

In dieser Arbeit wurden die Kräfte, die zwischen Schlepper und Rauten- bzw. Normalpflug wirken, verglichen. Die Ergebnisse sagen aus, daß bei mittlerer Arbeitstiefe der Normalpflug und bei großer Arbeitstiefe der Rautenpflug leichtzügiger ist, wobei die Unterschiede mit zunehmender Geschwindigkeit geringer werden. Anhand von schematischen Darstellungen wurde den Ursachen nachgegangen. Beim Pflügen des unbearbeiteten Stoppelfeldes konnte festgestellt werden, daß der Pflug mit dem geringeren Zugkraftbedarf den schlechteren Krümeleffekt hatte.

Schrifttum

- [1] *Clausing, F.*: Der Rautenpflug – pro und kontra. DLG-Mitteilungen Bd. 92 (1977) Nr. 24, S. 1319/21.
- [2] *Nowotny, M.*: Hat der Rautenpflug Zukunft? Agrartechnik international Bd. 56 (1977) Nr. 8, S. 8/9.
- [3] *Blackstein, R.*: Der Rautenpflug. Agrartechnik international Bd. 57 (1978) Nr. 1, S. 8/9.
- [4] *Belleth, H.-C.*: Rautenpflug: Schneller und besser oder nur teurer? Top Agrar, (1978) H. 4, S. 72/74.
- [5] *Stroppel, A. u. R. Reich*: Einige Aspekte zum Rautenpflug Feld und Wald Bd. 98 (1979) H. 16 (im Druck).
- [6] – : Firmenunterlagen der Firma Huard, Frankreich.
- [7] – : Firmenunterlagen der Firma Gassner, Göggenhofen.
- [8] – : Firmenunterlagen der Firma Rabewerk, Bad Essen-Linne.
- [9] *Reich, R.*: Messung der Kräfte zwischen Schlepper und Gerät. Grundl. Landtechnik Bd. 28 (1978) Nr. 4, S. 156/59.
- [10] *Söhne, W.*: Krümel- und Schollenanalyse als ein Mittel zur Beurteilung der Güte der Bodenbearbeitung. Landtechn. Forschung Bd. 4 (1954) Nr. 3, S. 79/81.
- [11] *Blunck, H.-J.*: Untersuchungen zur Funktion, zum Zugkraftbedarf und Arbeitseffekt des Rautenpfluges. Diplomarbeit, Hohenheim März 1979.

Verfahrenstechniken für die maschinelle Traubenernte

– Möglichkeiten, biologisch-technisch-ökonomische Verfahrenskennwerte, Entwicklungstendenzen –

Von Eberhard Moser, Stuttgart-Hohenheim*)

DK 634.8:631.17:631.35

Der Mechanisierungsgrad im Weinbau konnte dank neuer Ernte- und Transporttechniken weltweit erhöht werden. Ausgehend von Entwicklungen in den USA, sind in den vergangenen Jahren auch in Europa neue Ernteverfahren und -technologien erprobt worden. Das Ziel dieser Arbeiten liegt in der Senkung der Produktionskosten, der Erhaltung der Fruchtqualität und der Verringerung der Ernteverluste. Diese technischen Entwicklungen müssen innerhalb eines gesamten Produktionsverfahren gesehen und eingeordnet werden, weil sie auch die Anbau-, Pflanzenpflege- und Pflanzenschutztechniken beeinflussen können.

Unter Mitwirkung von Dipl.-Ing. agr. M. Siglinger

*) Prof. Dr.-Ing. E. Moser ist Leiter des Fachgebiets "Verfahrenstechnik für Intensivkulturen" des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim.

1. Einleitung

Für die Handlese müssen je nach Lage (Direkt- oder Seilzug), Erziehung, Unterstützung, Rebsorte, Standraum, Ertrag und verwendeten Hilfsmitteln zwischen 30 und 50 % des Gesamtarbeitszeitaufwandes, d.h. etwa 270 bis 350 Akh/ha aufgebracht werden. Die Erntekosten liegen etwa zwischen 2000 und 2800 DM/ha und sind damit etwa 10 mal höher als bei der Getreideernte.

Die bisherige Zurückhaltung in der Bundesrepublik Deutschland gegenüber neuen Ernteverfahren im Weinbau hat dazu geführt, daß mit der Entwicklung neuer Transporttechniken zukünftig keine weiteren Produktionskostensenkungen zu erwarten sind. Bekanntlich beträgt der Anteil der Transportarbeiten bei der Traubenlese nur 25 bis 30 %, das Abtrennen der Trauben jedoch bis zu 75 % des Gesamtarbeitszeitaufwandes, so daß nur durch eine Mechanisierung der gesamten Erntearbeiten bedeutende Fortschritte gemacht werden können. Neben der technischen Vervollkommnung verschiedener Arbeitsverfahren liegt in den meisten europäischen Ländern derzeit der Schwerpunkt in der Erarbeitung und Erprobung neuer oder bereits bewährter Verfahrenstechniken für die arbeits- und kostenaufwendige Traubenernte [1, 2].

Die größten Schwierigkeiten für die Mechanisierung der Erntearbeiten im Weinbau sind in den unterschiedlichen Anbaumethoden, insbesondere in den verschiedenen Erziehungs- und Standraumverhältnissen, in der Vielzahl der Rebsorten, der oft schwierigen Geländebeschaffenheit (Steillagen) und nicht zuletzt in der geringen Größe der Rebanlagen zu suchen. So werden beispielsweise die Ernteverluste – Auffang-, Saft- und Stockverluste – weitgehend von der Erziehung, der Unterstützung und der Rebsorte bestimmt. Erhebliche Probleme sind auch darin zu sehen, daß das Erntegut wie auch die mehrjährige Rebe gegenüber mechanischen und thermischen Beanspruchungen sehr empfindlich und die Ablösekräfte oft hoch sind. Die unterschiedlichen Anforderungen bedingen meist konstruktiv aufwendige Spezialmaschinen mit hohen Entwicklungskosten.

2. Biotechnische Eigenschaften

Die Kenntnis der biotechnischen Eigenschaften der zu beerntenden Reben wie auch des Erntegutes ist für die Entwicklung und Beurteilung von Produktionsverfahren, insbesondere für die konstruktive Auslegung der Erntemaschinen, unerlässlich [3]. Zur Ermittlung dieser Kenndaten, insbesondere der physikalischen, chemischen und biologischen Fruchtigenschaften, ist eine enge Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen notwendig.

Für die Wahl der Pflückeinrichtung sind neben der Erziehung und Unterstützung beispielsweise die Größe der Trennkraft zwischen Frucht und Pflanze sowie deren Festigkeit und Elastizität von maßgeblichem Einfluß. Die Reib- und Strömungseigenschaften von Blatt, Traube und Einzelbeere bestimmen wiederum die konstruktive Ausbildung der Förderanlage, der Klassier- und Reinigungseinrichtung. Bei der Wein- und Saftbereitung und der Optimierung von Erziehungs- und Unterstützungssystemen sind dagegen chemisch-biologische Kenngrößen von Interesse.

Stellvertretend für die umfangreichen biotechnischen Untersuchungen werden nachfolgend einige wichtige physikalische Stoffkenndaten und Einflußgrößen für die maschinelle Traubenernte dargestellt.

Zur Optimierung eines mechanischen Trauben-Abtrennverfahrens muß hinsichtlich der Frequenz und der Amplitude eines Schwingeschüttlers der Trennkraftverlauf zwischen Beere und Rebe während der Reife bekannt sein, Bild 1. Bei den meisten Rebsorten nimmt die Trennkraft hyperbolisch mit dem Reifegrad ab, so daß bei ungleichmäßiger Reife eine selektive Ernte möglich wäre. Einige Sorten weisen dagegen während des Reifeverlaufes nur geringe Änderungen auf. Die Trennkraft zur Erntezeit unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Wirkt die Trennkraft nicht in Beeren-Stielrichtung, so kann sie bis zu einem Kraftangriffswinkel von 45° auf die Hälfte verringert werden, wobei es aber dann zum Aufreißen der Beerenhaut und zu erhöhten Saftverlusten kommt.

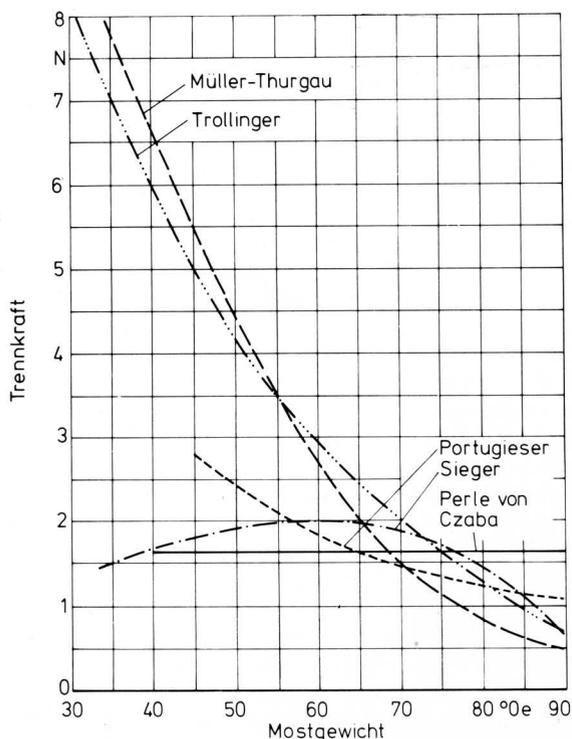


Bild 1. Trennkraft zwischen Beere und Stiel für verschiedene Rebsorten in Abhängigkeit vom Reifegrad (Mostgewicht in Öchslegrad).

Die Zusammensetzung des Erntegutes wird insbesondere vom Verhältnis der an den verschiedenen Pflanzenorganen — Beere, Traube, Blatt, Trieb — auftretenden Haltekraft beeinflusst, Bild 2. Das Erntegut der meisten maschinell beernteten Rebsorten setzt sich daher aus Einzelbeeren mit nur einem geringen Anteil von ganzen Trauben und Blättern zusammen.

Die Beerntbarkeit einer Rebsorte wird neben der Ablöskraft von der Festigkeit ihrer Beeren, d.h. von den zu erwartenden Saftverlusten bestimmt. Mit einer Zunahme von Beerenfestigkeit und -volumen, d.h. Schalenbruchkraft und Beerenoberfläche, steigt bei der Mehrzahl der Rebsorten jedoch auch die Ablöskraft an, Bild 3 [4].

Für die Auslegung von pneumatischen Trenn- und Fördereinrichtungen müssen die Schwebegeschwindigkeiten der einzelnen Erntegutbestandteile — Beeren, Trauben, Blätter, Triebe — bekannt sein. Infolge unterschiedlicher Schwebegeschwindigkeiten ist eine Trennung von Erntegut und Beimengungen wie auch eine Klassierung in Einzelbeeren und Trauben im Windsichter möglich, Bild 4.

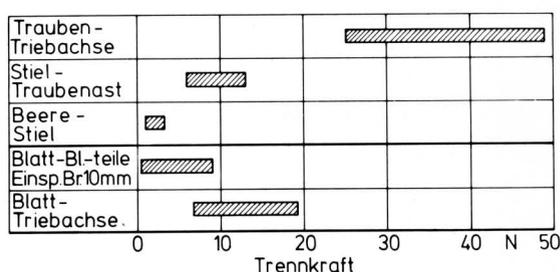


Bild 2. Trennkraft zwischen Erntegut und Rebe und für verschiedene Rebenteile zum Erntezeitpunkt (Mittel verschiedener Rebsorten).

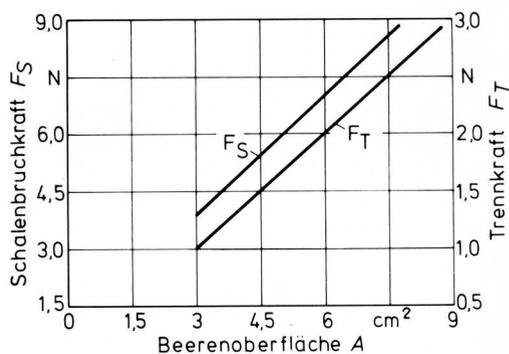


Bild 3. Schalenbruchkraft und Trennkraft in Abhängigkeit von der Beerenoberfläche verschiedener Rebsorten zum Erntezeitpunkt.

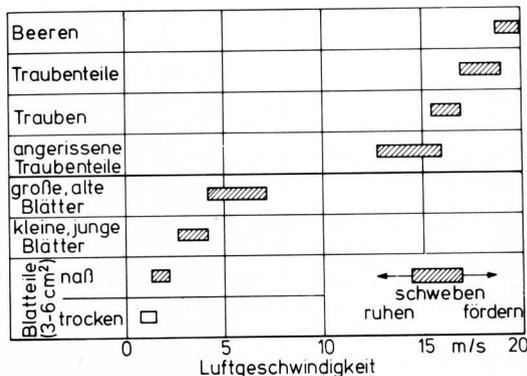
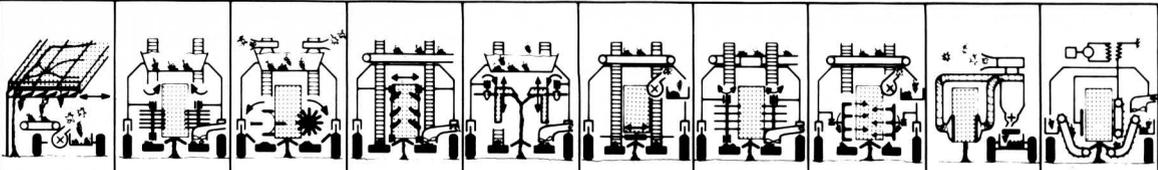


Bild 4. Schwebegeschwindigkeiten von Erntegut und Blättern verschiedener Rebsorten.

Ernteverfahren											
	mechanisch							pneumatisch		elektrisch	
Trennverfahren	schneiden		bürsten, kämmen, streifen		stoßen, schütteln, schlagen			schwing-schütteln	blasen	saugen	abbrennen
Trennorgane	Messer - balken		1-2 Bürstenpaare, Kämme, gest. Zinken		senkrechter und waagrechter Stoß- oder Schlagschüttler			Schwing-schüttler	Kompressor	Sauggebläse	Elektroden
Frequenz (Hz)	≈ 14		1,5 - 3,0	1,5 - 5,0	5 - 8	7 - 13	5 - 7	≈ 50	16 - 24	—	50
Amplitude (mm)	≈ 75		—		100	100 - 120	50 - 75	≈ 30	≈ 150 *	≈ 100 *	10 **
Erziehung / Unterstüzung	Dach - erziehung	Spalier	Spalier, Dach, Gobelet	Spalier, Gobelet, Doppelvorhang	Doppel - vorhang	Spalier, Doppelvorhang	Spalier, Doppelvorhang	Spalier	Spalier	Dach, Spalier	
gewonnenes Erntegut	Trauben	Trauben	Trauben	Traubenteile, Beeren	Traubenteile, Beeren	Traubenteile, Beeren	Traubenteile, Beeren	Traubenteile, Beeren	Beeren	Traubenteile, Beeren	
Verletzung	Erntegut	keine	gering	gering	mäßig	gering	gering	gering	mäßig	stark	gering
	Pflanze	keine	gering	gering	mäßig	gering	gering	mäßig	keine	gering	stark
Geräte - Bauart	Anbau - und Anhangegerät	Selbstfahr- und Anhangegerät	Selbstfahr- und Anhangegerät	Selbstfahr-, Anbau- und Anhangegerät	Selbstfahr- und Anhangegerät	Selbstfahr- und Anbaugerät	Selbstfahr-, Anbau- und Anhangegerät	Selbstfahr- und Anbaugerät	Anbau- und Anhangegerät	Anbau- und Anhangegerät	
konstr Aufwand	gering	mittel	mittel	mittel	mittel	gering	hoch	gering	gering	mittel	
Reihenabstand (m)	> 2,5	> 1,8	> 1,8	> 1,8	> 2,5	> 1,8	> 1,8	> 1,8	> 1,8	> 1,8	
Arbeitsgeschwindigkeit (km/h)	0,5 - 0,8	0,5 - 1	0,5 - 1,5	1,2 - 3,4	1,5 - 2,5	1,5 - 2,5	1,5 - 3,0	nicht bekannt	≈ 2,0	nicht bekannt	
Ernteleistung (dt/h)***	10 - 17	10 - 25	10 - 25	20 - 65	30 - 55	20 - 40	20 - 45	nicht bekannt	≈ 30	nicht bekannt	

Bemerkung: * Luftgeschwindigkeit (m/s); ** elektr. Spannung (kV); *** Ertrag 120 dt/ha

Tafel 1. Kenndaten maschineller Traubenernteverfahren.

3. Ernteverfahren

Mit Transportverfahren für die teilmechanisierte Ernte, bei der die Trauben weiterhin einzeln von Hand geerntet, in Behältern gesammelt und maschinell aus der Anlage transportiert werden, kann trotz hohen technischen Entwicklungsstands der Gesamtarbeitszeitaufwand für die Lese um nur etwa 6 % gesenkt werden [5]. Diese Verfahren werden in schwierigen Geländeverhältnissen dem Winzer auch zukünftig eine erhebliche Arbeitserleichterung bieten.

Für eine Vollmechanisierung der Traubenernte ist derzeit eine beachtliche Anzahl verschiedener Ernteverfahren bekannt. Die systematische Zusammenstellung, Tafel 1, enthält die wichtigsten technisch-ökonomischen Kenndaten, die aus verschiedenen Untersuchungen zusammengestellt wurden [6 bis 12]. Die bisherigen Entwicklungen haben gezeigt, daß mechanische Trennverfahren zum Ablösen der Traube von der Rebe den pneumatischen und elektrischen Verfahren vorzuziehen sind.

Erntemaschinen, welche die Trauben mit Mähmesserbalken oder rotierenden Schneidscheiben abtrennen, wurden vereinzelt in den USA und in Italien bei Dach-Erziehungen erprobt. Obwohl diese Geräte mit geringen Saftverlusten und einem hohen energetischen Wirkungsgrad arbeiten, setzen sie sich wegen des sehr hohen Zeitaufwandes für die lohnintensiven Erziehungsarbeiten in der Praxis nicht durch.

Ernteverfahren, welche die Trauben mit senkrecht oder waagrecht angeordneten, drehend angetriebenen Bürstenwalzen, gesteuerten Zinken oder schwingenden Nadeln abstreifen bzw. abkämmen, verletzen das Erntegut wie auch die Pflanze weniger stark. Mit diesen Einrichtungen können die Saftverluste weiter reduziert werden. Die Ernteleistung ist infolge kleinerer Fahrgeschwindigkeiten gering. Die Länge der Aufhängeeinrichtung bzw. die Baulänge der Maschinen kann verkürzt werden, ohne daß zusätzliche Verluste in Kauf genommen werden müssen.

Erntemaschinen, die mit Stoßschüttlern arbeiten und die Abtrennung waagrecht oder senkrecht in die Rebwand und die Unterstüzung einleiten, sind technisch am weitesten entwickelt und vervollkommenet. Sie arbeiten mit verhältnismäßig kleinen Frequenzen und großen Amplituden. Die Abtrennung erfolgt wie bei allen mechanisch-dynamischen Ernteverfahren durch Massenkkräfte, die Zug-, Biege- und Drehkräfte zwischen Traube und Rebe bzw. Beere und Traube hervorgerufen. Waagrecht schwingende Stoßschüttler sind nahezu für alle Erziehungs-systeme — Doppelvorhang, Drahtrahmen-Spalier und Gobelet — einsetzbar, senkrecht schwingende Stoßschüttler dagegen nur bei den aus Amerika kommenden Doppelvorhang-Systemen. Schüttler, welche die Schwingungen in die Rebe so einleiten, daß die Ablösekkräfte vorwiegend in Beeren-Stielrichtung wirken, verletzen das Erntegut weniger und verursachen daher geringere Saftverluste. Erntemaschinen, die über den Rebenstamm Schwingungen in die Rebe übertragen, haben sich bereits in Amerika und Australien in der Praxis bewährt und zeichnen sich insbesondere durch geringe Saftverluste, geringen Schmutzanteil und einfache Konstruktion aus. Die Rebe muß einen ausreichend festen Stamm besitzen — nach dem 4. Standjahr — und eine gute Energieübertragung zur Traube gewährleisten. Möglichkeiten für den Einsatz in Drahtrahmen-Spalier-, Flach-, Rund- und Pendelbogenerziehungen — werden derzeit erprobt.

Seit einigen Jahren führen sich auch Erntemaschinen mit Schwingschüttlern, wie sie bislang bei der Strauchbeerenernte verwendet wurden, in die Praxis ein. Die Ernteaggregate rollen in der Laubwand ab und übertragen dabei Schwingungen großer Frequenz und kleiner Amplitude an die Reben. Dieses Verfahren zeichnet sich durch geringe Verletzungen des Erntegutes und der Rebe aus. Der konstruktive Aufwand ist gegenüber Stoß- oder Schlagschüttelmaschinen höher.

Erntegeräte, die mit mechanischen Trennverfahren arbeiten, sind meist als Selbstfahrer, welche die Rebreihen übergrätschen, seltener als Anhänger- oder Schlepperanbaugeräte ausgebildet. Der Antrieb der einzelnen Baugruppen erfolgt wegen der unterschiedlichen Erntebedingungen stufenlos einstellbar über hydrostatische Getriebe. Die meisten Selbstfahrgeräte besitzen einen Hangausgleich, der die Einsatzgrenzen der Maschinen erweitert. Die Reinigung bzw. Trennung des Erntegutes von Blatt- und Rebteilen erfolgt meist mit Steigwind- oder Flachsiebtechnik, die Zwischenlagerung auf der Maschine oder in nebenherfahrenden Transportgeräten.

Pneumatisch arbeitende Erntemaschinen, die durch einen Druckluft- oder Saugluftstrom hoher Geschwindigkeit das Erntegut von der Rebe abtrennen, werden immer wieder erprobt. Geräte, die mit Druckluft arbeiten, besitzen zwei Düsenkränze, die sich während der Fahrt entlang der Reblaubwand mit etwa 150 min^{-1} drehen und mit 8 Düsen bestückt sind. Durch versetzte Anordnung der Ausblasöffnungen auf den sich gegenüberliegenden Düsenkränzen wird die Laubwand ständig in wechselnder Richtung angeblasen und dadurch in Schwingungen versetzt.

Erntemaschinen, die mittels eines Saugluftstromes die Trauben abernten, benötigen keine besonderen Auffangvorrichtungen und können bei allen Erziehungs- und Unterstützungssystemen eingesetzt werden. Die Traubenförderung in der Maschine erfolgt ebenfalls pneumatisch. Die hohe Luftgeschwindigkeit von etwa 120 m/s , die zum Abtrennen der Beeren notwendig ist, zerkleinert das Erntegut beim Abtrennen und während der Förderung sehr stark, so daß der Gerbstoff- und der Trubanteil im Most erhöht und die Weinqualität verschlechtert wird. Die großen Luftmengen, denen das Erntegut während der Förderung ausgesetzt ist, beschleunigen den Oxidationsvorgang des Erntegutes sehr. Das Verfahren verlangt eine vorherige chemische oder thermische Entlaubung der Traubenzone, weil mitgeführte, zerkleinerte Blätter nicht mehr aus dem Erntegut abgeschieden werden können.

Bei elektrischen Ernteverfahren wird Wechselstrom hoher Spannung über die Trauben und Traubenstiele in die Rebe geleitet. Den größten elektrischen Widerstand stellt der Traubenstiel zum Erntezeitpunkt dar, so daß dieser durchbrennt und die Trauben unversehrt geerntet werden können. Die Abtrenndauer des Erntegutes muß sehr kurz sein, wenn der Wein nicht nachteilig beeinflusst und die Rebe beschädigt werden soll. Die Anwendung von Spannungen um etwa 10 kV bedingt aufwendige Sicherheitsvorkehrungen an den Feldmaschinen sowie große Energien, weshalb derzeit noch keine Möglichkeiten für den Einsatz solcher Maschinen gesehen werden.



Bild 5. Selbstfahr-Erntemaschine mit waagrecht schwingenden Stoßschüttlern.

Die ermittelten energetischen Wirkungsgrade der untersuchten Ernteverfahren sind äußerst gering.

Die **Bilder 5 bis 7** zeigen Erntemaschinen mit unterschiedlichen Trenn- bzw. Ernteelementen, die sich bereits seit mehreren Jahren weltweit bewährt haben. Eine bereits im Jahre 1965 in den USA serienmäßig gebaute Maschine mit waagrecht schwingendem Schlagschüttler hat sich inzwischen in allen Weinbauländern bewährt, Bild 5. Für Doppelvorhang-Erziehungssysteme werden dieselben Maschinen mit senkrecht arbeitenden Schwingeschüttlern verwendet. Kostengünstigere Schlepperanbau- oder Anhängemaschinen der sogenannten 2. Generation in verkürzter verkleinerter Bauart werden insbesondere in Frankreich und Italien entwickelt, Bild 6. Mehrreihige Erntemaschinen mit Stammschüttlern, wie sie seit kurzem in den USA eingesetzt werden, erreichen Ernteleistungen bis zu etwa $2,0 \text{ ha/h}$, Bild 7.



Bild 6. Schlepperanbau-Erntemaschine in verkürzter Bauweise mit senkrecht schwingenden Stoßschüttlern.

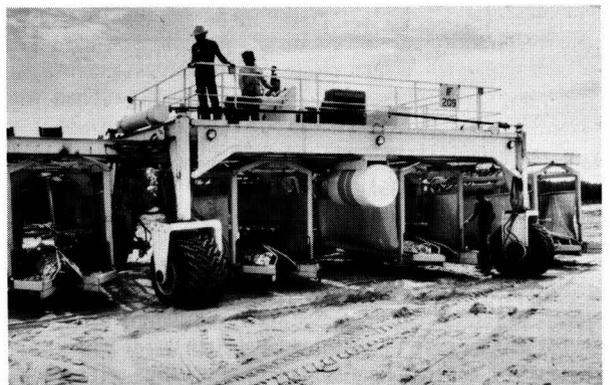


Bild 7. Vierreihige Selbstfahr-Erntemaschine mit Stammschüttler.

4. Verlust, Qualität, Beschädigung

Ernteverlust, Fruchtqualität und Beschädigung der Reben sind wegen des hohen Produktionswertes des Erntegutes und des großen Kapitaleinsatzes für Dauerkulturen zur Beurteilung eines Ernteverfahrens oder einer Erntemaschine von entscheidender Bedeutung.

Die Gesamternteverluste, die sich aus Stockverlusten (nicht abgelöstes Erntegut), Bodenverlusten (nicht aufgefangenes Erntegut) und Saftverlusten zusammensetzen, werden insbesondere durch die Bauart der Trennvorrichtung, die Sammel-, Förder- und Reinigungseinrichtung, die Arbeitsgeschwindigkeit der Erntemaschine und durch die Erziehung, Unterstützung und die Rebsorte beeinflusst. Die Verlustwerte liegen zwischen 5 % und etwa 20 % [9]. Senkrecht, in Beeren-Stielrichtung schwingende Stoßschüttler verursachen wegen der geringeren Verletzungen der Beeren gegenüber waagrecht arbeitenden Stoßschüttlern nur etwa die Hälfte der Verluste [13, 14]. Die Stockverluste nehmen innerhalb bestimmter Fahrgeschwindigkeiten mit zunehmender Frequenz und Amplitude ab.

Die Auffangverluste werden durch die Drahtspannung, den Abstand der Pfähle und deren Lage zur Rebe, insbesondere aber durch die Fahrgeschwindigkeit und die Größe der Schwingungen, beeinflusst [10].

Bandförderer verursachen gegenüber Becherwerken 3- bis 4mal höhere Verluste [14].

Die Verluste in Steigwindsichtern steigen nach amerikanischen Untersuchungen linear mit dem Anteil an Verunreinigungen und dem Ertrag bzw. Durchsatz der Erntemaschine an, Bild 8, [15].

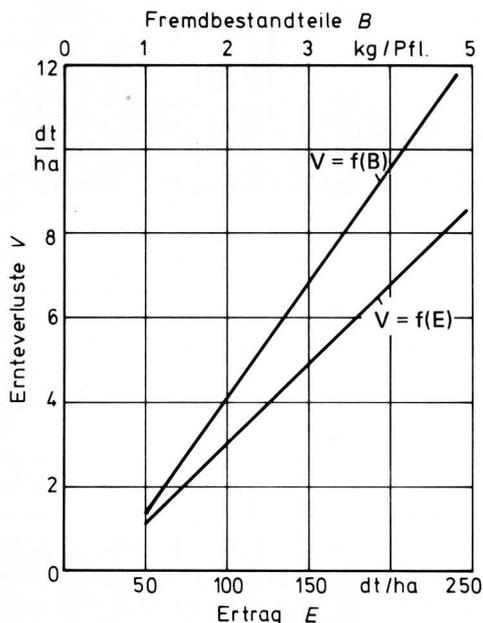


Bild 8. Fruchtverluste in Saugwindreinigungsanlagen in Abhängigkeit von Fremdteilbeladung und Ertrag.

Bei konstanten Werten von Ertrag, Schüttelfrequenz und -amplitude ist der Einfluß der Fahrgeschwindigkeit beträchtlich, Bild 9 [13, 16]. Bei geringen Fahrgeschwindigkeiten werden die Früchte bereits vor, bei zu hohen Fahrgeschwindigkeiten erst nach der Erntemaschine abgelöst. Eine Optimierung und Anpassung der Maschinenkenndaten – Frequenz, Amplitude und Fahrgeschwindigkeit – an die jeweiligen Anlagen, ist unerlässlich.

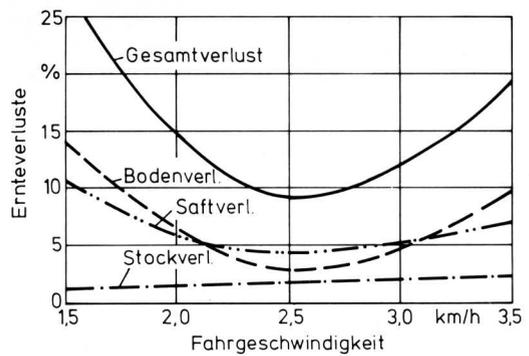


Bild 9. Ernteverluste eines horizontal schwingenden Stoßschüttlers bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten (Ertrag: 90 dt/ha; Schüttelfrequenz: 6,25 Hz; Amplitude: 100 mm).

Rebsorten mit großen Beeren, hoher Festigkeit und geringen Ablösekräften verursachen die geringsten Verluste. Für die maschinelle Ernte eignen sich deswegen nicht nur die amerikanischen, sondern auch die meisten europäischen Rebsorten. Bei Silvaner, Ruländer und Burgunder sind etwas höhere Verluste zu erwarten. Gobelet-Erziehungen bedingen bei sonst gleichen Verhältnissen gegenüber Drahtrahmen-Spalier-Erziehungen um etwa 20 % höhere Verluste [17].

Die Qualität des Erntegutes – Verletzungen, Schmutz- und Blattanteile – wird insbesondere von der Schüttlerbauart, dem Förderelement und der Reinigungseinrichtung geprägt. Mit Horizontal-Stoßschüttlern treten gegenüber Vertikal-Stoßschüttlern durchschnittlich 50 % höhere Beerenbeschädigungen auf [9, 14]. Größere Schüttelfrequenzen und kleinere Amplitude führen scheinbar zu etwas größeren Beerenbeschädigungen [14, 18]. Die Verletzung des Erntegutes durch die Fördereinrichtung kann beträchtlich sein [14]. Der Schmutz- und Blattanteil im verletzten Erntegut hat bekanntlich auf die Weinqualität, insbesondere bei längerer Zwischenlagerung, einen negativen Einfluß.

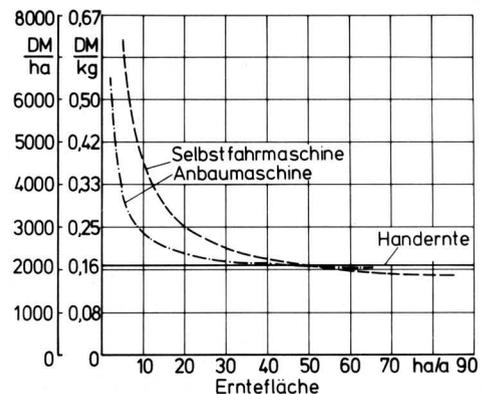


Bild 10. Erntekosten verschiedener Traubenernteverfahren in Abhängigkeit von der jährlichen Erntefläche.

Ertrag	120 dt/ha	Reihenabstand	2 m
Erlös	1,5 DM/kg	Reihenlänge	150 m
Einsatzzeit	300 h/a		

Lohnkosten:	Maschinenkosten:		
Handernernte	7 DM/Akh	Selbstfahr-Maschine	160000 DM
masch. Ernte	12,5 DM/Akh	Anbau-Maschine	50000 DM

Verluste:	
Handernernte	1,5 %
Selbstfahr-Maschine	7 %
Anbau-Maschine	10 %

Die Rebbeschädigungen und die frühzeitige teilweise Entblätterung der Pflanzen wurden vielfach überbewertet. Horizontal schwingende Stoßschüttler verursachen etwas größere Stockverletzungen als die übrigen Erntemaschinen [9].

5. Erntekosten

Zur Ermittlung der Erntekosten wurden in der Landwirtschaft übliche Berechnungsverfahren, Kenndaten und Annahmen herangezogen. Ein Kostenvergleich der Ernteverfahren – Handlese, Schlepper-Anbaumaschine, Selbstfahmaschine – zeigt, **Bild 10**, daß für die angegebenen Bedingungen bei einer jährlichen Erntefläche von etwa 50 ha bei Selbstfahmaschinen und Schlepper-Anbaumaschinen die Handerntekosten unterschritten werden. Die Kostenverhältnisse werden insbesondere von den Ernteverlusten, weniger von den Lohn- und Maschinen-Anschaffungskosten geprägt. So werden beispielsweise bei Senkung der Ernteverluste um nur 1 % für Selbstfahmaschinen schon bei einer Einsatzfläche von 40 ha, für Anbaumaschinen bereits bei 30 ha die Handerntekosten unterschritten. Für viele westeuropäische Staaten, insbesondere aber für die Bundesrepublik Deutschland mit ihren kleinen, parzellierten Anbauflächen, ist die Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen nur bei überbetrieblichem Einsatz in Genossenschaften, Maschinenringen oder durch die Vergabe der Erntearbeiten an Lohnunternehmer gegeben [19].

6. Entwicklungstendenzen

Die bestimmenden Faktoren für die zukünftige Entwicklung werden in den meisten Ländern die Höhe der Ernteverluste sowie die Verfügbarkeit und die Kosten der in der Landwirtschaft tätigen Arbeitskräfte darstellen. In der Bundesrepublik Deutschland muß davon ausgegangen werden, daß mit den heute möglichen Ernteverfahren nur etwa 50 bis 60 % der gesamten Rebfläche maschinell beerntet werden können. Die restlichen Flächen sind wegen der Lage, der Reberziehungen und ihrer Größe für die nächsten Jahrzehnte einer wirtschaftlich sinnvollen Mechanisierung nicht zugänglich. In solchen Anlagen werden zukünftig Erntehilfen weiter vorherrschen, welche die Produktionskosten nicht wesentlich senken können, jedoch eine bestimmte Arbeitserleichterung erbringen.

Bei der Planung von Neuanlagen ist darauf zu achten, daß die Reberziehung, die Unterstützung sowie der Reihenabstand in den einzelnen Gebieten vereinheitlicht und der Maschinenernte angepaßt werden. Dabei sollten Reihenabstände von mindestens 1,8 m, Rebreihenlängen von wenigstens 150 m und Vorgewende von mehr als 8 m sowie elastische Unterstützungen mit größerem Pfahlabstand vorgesehen werden. Diese Maßnahmen führen zu einfacheren, billigeren Maschinenkonstruktionen, zu geringeren Verlusten und damit zur Senkung der Erntekosten. Daneben sollten bei zukünftigen Neuzüchtungen Rebsorten bevorzugt werden, deren Beeren hartschalig sind, gleichmäßig reifen und mit geringen Energien von der Rebe zu trennen sind.

Die technischen Entwicklungen zielen auf Ernteverfahren und Maschinenkonstruktionen hin, mit denen die derzeitigen Verluste gesenkt werden können. Erneverfahren, bei welchen die Schwingungen senkrecht, in Traubenstiel- bzw. Beerienstielrichtung oder über den Rebstamm aufgebracht werden, scheinen die Forderungen besser erfüllen zu können. Erneorgane, mit denen ganze Trauben abgekämmt bzw. abgebürstet werden, lassen ebenfalls geringere Ernteverluste erwarten. Für die Qualitätserhaltung des Erntegutes sind wirksamere Reinigungseinrichtungen zu entwickeln, die verlustarm alle Schmutz- und Rehteile vom Erntegut trennen. Eine Verbesserung der Förderorgane erscheint ebenfalls notwendig. Die Bemühungen um neue Erntetechnologien werden auch zukünftig fortgesetzt und intensiviert werden müssen. Seit kurzem sind technische Entwicklungen zu beobachten, die den

Anbauverhältnissen und den Rebflächengrößen Rechnung tragen. Während in den USA Ernteeinheiten entwickelt werden, welche in einem Arbeitsgang 4 Rebreihen abernten, wird in Frankreich und Italien versucht, Maschinen mit kleineren Ernteleistungen und konstruktiv vereinfachten Bauelementen, die meist am Schlepper angebaut oder angehängt werden, einzuführen. Inwieweit auf diesem Wege die Erntekosten auch bei kleineren Einsatzflächen gesenkt werden können, bleibt fraglich. Vielmehr scheint sich in den meisten westeuropäischen Anbaugebieten ein überbetrieblicher Maschineneinsatz durchzusetzen.

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß noch eine Fülle von Aufgaben in der Optimierung der Verfahrenstechniken für die Traubenernte zu bearbeiten und zu lösen sind. Es sind nicht nur bekannte Ernteverfahren und Erntemaschinen bezüglich ihrer Leistung, Verluste und Qualität des Erntegutes zu verbessern, sondern auch neue Erntetechnologien zu erforschen. Andererseits sind von Pflanzenzüchtern maschinengerechte Rebsorten, Erziehungen und Unterstützungen zu entwickeln. Schließlich müssen geeignete Maschinenkonstruktionen für schwierige Geländeverhältnisse und kleine Anbauflächen entwickelt werden, mit denen die Ernteverluste und die Produktionskosten weiter gesenkt werden können.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] Moser, E.: Die Mechanisierung der Traubenernte, Stand und Entwicklungsrichtung. Vitis- Berichte über Rebenforschung Bd. 8 (1969) S. 314/24.
- [2] Rühling, W.: Mechanisierte Traubenernte, Aussichten und Lösungen. Die Wein-Wissenschaft H. 3 (1976) S. 179/96.
- [3] Moser, E.: Bestimmung physikalischer Stoffkennwerte für die mechanisierte Traubenernte. Vitis- Berichte über Rebenforschung Bd. 10 (1971) S. 222/36.
- [4] Egger, E.: Rilievi sugli indici di distacco e di schiacciamento di uve da vino coltivate nel veneto al fine della meccanizzazione integrale della vendemmia. Riv. Vitic. Enol. (Conegliano) Bd. 24 (1971) S. 420/46.
- [5] Adams, K. u. D. Maul: Transportgeräte für den Weinbau. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 0137 (1975).
- [6] 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.
- [7] Snobar, B. A., B. F. Cargill, I. H. Levin u. D. E. Marshall: An engineering analysis of mechanical harvesting and handling systems for concord grapes. ASAE-paper Nr. 73-108 (1973).
- [8] Lacombe, R.: La vendange mecanique. Le progres agricole et viticole. Nr. 93 (1976), S. 684/93.
- [9] Cargnello, G.: Prime esperienze di confronto fra vendemmia meccanica integrale a scuotimento verticale e vendemmia meccanica integrale a scuotimento laterale. Riv. Vitic. Enol. (Conegliano) Nr. 30 (1977) S. 80/86.
- [10] Bakos, J.: Erfahrungen in der Mechanisierung der Weinlese in Ungarn. Vortrag; Kolloquium Agrartechnik, Stuttgart-Hohenheim, 8.12.1975.
- [11] Moser, E. u. H. Sinn: Vergleichende Untersuchungen über verschiedene Ernteverfahren im Weinbau. Der deutsche Weinbau H. 16 (1971) S. 466/72.

- [12] • *Bäcker, G.*: Untersuchungen über die Möglichkeit der Anwendung eines elektromechanischen Trennverfahrens für die Weintraubenernte. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der MEG, H. 9 (1976).
- [13] *Haak, A. J.*: Mechanical harvesting wine grapes — a South African evaluation. Wynboer Nr. 8 (1975) S. 47/51.
- [14] *Shaulis, N. J., E. S. Shepardson u. J. C. Moyer*: Yield losses in the mechanical harvesting of grapes in New York. New York State Hort. Soc. Vol. 120 (1975) S. 96/104.
- [15] *Studer, H. E. u. H. P. Olmo*: Evaluation of fruit loss through the cleaning fans of mechanical grape harvesters. Trans. ASAE Bd. 19 (1976) Nr. 2, S. 219/22.
- [16] *Snoobar, B. A., B. F. Cargill, J. H. Levin u. D. E. Marshall*: Grape harvester recovery and losses. Amer. Journal of Enology and Viticulture Vol. 24 (1973) Nr. 1, S. 10/13.
- [17] Groupe de Travail "Machines a Vendanger": La mecanisation des vendanges. Vignes et Vins Nr. 259 (1977) S. 7/45.
- [18] *Cyciv, M. V., A. J. Duskin, M. M. Gervol'skij u. V. J. Popov*: Zur Frage der Kelterweinlese mit Vibratoren (russ.). Traktori sel'chozmash. Bd. 38 (1968) Nr. 4, S. 29/31.
- [19] *Dellenbach, P.*: Mechanization of grape harvesting. Food and agriculture organization of the United Nations FAO/ECE/Agri/WP,z/R21 9. August 1977.

Schwingungsbelastung von Fahrern landwirtschaftlicher Fahrzeuge und ihre Bewertung

Von Michael Graef, Braunschweig-Völkenrode*)

Mitteilung aus dem Institut für landtechnische Grundlagenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

DK 631.372:628.517:629.1.042

Auf landwirtschaftlichen Fahrzeugen soll die Schwingungsbelastung der Fahrer so klein sein, daß sie auch bei Langzeiteinwirkung keine Gesundheitsschädigungen verursacht und darüber hinaus die Arbeitsleistung und Konzentrationsfähigkeit möglichst wenig beeinträchtigt. Um den derzeitigen Stand im Hinblick auf die Schwingungsbelastung der Fahrer zu erfassen, werden bei den verschiedenen Arbeiten in der landwirtschaftlichen Produktion Messungen in den drei Koordinatenachsen am Fahrersitz durchgeführt.

Die Ergebnisse lassen grundsätzliche Aussagen über die Größe, Amplituden- und Frequenzverteilung der Schwingungsbelastung und über die Wirksamkeit der schwingungsbeeinflussenden Elemente zu.

Dabei darf man allerdings die Problematik der Beurteilung der in der Praxis räumlichen Schwingungsbelastung mit den bestehenden Regelwerken nicht übersehen.

1. Einleitung

In der Landwirtschaft gibt es bei dem heutigen Stand der Mechanisierung und Motorisierung sehr viele Arbeitsplätze, an denen der Mensch mechanischen Schwingungen, d.h. Erschütterungen und Vibrationen, ausgesetzt ist. Dies ist besonders bei Fahrern von Schleppern, Mähreschern und anderen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen der Fall [1, 2, 3]. Hier werden die Schwingungen durch Bodenunebenheiten in Verbindung mit der Fahrgeschwindigkeit, aber auch durch Motor, Fahrzeugbauteile und verwendete Arbeitsgeräte angeregt und wirken in erster Linie über die Sitzfläche als Schwingungsbelastung auf den Fahrer ein.

2. Aufgabenstellung

Um den derzeitigen Stand im Hinblick auf die Schwingungsbelastung der Fahrer zu erfassen, werden Schwingungsmessungen an Fahrerplätzen auf landwirtschaftlichen Fahrzeugen in den drei Koordinatenrichtungen durchgeführt. Die Messungen erfolgen in Zusammenarbeit mit Landwirten beim praktischen Einsatz der verwendeten Maschinen und Geräte.

Ziel dieser Messungen ist es, festzustellen, welche Schwingungsbelastungen für die Fahrer bei den verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten auftreten und welche Aussagen über die Schwingungsbelastung bei einer Bewertung mit den bestehenden technischen Regelwerken zu machen sind. Weiterhin soll, ausgehend von den Messungen und Bewertungen, untersucht werden, ob über die schwingungstechnischen Eigenschaften der verwendeten landwirtschaftlichen Sitze und Fahrzeuge Aussagen möglich sind, die als Ausgangspunkt für technische Maßnahmen zu einer Verminderung der Schwingungsbelastung für die Fahrer beitragen können.

*) Dipl.-Ing. M. Graef ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für landtechnische Grundlagenforschung (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Batel) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode.