebenerziehung und Unterstützungsform sowie ein Mindestreihenabstand, der Bau von Wegen und die Flurbereinigung angestrebt wird.

Die Mechanisierung der Erntearbeiten im Weinbau wurde lange Zeit für unmöglich gehalten, zumindest aber als sehr schwierig angesehen. Die Traubenlese schließt grundsätzlich die Arbeitsgänge Trennen (Ablösen), Fördern, Klassieren (Abscheiden der Blätter) und Lagern ein. Die Schwierigkeiten, diese Grundverfahren in einer Erntemaschine zu vereinigen, liegen hauptsächlich darin, daß die mehrjährige Rebe wie auch die Trauben gegen mechanische Beanspruchung sehr empfindlich sind. Außerdem sind die Früchte an der Rebe sehr ungleichmäßig verteilt und ihre Trenn- bzw. Ablösekkräfte oft groß. Ein weiteres Problem in der Mechanisierung dieser Arbeiten stellen die verschiedenen Rebsorten und die sehr unterschiedlichen Erziehungs- und Unterstützungsformen dar. Außerdem liegt eine Schwierigkeit darin, daß die Trauben zu verschiedenen Produkten weiterverarbeitet werden.

Nach eingehenden Zeitstudien der Arbeitsvorgänge bei der Traubenlese wurden bereits vor etwa 15 Jahren an den verschiedensten Instituten der USA Vorschläge für eine Mechanisierung der Erntearbeiten gemacht (3). Diese Arbeiten wurden nun auch in Europa aufgegriffen und fortgesetzt, wobei mathematische Beziehungen über die Wirtschaftlichkeit einer Mechanisierung der Traubenernte unter Berücksichtigung der Flächen, der Arbeitskräfte und der vertretbaren Maschinenkosten aufgestellt wurden (4, 5). Aufgrund dieser Ergebnisse ist unter anderem vorgeschlagen worden, die einzelnen Arbeitsgänge des Trennens, Transportierens und Lagerns einzeln und getrennt voneinander zu mechanisieren. Im Zuge dieser Bestrebungen wurde zuerst der Traubentransport in Rebananlagen mechanisiert. So wurde zum Beispiel in den USA eine Aufsammelmaschine entwickelt, welche die am Boden mit Trauben gefüllten Holzkisten aufnimmt und auf einen Anhänger fördert (6). Daneben kamen vermehrt am Schlepper angebrachte Front- und Heckstapler sowie Hängebahnen in Steillagen zum Einsatz. Die Transportzeiten konnten damit auf etwa die Hälfte reduziert werden.

Tabelle 1
Arbeitsaufwand (AKh/ha) in Ertragsweinbergen (2)

Arbeiten	Steillage		Hang- und Flachlage	
	Pfahlanlage	normale Drahtanlage	normale Drahtanlage	Weitraumanlage
Stockarbeit	1002	672	401	222
Bodenbearbeitung	529	449	217	122
Düngung	148	192	55	34
Schädlingsbekämpfung	150	123	68	32
Lese	461	394	309	296
Sonstiges	31	31	11	2
Gesamt	2321	1861	1061	708

Eine weitere, wesentliche Senkung des Arbeitsaufwandes kann aber nur dann verwirklicht werden, wenn der Trenn- bzw. Ablösevorgang der Trauben mechanisiert wird. Der Arbeitsaufwand für die Ernte ist nur dann zu senken, wenn ähnlich wie bei der Obsterntetechnik von der Ernte der einzelnen Trauben ganz abgesehen wird. Erste Versuche, die in den USA durchgeführt wurden, die Früchte mit Handschüttlern wie sie bei der Beerenernte verwendet wurden (Frequenz 13 Hz, Amplitude 6 mm) vom Rebstock zu lösen und mit Auffangtüchern zu sammeln, warfen infolge der Beschädigung der einzelnen Beeren und der Rebstöcke neue Probleme auf (7). Es konnte zwar eine doppelte Ernteleistung erzielt werden, doch war die Verletzung der Beeren unzulässig hoch.

Physikalische Eigenschaften

Aufgrund dieser Erfahrungen wurden in den USA und in der Sowjetunion Grundlagenuntersuchungen über den Ablösevorgang und die damit zusammenhängenden Eigenschaften von Beeren, Trauben und Reben angestellt (8, 9). Neben den physikalischen Größen wie Volumen, Gewicht, Dichte, Schwerpunktslage, Festigkeit der Früchte wurden die Losreißkräfte der einzelnen Beeren und Trauben bestimmt. Außerdem sind die für den Traubentransport wichtigen Kenngrößen wie Schweb- und Fördergeschwindigkeit von einzelnen Beeren und Beerenstücken bestimmt worden (10). Im wesentlichen wurden dabei nachfolgende Ergebnisse erzielt: Die Ablösung der Frucht kann durch reine Zug- oder Scherkräfte erfolgen. Die geringsten Kräfte sind aber dann erforderlich, wenn eine Biegung bzw. Zug- und Scherkräfte auf die Trennstelle einwirken. Die Größe der Trennkräfte ist von der Sorte, der evtl. Ausbildung einer Trennschicht und dem Reifegrad der zu erntenden Frucht abhängig. Bei Ablösung einer Beere vom Kamm wird dabei oft die Beerenschale aufgerissen, so daß Saft austreten kann und dadurch eine erhöhte Infektionsgefahr und eine Qualitätsminderung durch Gerbsäure im Saft aufkommen kann. Die Festigkeitseigenschaft von Trauben und Beeren wurden durch einfache Fallversuche auf hartem unelastischem Untergrund (Holz) bestimmt. Die zulässige Fallhöhe bei fast allen Traubensorten, bei der noch kein Aufplatzen der Früchte eintritt, beträgt 15 cm. Der entsprechende Wert für einzelne Beeren liegt bei 45 cm. Volumen- und Gewichtsmessungen ergaben, daß bei den meisten Rebsorten einzelne Beeren nur 75% des Volumens der ganzen Traube einnehmen.

Diese Grundlagenuntersuchungen ermöglichten es den verschiedenen Instituten in den USA, der Sowjetunion und in Europa geeignete Vorschläge von Maschinen und Geräten für die Mechanisierung der Erntearbeiten vorzuschlagen. Diese Konstruktionen beziehen sich einmal auf Erntehilfen, also auf Geräte, die nur einen Teil der Arbeitsgänge mechanisieren, und auf Erntemaschinen.

Erntehilfen

Erntehilfen stellen häufig nur eine Zwischenstufe in der technischen Entwicklung der Mechanisierung von Erntearbeiten dar. Zum Teil sind diese Geräte aber bisher die einzige Möglichkeit, die Erntekosten zu senken. Die Ausführung solcher Geräte ist sehr vielfältig, wie Abb. 1 zeigt. Im allgemeinen handelt es sich hier um Schlepper oder Selbstfahrmaschinen mit Förderereinrichtungen, welche die unproduktiven Transportwege ersetzen. Die Leseperson erntet weiterhin die Frucht von Hand und legt sie in mechanische oder pneumatische Förderereinrichtungen. Die letzten Entwicklungen sehen außerdem vor, daß diese Erntehilfen eine oder mehrere Plattformen als Arbeitsbühnen erhalten. Diese Arbeitsbühnen können hydraulisch

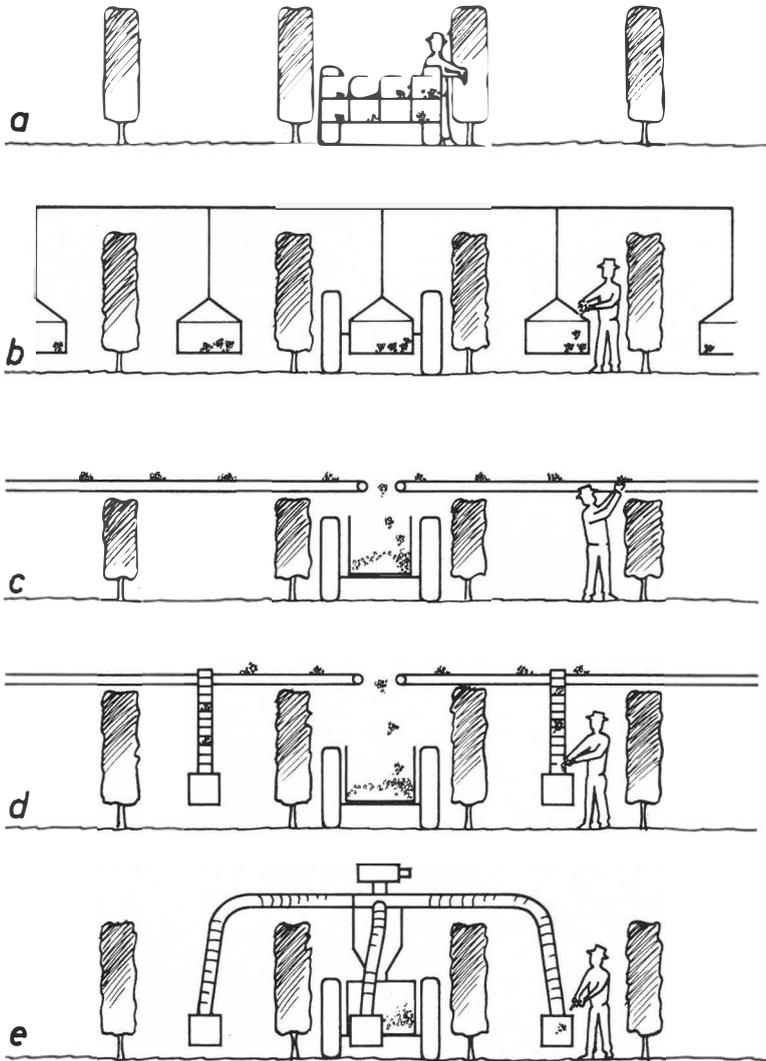


Abb. 1: Systematische Darstellung der wichtigsten Erntehilfen für die Weinlese.
a, b: Behälterförderung; c, d: Förderung mit senkrechten und waagrechten Transportbändern;
e: pneumatische Förderung.

in der Höhe verstellbar werden, so daß die Arbeitskräfte in sitzender oder knieender Haltung an der Rebwand entlang gefahren werden können.

Die Ernteleistung könnte bei günstiger Voraussetzung bis zu etwa 50% gesteigert werden. Dies verlangt aber eine sehr ausgewogene Erntemannschaft, da die langsamste Arbeitskraft die Ernteleistung bestimmt. Infolge der verhältnismäßig hohen Maschinenkosten wurde von diesem Ernteverfahren in den USA bereits wieder Abstand genommen. Die einfachsten und am wenigsten kostenaufwendigen Erntehilfen stellen die Geräte nach Abb. 1 a und b dar. Als Fahrzeug ist jeder Schlepper geeignet. An diesem werden entweder Ladepritschen oder Querträger

von etwa 15 m Länge befestigt, die an Seilen flache Mulden tragen und in die Reb-gassen hineinhängen. Die Mulden werden am Vorgewende vom Traggestell abgehängt und gestapelt. Die beiden Ausführungen Bild 1 c und d werden vorwiegend in Frankreich und in Italien eingesetzt. Bei geringer Rebhöhe kann auf eine Senkrechtförderung, die eine wesentliche Verteuerung der Erntehilfen ausmacht, verzichtet werden (12). Eine in Frankreich hergestellte selbstfahrende Traubensammelmaschine für 4 Rebreihen und mechanische Senkrecht- und Waagrechtförderung zeigt Abb. 2. Eine weitere Möglichkeit, den Transport der Trauben zu mechanisie-

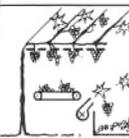


Abb. 2: Traubensammelmaschine mit senkrechter und waagrechtlicher Gutförderung und Zwischenlagerung.

ren, zeigt die schematische Darstellung Abb. 1 e. Die von Hand geernteten Trauben werden über eine Annahmeschleuse pneumatisch in das Sammelfahrzeug abgesaugt (13). Das Erntegut wird dann in einem Materialabscheider aus dem Luftstrom ausgetragen und in einem Behälter zwischengelagert.

Erntemaschinen

Ebenso wie in der Landtechnik gehen die ersten Entwicklungen in der Mechanisierung der Traubenernte auf Arbeiten in den USA zurück (14). Seit einigen Jahren sind diese Mechanisierungsprobleme auch in Frankreich verstärkt aufgegriffen worden (15). Daneben wurde in der Sowjetunion, Italien und in der Bundesrepublik verstärkt auf diesem Gebiet gearbeitet. Die Ergebnisse dieser Entwicklungsarbeiten sind in der schematischen Darstellung Abb. 3 zusammengestellt. Danach sind bis heute grundsätzlich mechanische und pneumatische Ernteverfahren bekannt. Mechanische Erntemaschinen lösen die Trauben von der Rebe mit Doppelmesserbalken oder dynamisch durch Stoß- und Schwingschüttler ab. Bei den pneumatischen Saug- und Druckluftanlagen erfolgt die Trennung durch Luftkräfte. Bei allen Erntemaschinen sind vorwiegend Scher- und Zugkräfte für die Ablösung der Trauben bzw. Beeren maßgebend. Die Klassierung von Erntegut und Blatt erfolgt größtenteils mit Flachsichtern, der Transport mit Förderbändern. Bei pneumatischen Erntemaschinen im Saugluftbetrieb erfolgt der Traubentransport natürlich auch pneumatisch, die Trennung von Erntegut und Blatt in einem Zyklonabscheider. Während beim Schneid-Ernteverfahren und bei Geräten, die mit einem pulsierenden Luftstrom arbeiten, vorwiegend ganze Trauben abgelöst werden, ist bei Schüttlern der Anteil an Beeren, Trauben und Traubenstücken von der Sorte, der Erziehung, der

Ernteverfahren	mechanisch					
	statisch	dynamisch				
Funktionsschema						
Trennung Erntegt.-Rebe	wirk. Kräfte Einrichtung	Scherkraft Doppelmesserbalk.	Scherkraft Zugkraft Stoßschüttler	Zugkraft Scherkraft Stoßschüttler	Zugkraft Scherkraft Schwingschüttler	Scherkraft Zugkraft Schwingschüttler
Klassieren Erntegt.-Blatt	wirk. Kräfte Einrichtung	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter	Luftwiderstandskraft Schwerkraft Steigsichter	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter
Förderung	mechanisch	mechanisch	mechanisch	mechanisch	mechanisch	mechanisch
gewonnenes Erntegut	ganze Trauben	Trauben Beeren *	Beeren Trauben *	Beeren Trauben *	Beeren Trauben *	Trauben Beeren *
Erziehung, Unterstützung	Dacherziehung	Drahterziehung	Drahterziehung	Drahterziehung	Drahterziehung	Drahterziehung
Reihenabstand (m)	> 2,5	> 1,5 **	> 1,5 **	> 1,5 **	> 1,5 **	> 1,5 **
Frequenz (Hz)	—	nicht bekannt	4	7,5 – 13	7,0	
Amplitude (mm)	—	nicht bekannt	150	100 – 110	100 – 150	
Fahrgeschw. (km/h)	1,5 – 2,0	1,5 – 2,5	2,0	2,5	1,8	

* Anteil Trauben-Beeren von Sorte, Erziehung, Frequenz und Amplitude abhängig. ** Kleine Reihenabstände mit Stelzengeräten

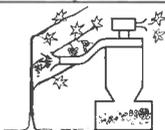
Ernteverfahren	pneumatisch			
	Saugluft stetig	stetig Druckluft	pulsierend Druckluft	
Funktionsschema				
Trennung Erntegt.-Rebe	wirk. Kräfte Einrichtung	Zugkraft Sauggebläse	Zugkraft Druckgebläse	Scherkraft Zugkraft Druckgebläse
Klassieren Erntegt.-Blatt	wirk. Kräfte Einrichtung	Zentrifugalkraft Schwerkraft Zyklon - Abscheider	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter	Luftwiderstandskr. Schwerkraft Flachsichter
Förderung	pneumatisch	mechanisch	mechanisch	
gewonnenes Erntegut	überwiegend Beeren	überwiegend Beeren	überwiegend Trauben *	
Erziehung, Unterstützung	beliebig	beliebig	beliebig	
Reihenabstand (m)	> 1,5 **	> 1,5 **	> 1,5 **	
Frequenz (Hz)	—	—	nicht bekannt	
Amplitude (mm)	—	—	—	
Fahrgeschw. (km/h)	1,0 – 1,5	nicht bekannt	nicht bekannt	

Abb. 3: Systematik von Erntemaschinen für Trauben.

Unterstützung und den eingeleiteten Frequenzen und Amplituden abhängig. Bei den mechanischen Ernteverfahren sind senkrechte oder waagrechte Drahterziehungen unerlässlich. Die verschiedenen mechanisch-dynamischen Ernteverfahren können weitgehendst mit geringen konstruktiven Abänderungen der Maschinen für die in der Systematik Abb. 3 jeweils nur als Beispiele dargestellten Erziehungs- und Unterstützungsformen eingesetzt werden. Pneumatisch arbeitende Erntemaschinen sind für jede Erziehung bzw. Unterstützungsart geeignet. Bei Verwendung von Stelzengeräten, welche die Rebzeilen übergrätschen, kann mit Ausnahme der Dacherziehung (Pergolaerziehung) theoretisch bis zu einem Zeilenabstand von 1,5 m gearbeitet werden. Durch geeignete Erziehungs- und Unterstützungsformen können sowohl Trenneinrichtungen wie auch die Auffangvorrichtungen konstruktiv wesentlich vereinfacht werden. Es sind beispielsweise gerade in den letzten 10 Jahren in den USA Anbauformen entwickelt worden, die nicht nur arbeitssparend in der Erziehung und Pflege der Rebe, sondern auch für eine mechanische Ernte sehr gut geeignet sind. Durch das sogenannte Doppelvorhangsystem konnten die eben genannten Punkte erfüllt und bessere Belichtungsverhältnisse geschaffen werden (16).

Die ersten brauchbaren Erntegeräte, die nach dem Schneidverfahren arbeiten, wurden bereits im Jahre 1961 an der Universität von Kalifornien in Davis erprobt (17). Dieses Ernteverfahren wurde später auch von der Sowjetunion (18), Frankreich (19) und Italien (20) übernommen. Die Früchte werden durch einen Doppelmesserbalken, dessen Lage über eine Tastrolle oder von Hand gesteuert werden kann, von der Rebe abgetrennt. Das Ernteverfahren erfordert eine horizontale oder geneigte Dacherziehung der Rebstöcke. Die Blatt- und Leichtteile werden mit Flachsiebnetzen aus den Früchten abgeschieden. Bei der Rosinenerzeugung wird, wie Abb. 4 zeigt, das Erntegut auf ein ausgerolltes Papier, das zwischen den Reihen der Rebanlagen liegt, abgelegt. Die Maschinen werden am Schlepper angehängt oder angebaut und sollen bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1,5 bis 2 km/h gegenüber der Handerte etwa 40 Arbeitskräfte ersetzen können. Nach verschiedenen Untersuchungen in den USA und der Sowjetunion konnten mit diesem Ernteverfahren bis zu 89% der Trauben abgeerntet werden, wobei auch die Rebenbeschädigung durch die Schneidwerkzeuge nicht erheblich war. Der Aberntegrad und die Beschädigung



Abb. 4

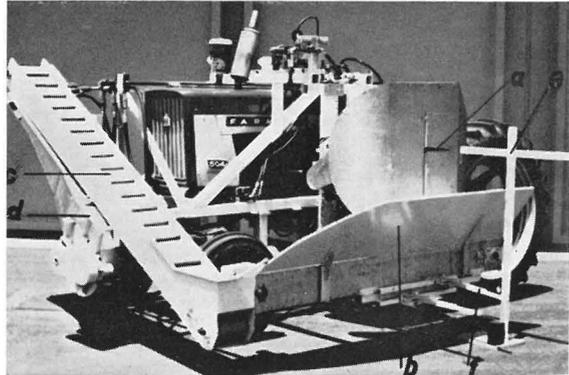


Abb. 5

Abb. 4: Traubenerntemaschine mit Schneidwerkzeugen für die Herstellung von Rosinen.

Abb. 5: Traubenerntemaschine, die nach dem Stoß-Schüttelverfahren arbeitet.

a: Stoßschüttler, b: Auffangvorrichtung, c: Förderband, d: Windreinigung, e: Rebuterstützung, f: Tasteinrichtung.

der Reben ist von der Sorgfalt der Erziehungsarbeit und der Länge und Elastizität der Traubenziele außerordentlich abhängig. Obwohl diese Maschinen technisch zufriedenstellend arbeiten, wurde bereits in den Vereinigten Staaten von Amerika wegen wirtschaftlicher Gesichtspunkte dieses Ernteverfahren wieder aufgegeben. Der Arbeitsaufwand bei der Dachziehung war derart hoch, daß der Gesamtarbeitsaufwand nicht wesentlich gesenkt werden konnte.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden in Kalifornien mit der europäischen Rebsorte Thompson Seedless neue Ernteverfahren untersucht. Befriedigende Ergebnisse erzielte man, wenn die Trauben mit Stößen bzw. Impulsen von den Traggruten abgelöst wurden (21, 22). Die Erntemaschine, die an den Schlepper angebaut wird, zeigt Abb. 5. Ein etwa 40 cm langer, spitz zulaufender Stoßschüttler a versetzt dem Erziehungsdraht senkrecht von unten 250 Impulse in der Minute mit einer Amplitude von 15 cm. Damit werden bei einer Fahrgeschwindigkeit von 2 km/h dem Spanndraht nahezu 8 Impulse pro laufenden Meter gegeben. Die geradlinige Bewegung und das senkrechte Ein- und Ausfahren der Nadel von der Laubwand bzw. dem Erziehungsdraht wird über ein Planetengetriebe erreicht. Eine Tasteinrichtung f sorgt dafür, daß beim Auftreffen an die Unterstützung die Nadel um 90° nach unten gedreht wird. Dadurch kann die Maschine ihre ursprüngliche Fahrtrichtung beibehalten, ohne daß die Unterstützung beschädigt wird. Die abgeernteten Trauben werden mit der Auffangvorrichtung b gesammelt und gelangen mit einem Förderband c zu einer Windreinigung d. Bei einem Reihenabstand von 3,8 m wurden Flächenleistungen von 0,5 ha/h erzielt.

Eine vor kurzem in den USA zum Einsatz gekommene Erntemaschine arbeitet ebenfalls mit Stößen bzw. Impulsen, die jedoch direkt, also nicht über Spanndrähte die Traggruten der Rebe in Schwingungen versetzt. In die Rebe bzw. die Laubwand werden von jeder Seite durch 4 Federstahlbänder horizontale Schwingungen eingeleitet. Diese Bewegung wird durch Verkürzung und Verlängerung der Sehne des Stahlband-Kreisbogens erreicht. Die Abscheidung der Blätter und Leichtteile erfolgt durch einen Steigsichter, der über dem Schräg-Förderband angeordnet ist. Die Erntemaschine, ein Stelzengerät, kann bis zu einer Rebhöhe von 1,8 m eingesetzt werden und erreicht bei einer Fahrgeschwindigkeit von 2,5 km/h eine Ernteleistung von 0,5 ha/h.

An der Cornell-Universität des Staates New York, aber auch in der Sowjetunion, hat sich ein Ernteverfahren bewährt, das durch Einleitung von Schwingungen in die Spanndrähte der Unterstützung die Trauben bzw. Beeren von den Traggruten ablöst (23, 24, 9). Nach sorgfältiger Entwicklung und Erprobung der Geräte konnte bereits nach 7 Jahren im Jahre 1967 eine amerikanische Firma die in Abb. 6 dargestellte selbstfahrende Vollerntemaschine in Serie bauen. Das Gerät, ein Stelzenfahrzeug, das die Rebzeilen übergrätscht, ist nicht nur für das Abernten von Reben in Doppelvorhang-Erziehungen geeignet, sondern kann in abgewandelter Konstruktion auch für normale Drahterziehungen eingesetzt werden. Der Schüttler, leicht schräg gestellte drehbare Naben mit 4 oder 6 Zinken und einem Außendurchmesser von etwa 60 cm, leitet in den Spanndraht eine Frequenz von 7,5 bis 13 Hz mit einer Amplitude von etwa 10 cm ein. Dabei werden hauptsächlich einzelne Beeren, aber auch Traubenteile und ganze Trauben von den Traggruten abgelöst. Bewegliche, drehbare Auffangteller umschließen den Rebstock und die Unterstützung fast gänzlich und fangen zusammen mit dem Sammelband die abgetrennten Früchte auf. Das Erntegut wird durch einen Flachsichter von groben Verunreinigungen und Blättern gesäubert und in einen nebenherfahrenden Sammelwagen gefördert. Ein an der Vorderseite angebrachter Mähbalken schneidet herabhängende Triebe ab,



Abb. 6

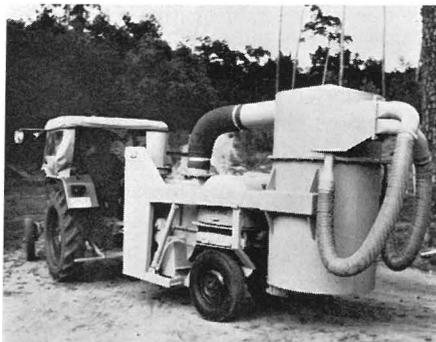


Abb. 7

Abb. 6: Traubenerntemaschine mit Schwingschüttler für das Doppelvorhang-Erziehungssystem.

Abb. 7: Traubenerntemaschine, die nach dem Saugverfahren arbeitet.

damit die Funktion der Fördererlemente nicht gestört wird. Der Versuch, die Früchte bereits in der Erntemaschine zu geutschen bzw. zu mahlen, um eine einfachere Förderung zu erhalten, hat sich nicht bewährt. Der Fahrtrieb wie auch der Antrieb der einzelnen Aggregate sowie die stufenlose Hangverstellung bis zu 10% Neigung in beiden Ebenen sind hydraulisch. Bei einem Rebenabstand von etwa 2,9 m wird eine Flächenleistung von 0,5 ha/h erreicht. Erntemaschinen, welche in die Spanndrähte eine waagrechte Schwingung einleiten, sind in der Sowjetunion über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen.

Die Entwicklung von pneumatischen Erntemaschinen, welche durch Luftkräfte die Frucht von der Rebe ablösen und in einen Sammelbehälter fördern, wird seit geraumer Zeit in Europa stark vorangetrieben. Dabei schenkt man Geräten, die mit Saugluft arbeiten, große Aufmerksamkeit, weil sie unabhängig von der Erziehungs- und Unterstützungsform der Reben eingesetzt werden können (25, 26). Außerdem sind gegenüber Geräten, die mit Druckluft arbeiten, keine besonderen Auffang- und Fördereinrichtungen notwendig. Das in Abb. 7 gezeigte Gerät arbeitet mit zwei Saugdüsen, die von Hand an die einzelnen Trauben herangeführt werden müssen. Ein Lufterzeuger mit einer Antriebsleistung von etwa 40 PS erzeugt an der Saugdüse eine Luftgeschwindigkeit bis zu etwa 100 m/sec. Durch geeignete konstruktive Auslegung der Saugdüsen oder durch mechanisches Auf- und Abbewegen der Düsen in der Traubenzzone könnte eine weitere Arbeitskräfteeinsparung erzielt werden. Große Schwierigkeit bereitet die Klassierung von Blättern und Erntegut im Materialabscheider. Der Saft verletzter Beeren benetzt bei der pneumatischen Förderung die Blattflächen, wodurch sich die Schwebegeschwindigkeiten von Beeren und Blättern nicht mehr wesentlich unterscheiden, so daß im Zyklon keine Trennung mehr erfolgen kann. Versuche, die Blätter vor der eigentlichen Ernte mit chemischen Mitteln zu entfernen, sind vielversprechend, bedürfen aber hinsichtlich der lebensmittelrechtlichen Bestimmung noch einer näheren Überprüfung. Bei einer Erntegeschwindigkeit von 1,0 bis 1,5 km/h konnte mit diesem Gerät eine Ernteleistung von 450 kg Trauben je Stunde erreicht werden, was einer Arbeitskräfteeinsparung gegenüber der Handernte von etwa 50% entsprechen würde. Ähnliche Ergebnisse wurden auch mit französischen Geräten erzielt. Eine weitere Erhöhung der Ernteleistung solcher Geräte ist aber nur dann möglich, wenn von der Ernte der einzelnen Traube ganz abgesehen wird.

Erntemaschinen, die mit einem gleichmäßigen oder pulsierenden Druckluftstrahl arbeiten, lösen die Trauben durch Biegung oder Biegeschwingungen von der Rebe ab. Die Auffang-, Transport- und Klassiereinrichtungen sind dieselben wie bei mechanischen Erntegeräten. Obwohl solche Erntegeräte bereits eingesetzt wurden, liegen bis jetzt noch keine Kenn- bzw. Maschinendaten vor.

Mit der Mechanisierung der Erntearbeiten wurde erneut die Frage nach der Qualität maschinell geernteter Trauben aufgeworfen. Bei verletzten Beeren wird der Gärungsprozeß beschleunigt, so daß z. B. die Herstellung von Traubensäften erschwert wird. Untersuchungen zeigten, daß bei einer Temperatur von beispielsweise 29,5° C bereits nach 12 Stunden eine wesentliche Qualitätsminderung maschinell geernteter Trauben eintritt (27). Fehlen beim Erzeuger geeignete Kühlanlagen und sind lange Transportwege zu bewältigen, so können Trauben für die Safterstellung nur bei niedrigen Temperaturen, also in den Abend- und Morgenstunden geerntet werden. Durch den verhältnismäßig hohen Schmutzanteil von 2 bis 47 ppm an Trauben wurde ein Waschen der Früchte am Rebstock, also vor der mechanischen Ernte, in Erwägung gezogen. Es zeigte sich aber, daß nur etwa 30% des Schmutzes mit herkömmlichen Verfahren zu entfernen ist, weshalb von einer kostenaufwendigen Behandlung mit Pflanzenschutzgeräten abgesehen wurde (28).

Zusammenfassung

Mit diesem Beitrag sollte der Versuch unternommen werden, den internationalen Stand der Erntetechnik im Weinbau systematisch darzustellen. Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß wir trotz der vielen gezeigten Möglichkeiten der Mechanisierung der Erntearbeiten im Weinbau noch am Anfang dieser technischen Entwicklung stehen. Es ist noch eine Fülle von Aufgaben sowohl von Ingenieuren als auch von Biologen zu bewältigen. Die Schwierigkeiten liegen, gegenüber anderen landwirtschaftlichen Erntegütern darin, daß die Rebe wie auch die Trauben gegen mechanische Beanspruchungen sehr empfindlich und die Früchte an der Rebe sehr ungleichmäßig verteilt sind.

Ein weiteres Problem stellen die unterschiedlichen Rebsorten, Erziehungs- und Unterstützungsformen sowie die verschiedenen Reihenabstände dar. Das erfordert in der Zukunft eine engere Zusammenarbeit von Biologen und Ingenieuren auf dem Gebiet der Biotechnik. Die Kenntnis der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Trauben und Reben ist für die Auswahl geeigneter Bauelemente der Erntemaschinen unerlässlich. Erfreulicherweise kann festgestellt werden, daß auch die deutsche Industrie Anschluß an den internationalen Stand der Technik auf diesem Gebiet gefunden hat.

Literaturverzeichnis

1. STUDER, H. E. and OLMO, H. P., 1967: Mechanical harvesting of vine and raisin grapes. ASAE-pap. 67—143.
2. ADAMS, K., 1963: Die Kosten der Arbeitserledigung im Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der Mechanisierung. Ber. Landtechnik 78.
3. LAMOURIA, L. H., 1955: Vine grape handling, labor cost analysis. ASAE-pap.
4. AUDIBERT, M., 1968: La mécanisation de la vendange. Progr. Agric. Viticole (Montpellier) 85, 282—292.
5. — — , 1968: La mécanisation de la vendange. Génie Rural 61 (1), 21—28, 33.
6. MONROE, G. E., HEDDEN, S. L. and LEVIN, J. H., 1963: Machine for picking up filled grape boxes. ARS-USDA Rep. 42—83.
7. HEDDEN, S. L., LEVIN, J. H. and GASTON, H. P., 1960: A progress report on harvesting and handling concord grapes. ARS-USDA Rep. 42—42.

8. SHEPARDSON, E. S., STUDER, H. E., SHAULIS, N. J. and MOYER, J. C., 1962: Mechanical grape harvesting. *Agricult. Eng.* 43, 66—71.
9. CYCIV, M. V., DUŠKIN, A. I., GERVOL'SKIJ, M. M. und POPOV, V. I., 1968: Zur Frage der Kelterweinlese mit Vibratoren. *Tractory i sel'chozmash. (Moskva)* 4, 29—31.
10. MOSER, E., 1969: Pneumatische Förderanlagen für den Traubentransport in Keltereien. *Rebe u. Wein* 5, 178—180.
11. PAVLENKO, E. J., 1968: Weinlesegerät VUA 1. *Sadovod. Vinogradar. i Vinodel. Moldavii (Kishinev)* 23 (2), 47—49.
12. PREUSCHEN, G., 1968: Stand der Technik im Weinbau. *Dt. Weinbau* 24, 865—867.
13. RICHARD, H., 1968: Pour les vendanges: une nouvelle machine convoyeuse. *Potasse (Mulhouse)* 42 (351), 23—24.
14. MOSER, E., 1969: Die Mechanisierung des Obst-, Gemüse- und Weinbaus in den USA. *Arbeiten d. Univ. Hohenheim* 47, Verl. E. Ulmer, Stuttgart.
15. AUDIBERT, M., CHABERT, F. DE, BOUBALS, D., LAURET, F. et AGULHON, R.: La mécanisation de la vendange. *Verl. P. Déhan, Montpellier.*
16. SHAULIS, N., AMBERG, H. and CROWE, D., 1966: Response of concord grapes to light, exposure and Geneva double curtain training. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 89, 268—280.
17. LAMOURIA, L. H., SZLUKA, I. J., BREWER, H. L. and WINKLER, A. J., 1962: Grape mechanical harvesting. *Calif. Agricult.* 17 (5), 2—5.
18. STOJUŠKIN, I. A., 1967: System für die mechanisierte Weinlese. *Dokl. Vses. Ord. Lenina Akad. Sel'skochoz. Nauk Im. V. I. Lenina, (Moskau)* 8, 42—44.
19. AUDIBERT, M., 1968: La mécanisation de la vendange. *Progr. Agric. Viticole (Montpellier)* 85, 157—160.
20. DALLARI, F., 1968: Die Mechanisierung der Rebenernte. *Frutticoltura (Bologna)* 30, 531—536.
21. OLMO, H. P. and STUDER, H. E., 1967: Mechanical harvesting of Thompson Seedless grapes. *Wines and Vines* 48 (2).
22. STUDER, H. E. and OLMO, H. P., 1968: Mechanically harvesting the Thompson Seedless grape. *Agricult. Eng.* 49, 76—78, 81.
23. SHEPARDSON, E. S., STUDER, H. E., SHAULIS, N. and MOYER, J. C., 1962: Mechanical grape harvesting. *Agricult. Eng.* 43, 66—71.
24. — — —, MILLER, W. F., MOYER, J. C. and SHAULIS, N., 1963: Grape harvester research at Cornell. *N. Y. State Hort. Soc.*, 1—6.
25. AUDIBERT, M., 1968: La mécanisation de la vendange. *Génie Rural* 61 (3), 169—178.
26. ANONYM, 1968: Erste Traubenerntemaschine im Einsatz vorgestellt. *Dt. Weinbau* 32, 1172.
27. BENEDICT, R. H., JONES, M. D. and FLEMMING, J., 1968: Quality of machine harvested grapes. *Arkansas Farm Res.* 17 (2), 10.
28. MOYER, I. C., 1966: Dirt content of grapes. *Res. Circ. Pep. Food Sci. and Techn. N. Y. State Agricult. Exp. Sta.* 6.

Eingegangen am 8. 8. 1969

Dr. Ing. E. Moser
 Institut für Landtechnik
 Universität Hohenheim (LH)
 7 Stuttgart-Hohenheim