

Zukünftige Verfahrenstechniken zur Mechanisierung der Baumobsternte

Von Eberhard Moser, Hohenheim*)

DK 634.1/.2:631.558.1

Der Mechanisierungsgrad im Obstbau ist, im Gegensatz zur Landwirtschaft, in den meisten Ländern noch sehr gering, obwohl die Obstproduktion in der Wertrangfolge pflanzlicher Produkte in nahezu allen Staaten den zweiten Platz nach Getreide einnimmt. Ausgehend von den USA sind in den zurückliegenden Jahren von Wissenschaft, Industrie und Praxis neue mechanisierte Produktionsverfahren für die Gewinnung von Erzeugnissen aus dem Obstbau vorgeschlagen worden und zur Anwendung gekommen. Dieser technische Entwicklungsprozeß, der noch längst nicht abgeschlossen ist, wird durch die steigenden Löhne, den zunehmenden Arbeitskräftemangel wie auch durch den wachsenden Konsum von Obsterzeugnissen getragen. Neben der technischen Vervollkommnung einiger Arbeitsverfahren, wie beispielsweise für die Boden- und Pflanzenpflege, liegt der Schwerpunkt im Obstbau heute in der Erarbeitung und Erprobung neuer Verfahrenstechniken für die bisher arbeitszeit- und damit kostenaufwendige Obsternte.

1. Anbau, Ertrag, Arbeitszeitaufwand

Die Bundesrepublik Deutschland erzeugt auf insgesamt etwa nur 90000 ha geschlossener Anbauflächen jährlich durchschnittlich 1,5 Mill. t Kern- und Steinobst mit einem Produktionswert von nahezu 1,4 Mrd. DM [1, 2]. Zu diesen Erzeugnissen kommt aus Kleingärten und dem Streuobstanbau nochmals ein jährlicher Produktionswert in gleicher Höhe hinzu.

Betrachtet man in der Bundesrepublik den derzeitigen Stand der Erntetechnik im Obstbau, so muß man leider feststellen, daß wir, ein hochindustrialisiertes Land, hier gegenüber anderen landwirtschaftlichen Produktionszweigen noch am Beginn dieser technischen Entwicklung stehen. Für die in Deutschland noch vorherrschende manuelle Ernte müssen je nach Erziehungsform, Sorte und verwendeten Hilfsmitteln, beziehungsweise Erntehilfen, für Kernobst bis zu 450 AKh/ha, für Steinobst bis zu etwa 1000 AKh/ha aufgebracht werden [3]. Wenn man in diesem Zusammenhang berücksichtigt, daß die übrigen Arbeitsabläufe im Obstbau weitgehendst mechanisiert sind, so müssen beispielsweise für die Ernte von Steinobst, also für kleine Früchte, heute noch bis zu etwa 70 %, für Kernobst für den Frischmarkt bis zu 40 % des Gesamtzeitaufwandes in solchen Obstanlagen veranschlagt werden [4]. Diese lohnintensiven Erntearbeiten machen bei Kirschen etwa bis zu 60 % der gesamten Erzeugungskosten aus. Gegenüber den mechanisierten Ernteverfahren für Getreide liegt damit der Arbeitszeitaufwand für die Handerte von Obst etwa 100 bzw. 250 mal höher, die Erntekosten betragen damit das 40-fache, der Ertragsverlust erreicht dagegen nur etwa das 8-fache.

Vorgetragen auf der Jahrestagung der VDI-Fachgruppe < Landtechnik > am 17. Okt. 1974 in Stuttgart.

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

2. Probleme der Mechanisierung

Die größten Schwierigkeiten in der Mechanisierung der Erntearbeiten im Obstbau sind in den unterschiedlichsten Anbaumethoden, insbesondere in den verschiedenen Erziehungs- und Standraumverhältnissen, in der Vielzahl der Sorten sowie in der Lage und Größe der Anbaubereiche zu sehen. Die Pflanzenzahl bzw. Baumzahl je Hektar reicht bei sog. Obstbaumwiesen von etwa 20000 bis herab zu 100 Bäumen bei Hochstämmen. Das ergibt Pflanzabstände von 1 x 0,5 bis zu 10 x 10 m. Die Reihenweiten und die Abstände in der Reihe von Engpflanzungen, Hecken und Niederstammpflanzungen liegen dazwischen. Die räumliche Ausdehnung der Bäume ist den Standraumverhältnissen angepaßt und reicht von einem bis zu etwa zehn Metern Höhe.

Die mittlere Größe der Obstanbauflächen liegt in der Bundesrepublik bei etwa einem Hektar, so daß zukünftig größtenteils nur ein überregionaler, genossenschaftlicher Einsatz von Erntemaschinen oder die Vergabe dieser Arbeiten an Lohnunternehmer in Frage kommt.

Erhebliche Schwierigkeiten verursachen aber auch die meist geringe zulässige mechanische und thermische Beanspruchung der Früchte und der mehrjährigen Kulturpflanze. Darüber hinaus reifen die Früchte oft nicht zum selben Zeitpunkt, weisen unterschiedliche Größen auf und sind ungleichmäßig am Baum verteilt. Bei Süßkirschen, die kein Trenngewebe zwischen Frucht und Stiel ausbilden und deren Massen verhältnismäßig klein sind, bestehen außerdem bezüglich der Ablösung große Schwierigkeiten. In den meisten Ländern ist zur Ausbildung einer Trennzone eine chemische Behandlung z.B. mit Ethrel üblich. In der Bundesrepublik sind dagegen nur geringe Mengen zugelassen, die eine gleichmäßigere Reife zur Folge haben, jedoch auf die Haltekraft der Früchte kaum einen Einfluß ausüben.

Die derzeit unterschiedlichen Erziehungsformen der Bäume wie auch die Formierung der Äste und Kronen, bereiten dem Konstrukteur außerdem erhebliche Schwierigkeiten. Obwohl durch geeignete Auffangvorrichtungen die Früchte unverseht gesammelt werden können, treten während des freien Falles durch das Astwerk oft beträchtliche Beschädigungen derselben durch Druck- und Stoßbelastungen auf.

Diese genannten Anforderungen bedingen meist konstruktiv aufwendige Spezialmaschinen. Selbst wenn gangbare technische Lösungen vorliegen, ist es im Hinblick auf die zu erwartenden geringen Stückzahlen sehr schwer, Firmen zu finden, die bei sehr hohen Entwicklungskosten in der Lage sind, solche Maschinen zu produzieren.

3. Mechanisierung der Baumobsternte

Bei der mechanischen Ernte von Baumobst werden die Grundverfahren: Trennen, Fördern, Klassieren und Lagern angewandt [5]. Innerhalb dieser Grundverfahren können, wie beispielsweise bei der Abtrennung der Frucht, der Reinigung und Sortierung, des Transportierens und Zwischenlagerns, grundsätzlich physikalische, chemische und biologische Verfahren zur Anwendung kommen.

Zur Beurteilung bereits bestehender oder noch zu entwickelnder, wirtschaftlich geeigneter Ernteverfahren, wie auch für die konstruktiv optimale Auslegung einzelner Bauteile, müssen die biotechnischen, insbesondere die physikalischen Eigenschaften des zu beerntenden Baumes wie auch des Erntegutes bekannt sein. Obwohl bei der Gewinnung eines Erzeugnisses letztlich die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend ist, bestimmen weitgehendst die Stoffeigenschaften der zu bearbeitenden Frucht und das Enderzeugnis, welches der möglichen Verfahren zur Anwendung kommt.

Die Erntetechniken sind deswegen heute noch auf die Anforderungen an die verschiedenen Endprodukte – Frischobst oder weiterzuverarbeitendes Gut – ausgerichtet. Eine engere Zusammenarbeit zwischen Ökonomen, Biologen und Ingenieuren ermöglicht sicherlich in Zukunft auch auf diesem Gebiet technische Fortschritte, die auf eine Vereinheitlichung der Verfahren zielen.

3.1 Ernteverfahren für Frischobst

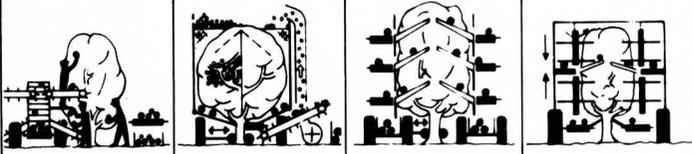
Die systematische Zusammenstellung in Bild 1 gibt einen Überblick über die derzeitigen und zukünftigen Ernteverfahren für Frischobst. Aus dieser Darstellung sind auch die technisch-ökonomischen Kenndaten der Verfahren und Maschinen zu entnehmen. Für die Ernte von Früchten für den Frischobstmarkt sind gegenwärtig nur Handernteverfahren zu empfehlen, da bei maschinellen Ernteverfahren die Wirtschaftlichkeit infolge kostenaufwendiger Maschinen und der hohen Beschädigungsquote der Frucht noch nicht optimal ist. Außerdem bestehen bei diesem Verfahren noch keine technisch-ökonomischen Lösungen für die dann notwendige Klassierung bzw. Auslese beschädigter Früchte.

Beim Handernteverfahren wird die Frucht einzeln von Hand abgetrennt, klassiert und gelagert. Für den eigentlichen Pflückvorgang stehen nur etwa 50 bis 60 % der gesamten Erntezeit zur Verfügung. Die Nebenzeiten können durch Ernte- bzw. Pflückhilfen begrenzt

verringert werden. Erntehilfen sind z.B. Geräte, welche die Pflückperson ohne Kraftaufwand in kürzester Zeit an jeden Teil des Baumes heranbringen. Mit solchen Pflückhilfen, die als Selbstfahrer oder Anhängengeräte ausgebildet sein können, kann auch der Transport der Frucht zum Zwischenlager mechanisiert werden. Einmannheber eignen sich besonders für Hoch- und Niederstämme. Es können damit Ernteleistungs-Steigerungen bis zu 20 % erreicht werden. Für Hecken- und Engpflanzungen haben sich selbstfahrende Pflückwagen mit verstellbaren Arbeitsbühnen wie auch Förderbänder, die in Engpflanzungen von oben hereingeschwenkt werden, ausgezeichnet bewährt [6]. Mit einem Arbeitskräftebesatz von acht Personen ist dann, gegenüber der Handernte, eine Leistungs-Steigerung bis zu 30 % möglich.

Bei der maschinellen Ernte von Frischobst werden die Früchte nicht einzeln, sondern gleichzeitig im Verband vom Baum abgelöst. Mit diesen Geräten ist, gegenüber der Handernte, eine 60-fache Leistungs-Steigerung zu erzielen. Das Ablösen der Frucht erfolgt mechanisch durch Einleiten von Schwingungen in den Baum bzw. in die Äste mit Stamm- oder Schwingschüttlern. Die dadurch hervorgerufene Verzögerung bzw. Beschleunigung von Ast und Frucht erzeugt Massenkräfte, die auf den Fruchtstiel Zug-, Druck-, Biege- und Torsionswechselkräfte ausüben, die zur Abtrennung der Frucht führen.

Um die Verluste zu verringern, welche durch Fruchtbeschädigung während des freien Falles durch den Baum auftreten und derzeit noch bis zu 35 % betragen, werden verschiedene Techniken angewandt. Der zu erntende Baum wird mit einem Drahtkäfig umschlossen, so daß dann die Hohlräume im Astwerk mit Kunststoffbällen ausgefüllt werden können [7]. Nach der Abtrennung der Frucht durch den Stammschüttler gleiten die Früchte zusammen mit den Kunststoffbällen zum Fangboden, wobei Aufprall-Beschädigungen der Früchte vermieden werden. In einem Windsichter werden die Kunststoffbälle von der Frucht getrennt und in ihre Ausgangslage über den Drahtkäfig transportiert. Dieses Verfahren

Ernteverfahren					
	Handernte mit Erntehilfen		Maschinelle Ernte		
	diskont.	kont.	diskont.		kont.
Kenndaten					
Geräte	Pflückschlitten Einmannheber	Pflückwagen Förderbänder Selbstfahr-M.	Stammschüttl. Fang-Kasten Anhänge-M.	Stammschüttl. Fang-Finger Selbstfahr-M.	Schwingschüttl. Fang-Böden Selbstfahr-M.
Baumformen	Hecke, Hoch- u. Niederstamm	Hecke, Niederstamm	Hecke, Hoch- u. Niederstamm	Hecke, Hoch- u. Niederstamm	Hecke
Schüttler Frequenz (Hz) Amplitude (mm) Leistung (kW)	— — —	— — —	15 - 30 5 - 15 30 - 70	15 - 30 5 - 15 30 - 70	10 - 25 10 - 40 30 - 50
Ak-Bedarf o. Transport	1	7 - 8	2	2	1
Ernteleistung*) Äpfel (Baum/h) (kg/Akh)	0,4 - 0,6 ≤ 120	4,5 - 5,0 ≤ 130	30 - 50 3000 - 5000	35 - 55 3500 - 5500	Hecke 250 - 300 5000 - 6000
Frucht- beschädig. (%)	—	—	10 - 15	30 - 35	30 - 35

*) bei einem Ertrag von 200 kg pro Baum

Bild 1. Kenndaten verschiedener Ernteverfahren für Frischobst.

hat jedoch u.a. den Nachteil, daß die in den Stamm eingeleiteten Schwingungen sehr stark gedämpft werden, weshalb eine Ablösung der Früchte nur mit einem hohen Energieaufwand möglich ist. Die Ernteleistung ist wegen des diskontinuierlichen Arbeitens nicht zufriedenstellend.

Bei anderen Ernteverfahren wird versucht, durch übereinander angeordnete Fangflächen die Fallhöhe der Frucht zu verringern. Dies erfolgt größtenteils durch kegelförmige, aufblasbare Kunststoffarme, seltener mit zylindrischen Glasfibrerstäben, die bis in die Basis des Baumes reichen [8]. Die Erntegeräte werden zweiteilig als Selbstfahrmaschinen ausgebildet. Für Heckenerziehungen werden Selbstfahrmaschinen eingesetzt, welche die Reihen übergrätschen und in einem kontinuierlichen Arbeitsgang die Früchte mit Walzenschüttlern ablösen, in zwei verschiedenen Höhen auffangen, fördern, reinigen und zwischenlagern [9]. Die Schüttelorgane leiten durch rotierende oder auf- und abgehende Bewegungen die Schwingungen in die Zweige ein.



Bild 2. Selbstfahrende Erntehilfe mit Pflückstand.

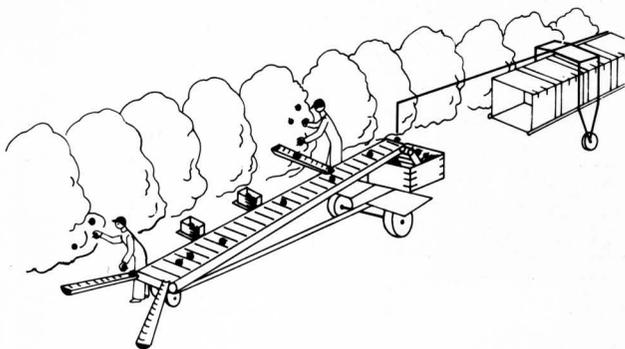


Bild 3. Erntehilfe mit Auslegerförderbändern für Heckenerziehungen.

Stellvertretend für eine Vielzahl von möglichen Erntehilfen ist in **Bild 2** ein selbstfahrendes Gerät dargestellt, das, um die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen, auch zum Baumschnitt und zu Fruchtausdünnarbeiten eingesetzt werden kann. Die Fahr- wie auch die Auslegerbewegung wird von der Pflückkabine aus gesteuert. Für Heckenerziehungen haben sich, wie **Bild 3** zeigt, selbstfahrende Erntehilfen bewährt, bei welchen die Ernteperson die Frucht direkt auf Transportbänder ablegt. **Bild 4** zeigt eine Versuchserntemaschine mit beweglichen, aufblasbaren, elastischen Armen in verschiedenen Höhen. Die geernteten Früchte rollen entlang dieser Arme auf ein Förderband und von dort in einen Sammelbehälter. Eine weitere Verringerung der Beschädigungsgefahr von Früchten durch den Aufprall auf Äste kann dadurch erreicht werden, daß die Hauptäste mit elastischem Schaumstoff belegt werden, **Bild 5**.



Bild 4. Selbstfahrende Maschine mit aufblasbaren Armen (Versuchsgerät) für die maschinelle Ernte von Frischobst.



Bild 5. Schaumstoffbelegung von Stamm und Hauptästen gegen Aufprallschäden der Früchte.

3.2 Ernteverfahren für Konserven-Obst

Zur Ernte von Obst für die weiterverarbeitende Industrie sind, wie Bild 6 zeigt, grundsätzlich zwei Erntetechniken möglich: Das Schüttel-Auffang- und das Schüttel-Aufsammel-Verfahren [10, 11]. Das Ablösen der Frucht erfolgt mechanisch mit Schwingungserzeugern durch Ast- bzw. Stammschüttler oder mit Gebläsen bzw. Pumpen, die einen pulsierenden Luft- oder Wasserstrom erzeugen. Daneben kann das Abtrennen der Frucht sowohl auf chemischem Wege – Beschleunigung der Trenngewebeausbildung – als auch elektrisch über den Durchgangswiderstand, der ein Durchbrennen des Fruchtstieles zur Folge hat, vorgenommen werden [12]. Beim letztgenannten Verfahren bedarf noch der Klärung, inwieweit durch die elektrolytische Wirkung in den Zellen das Wachstum der Pflanzen beeinträchtigt wird.

Die Auffangvorrichtungen können, gegenüber Geräten für die Frischobstgewinnung, konstruktiv wesentlich einfacher, wie bei-

spielsweise beim Ausrolltuch, ausgebildet werden, da gewisse Fruchtbeschädigungen zugelassen werden. Größtenteils werden zweiteilige Fangrahmen oder Faltschirme mit angebaute Stamm-schüttler eingesetzt.

Das Schüttel-Aufsammel-Verfahren eignet sich nur für großvolumige, weniger druckempfindliche Obstfrüchte [13, 14]. Die Aufnahme der Frucht erfolgt meist über Trommeln, Rechen oder Kratzketten, die mit Gummifingern besetzt sind und seitlich an der Maschine angebaute sind. Schüttel- und Auffanggeräte werden meist als Selbstfahrer ausgebildet, arbeiten, abgesehen von Hochrad-Erntemaschinen für Hecken und den Aufsammlern, diskontinuierlich, d.h. sie müssen von Baum zu Baum nachgerückt werden.

Die Leistung solcher Ernte-Einheiten reicht bei einem Arbeitskräftebedarf von maximal drei Personen von etwa 500 bis 15000 kg Äpfel/Akh bzw. 200 bis 3000 kg Kirschen/Akh. Die erforderliche Antriebsleistung beträgt bei Erntegeräten mit Stammschüttlern bis zu 70 kW, bei solchen mit Gebläseschüttlern bis zu 120 kW.

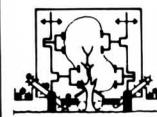
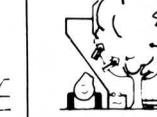
Ernteverfahren						
	Schütteln – Auffangen				Schütteln – Aufsammeln	
Kenndaten	diskont.	diskont.	diskont.	kont.	diskont.	kont.
Geräte	Seil-Schüttler Auffangtuch	Ast- od. Stamm- Schüttler 2 Fangrahmen	Stammschüttl. Schwingflügel- Fangrahmen	Leisten od. Walzenschüttl. Auffang-Klapp.	Ast- od. Stamm- Schüttler Auflesegerät	pneum.; hydr.; chem.; elektr.; Fruchtabtrenn. Auflesegerät
Baumformen	Nieder- u. Hochstamm	Nieder- u. Hochstamm	Niederstamm	Hecke	Nieder- u. Hochstamm	Nieder- u. Hochstamm u. Hecke
Schütteleintr. Frequenz (Hz) Amplitude (mm) Leistung (kW)	5 - 10 2 - 100 5 - 15	5 - 20 10 - 50 5 - 30	15 - 30 5 - 15 30 - 70	10 - 25 10 - 40 30 - 50	5 - 20 10 - 50 5 - 30	pneum.: ≈ (120 kW) hydr.: ≈ (80 kW) elektr.: ≈ (10 - 20 kV) chem.: Ethrel, MgCl ₂)
Ak-Bedarf o. Transport	3	2	1	1	2	2
Ernteleistung (Baum/h) Kirschen (kg/Akh) (60 kg/Baum) Apfel (kg/Akh) (200 kg/Baum)	8 - 10 160 - 200	50 - 70 1500 - 2100	30 - 50 1800 - 3000	Hecke 250 - 300 – 5000 - 6000 (20 kg/Baum)	50 - 70 – 5000 - 7000	100 - 150 – 10000 - 15000

Bild 6. Kenndaten verschiedener Ernteverfahren für Verwertungsobst.

In Bild 7, 8 und 9 sind selbstfahrende Erntegeräte für Stein- und Kernobstfrüchte für die weiterverarbeitende Industrie dargestellt, die sich seit Jahren hauptsächlich in den USA bewährt haben. Für die Kirschernte werden vorwiegend Geräte mit Ast- oder Stammschüttlern und geteilten Fangrahmen eingesetzt, Bild 7. Der Transport und die Zwischenlagerung der Früchte erfolgt in gekühltem Wasser. Zur Ernte von weniger druckempfindlichem Gut können, wie Bild 8 zeigt, Selbstfahrer mit Stammschüttlern und Faltschirmen eingesetzt werden, wobei eine Ernteperson eingespart werden kann. Zum Aufsammeln von Äpfeln für die Saftindustrie aus Obstanlagen mit Grasbewuchs eignen sich, wie Bild 9 zeigt, Schlepper-Anhängemaschinen mit seitlicher Aufnahmetrommel, die das Unterfahren der Bäume ermöglichen.



Bild 7. Selbstfahrende, zweiteilige Erntemaschine mit Stammschüttler.



Bild 8. Selbstfahrende Erntemaschine mit Faltschirm und Stammschüttler.

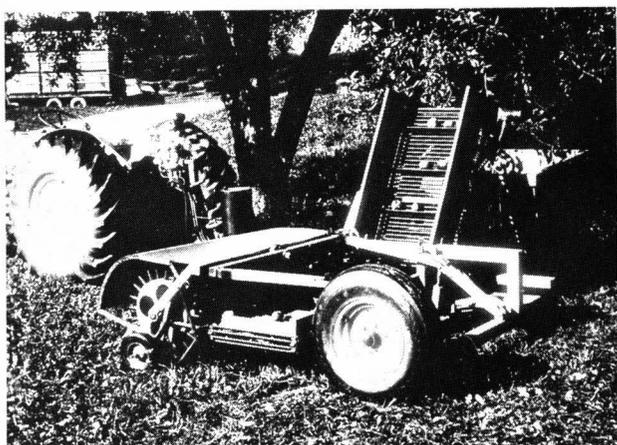


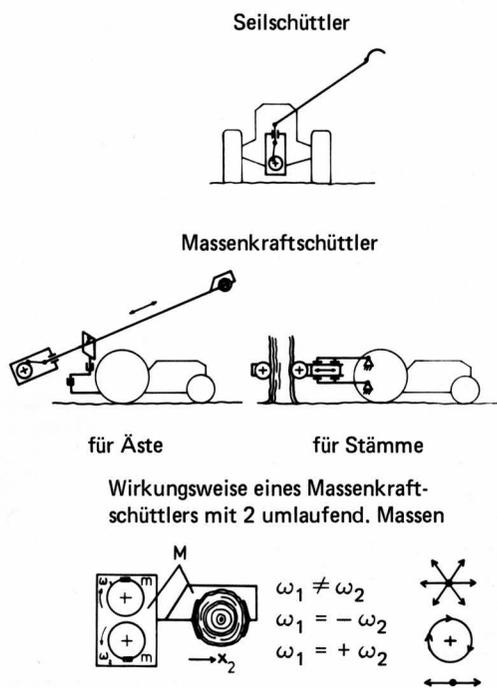
Bild 9. Kernobstaufsammelmaschine.

4. Bauarten von Ast- und Stammschüttlern

Für das Ablösen der Frucht vom Baum werden vorwiegend mechanische Trennverfahren angewendet. Die zum Abtrennen der Frucht notwendigen Massenkräfte werden durch erzwungene, periodische Schwingungen oder Stöße erzeugt, die in Stamm, Äste oder Astwerk eingeleitet werden. Das Schwingungssystem Baum – Frucht ist sehr kompliziert und rechnerisch kaum zu erfassen. Es wird durch die Biegesteifigkeit, die Astlängen und -verzweigungen, die Fruchtstiellängen, die Fruchthaltekräfte und die zu bewegenden Massen von Pflanze und Frucht, sowie durch die Kenndaten des Schwingers, wie Masse, Frequenz und Amplitude beeinflusst [15].

In der schematischen Darstellung des Bildes 10 sind die derzeit gebräuchlichsten Baumschüttler zusammengestellt. Seil- und Massenkraftschüttler leiten über eine feste Verbindung – Ast- oder Stammklammer – erzwungene, periodische Schwingungen in den Baum ein. Einfache Seilschwinger werden meist über die Schlepperzapfwelle angetrieben und erzeugen durch Exzenter Schwingungen mit konstanter Amplitude, sofern das Trägerfahrzeug in Ruhe bleibt, d.h. seine Masse gegenüber derjenigen des Astes groß genug ist. Nachteilig wirkt sich bei diesen Schüttlersystemen, die auf das Trägerfahrzeug übertragene Vibration aus. Außerdem ist die Anbringung des Hakens am Ast sehr zeitaufwendig, die Beschädigungsgefahr der Bäume durch die notwendigen großen Hübe erheblich.

Massenkraftschüttler, die am Ast oder Stamm angesetzt werden und pendelnd im Schwerpunkt aufgehängt sind, beanspruchen das Trägerfahrzeug nicht und werden daher in der Praxis vorwiegend verwendet. Die Schwingungen können durch Kurbeltriebe oder umlaufende Massen bzw. Unwuchten erzeugt werden. Schüttler, in welchen durch Ölmotoren rotierende Massen mit verschiedener Winkelgeschwindigkeit und Richtung angetrieben werden, können in dem Baum Schwingungen unterschiedlicher Richtung erzeugen. Ist die Winkelgeschwindigkeit der beiden Massen gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet, so wird eine hin- und hergehende Bewegung erzielt. Eine rotierende bzw. rührende Bewegung wird dann erreicht, wenn die Winkelgeschwindigkeiten und der Drehsinn gleich groß sind. Bei ungleicher Drehgeschwindigkeit der Massen wird der Baum in verschiedenen Richtungen pulsierend erregt, wodurch alle Äste einmal in ihren optimalen Schwingungsbereich gelangen. Mit Hilfe der Schwingungsgleichungen für Kurbelschleifen, wie auch für umlaufende Massen, können die gesuchten Größen berechnet und damit die Konstruktionsdaten der Massenkraftschüttler festgelegt werden.



Schwingungsgleichung für Massenkraftschüttler

Umlaufende Massen:

$$M\ddot{x}_2 + k\dot{x}_2 + cx_2 - 2mr\omega^2 \cos \omega t = 0$$

Hin- u. hergehende Massen:

$$M\ddot{x}_2 + k\dot{x}_2 + cx_2 + m_1r\omega^2 \sin \omega t = 0$$

Bild 10. Schematische Darstellung verschiedener Schüttler für die Baumobsternte.

Die Ast- bzw. Stammklammer, also das Verbindungsteil zwischen Schwinger und der zu erregenden Masse, muß so ausgebildet sein, daß eine kraft- und formschlüssige Verbindung entsteht und keine unzulässig hohen Druckspannungen – radialer Druck = 300 N/cm²; tangentialer Druck = 120 N/cm² – auftreten. Diese Aufgaben bewältigen Ausgleichspolster, beispielsweise mit körnigem Gut gefüllte Gummirollen, die den ganzen Ast oder Stamm umschließen und sich jeder Unebenheit anpassen können.

5. Bauarten von Auffang-Vorrichtungen

Die konstruktive Gestaltung der Auffangvorrichtungen hängt neben der Forderung nach genügender Beweglichkeit in Obstanlagen unmittelbar mit den physikalischen Eigenschaften der Früchte zusammen. Wie die schematische Darstellung in **Bild 11** zeigt, werden derzeit verschiedene konstruktive Möglichkeiten von Auffangschirmen genutzt. Für weniger druckempfindliche Früchte eignen sich einfache Geräte mit Ausrolltüchern, die auch mit Luftpolstern versehen sein können. Die Neigung von einteiligen Faltschirmen oder zweiteiligen Fangrahmen muß so groß sein, daß die Früchte in kürzester Zeit abrollen, damit die Gefahr des Aufeinanderprallens vermindert wird. Ist dies durch tieferunterhängende Zweige nicht möglich, so müssen über den Fangflächen Verzögerungsbänder angebracht werden, wodurch die Fallenergie allmählich verringert wird und ein direktes Aufprallen auf Früchte vermieden wird. Eine weitere Verringerung der Beschädigungsgefahr der Früchte wird mit aufblasbaren Plastikarmen erreicht, die in mehreren übereinander angeordneten Aufgabebenen angebracht sind.

Unter Berücksichtigung der Fallhöhe, der Fruchtmasse, der zulässigen Druckbelastung und der Kontaktfläche zwischen der Frucht und der Auffangfläche, kann die notwendige Elastizität der Fangfläche berechnet werden. Für die Trennung von Beimengungen, wie Blätter und Holzteile, kommen Trennverfahren zur Anwendung, welche die unterschiedlichen Dichten oder die Luftwiderstandsbeiwerte berücksichtigen.

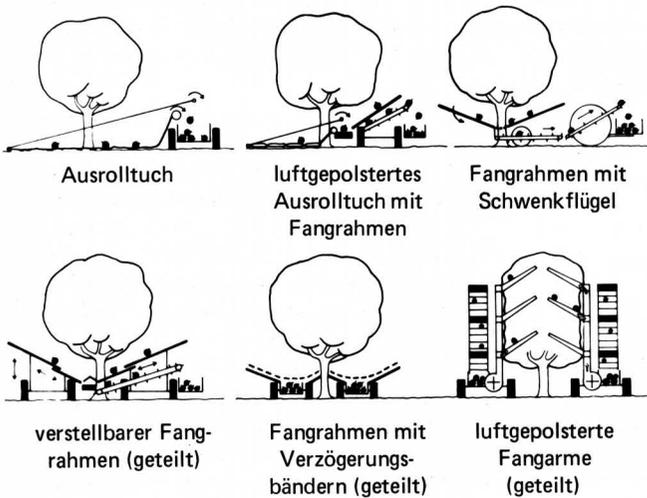


Bild 11. Schematische Darstellung verschiedener Auffangvorrichtungen für Baumobst.

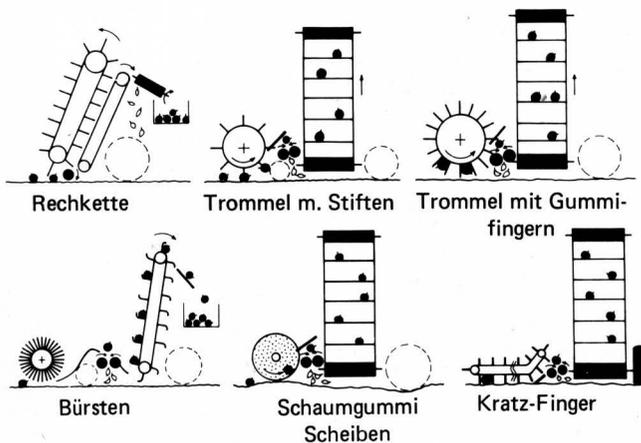


Bild 12. Schematische Darstellung verschiedener Aufsammelmaschinen für Kernobst.

6. Bauarten von Aufsammelmaschinen

In **Bild 12** sind die Funktionsschemen verschiedener Aufsammelmaschinen zusammengestellt. Das Erntegut wird vom Boden aufgenommen, durch umlaufende Gummivalzen von Blättern und Grasteilen gereinigt und in Sammelbehälter gefördert. Die Geräte unterscheiden sich nur in der konstruktiven Gestaltung der Aufnahmeeinrichtung. "Pick-up"-Einrichtungen, welche die Frucht aufspießen, arbeiten auch in hohem Grasbewuchs am sichersten. Die Früchte müssen jedoch wegen der Infektionsgefahr sofort verarbeitet werden. Geräte, die elastische Gummifinger an der Aufnahmetrommel besitzen, haben sich in der Praxis bereits gut bewährt.

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß noch eine Fülle von Aufgaben in der Verfahrenstechnik der Baumobsternte zu bearbeiten und zu lösen ist. Die Schwierigkeiten sind durch die unterschiedlichen Anbauformen, die empfindlichen Früchte und die mehrjährige Pflanze ungleich größer als bei anderen in der Landwirtschaft zu erntenden Gütern. Wir stehen auf diesem Gebiet mitten in einem sicherlich auch künftig lebhaften, technischen Entwicklungsprozeß. Die gezeigten Möglichkeiten zur Mechanisierung der Ernteverfahren von Baumobst bedürfen dringend einer Weiterentwicklung und Verbesserung. Die verschiedenen, meist in den USA entwickelten Verfahren müssen auf unsere Verhältnisse abgestimmt und optimiert werden. Neben diesen Aufgaben muß jedoch verstärkt nach neuen wirtschaftlichen Verfahren in der Baumobsternte gesucht werden.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] ● Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- [2] Jahresbericht 1973 der Fachgruppe Obstbau, Bundesauschuß Obst und Gemüse.
- [3] ● *Hilkenbäumer, F.*: Obstbau; Grundlagen, Anbau und Betrieb. Berlin: Paul Parey 1964.
- [4] ● Datensammlung für die Betriebsplanung Obst-, Gemüse- und Weinbau. Landesanstalt für die Anpassung der Landwirtschaft 1971.
- [5] *Moser, E.*: Neue Entwicklungstendenzen der Technik im Obstbau. Gartenbau-Wissenschaft Bd. 36 (1971) H. 4, S. 361/78.
- [6] –: Van plukkruwagen tot plukstelling. Zeeuws Fruittelersblad 29 Jahrg. (1973) S. 14/23.
- [7] *Duggen, H.*: Mechanische Obsterntemethoden. Rheinische Monatsschrift H. 12 (1972) S. 414/15.
- [8] *Fridlay, R., L. Claypool u. J. Mehlschau*: A new approach to tree fruit collection. ASAE-paper Nr. 73-1522 (1973) S. 1/18.
- [9] *Shepardson, E., D. Marquardt, F. Miller u. G. Rehkugler*: Mechanical harvesting of fruits and vegetables. Physical Sciences, Agr. Engr. Nr. 5 (1970) S. 3/12.
- [10] ● *Moser, E.*: Die Mechanisierung des Obst-, Gemüse- und Weinbaues in den USA. Arbeiten der Universität Hohenheim Bd. 47, Stuttgart: Eugen Ulmer 1969.
- [11] ● *Cargill, B. u. G. Rossmiller*: Fruit and vegetable mechanization. ASAE St. Joseph, Michigan USA, 1969.
- [12] *Molitorisz, J.*: Engineering Applications of electro-physiological properties of plants. Agricultural Science Review H. 4 (1966) S. 8/11.
- [13] *Levin, J.*: Development of a mechanical pick-up harvester for apples. USDA, ARS 42-180 (1971) S. 1/13.
- [14] *Summer, R. u. S. Hedden*: Design and performance of an experimental citrus windrow rake. USDA, ARS 42-200 (1972) S. 1/4.
- [15] *Göhlich, H.*: Grundlegende Betrachtungen zur maschinellen Obsternte. Grundl. Landtechnik H. 18 (1963) S. 21/26.