

diesen Verfahren wird in erster Linie das Feldhäckselverfahren und später vielleicht einmal das Brikettierverfahren gehören.

#### Schrifttum

- [1] CLAUS, H. G. und G. BANTHJEN: Mähen, Aufbereiten und Werben von Halmfuttermitteln. Landtechnik 24 (1969) S. 222—226.
- [2] WIENEKE, F.: Probleme der Halmfuttermittelernte und Konservierung. Grundl. d. Landtechnik 16 (1966) S. 9—17.
- [3] WIENEKE, F.: Neue Erfahrungen und Entwicklungen in der Halmfuttermittelernte. Landtechnik 23 (1968) S. 374—379.
- [4] ZIMMER, E.: Der Einfluß der mechanischen Aufbereitung auf die Silierfähigkeit von Halmfuttermitteln. Grundl. d. Landtechnik 17 (1967) S. 197—202.
- [5] ZIMMER, E. und H. HONIG: Brikettierung und Gärfutterbereitung. Mitteilungen der DLG 83 (1968) S. 1622—1626.
- [6] SEGLER, G.: Stand der Heublüftungstechnik. Landtechnik 24 (1969) S. 246—250.
- [7] WEIDINGER, A.: Die Grenzen des Ladewageneinsatzes. Landtechnik 22 (1967) S. 270—275.
- [8] BRENNER, W. G.: Das Einwagenverfahren beim Feldhäckseln. Landtechnik 23 (1968) S. 826—835.
- [9] MATTHIES, H. J.: Verfahren und Aussichten der Heubrikettierung. Mitteilungen der DLG 83 (1968) S. 1615—1618.
- [10] SCHEFFLER, E.: Die Entwicklung des Heubrikettierverfahrens in den USA. Landtechnik 24 (1969) S. 241—246.

## Angewandte Verfahrenstechnik bei der mechanischen Ernte von Gemüse

Eberhard Moser

Abteilung für Technik im Obst-, Gemüse- und Weinbau, Universität Hohenheim

Die stürmische technische Entwicklung der vergangenen 15 Jahre in der Landwirtschaft wirken sich nun auch auf das lange vernachlässigte Gebiet der Sonderkulturen aus. Während in der Landwirtschaft die Herstellungsverfahren für die Gewinnung von tierischen und pflanzlichen Produkten weitgehend mechanisiert sind, stehen wir im Obst-, Gemüse- und Weinbau noch am Anfang dieser Entwicklung. Dieser Prozeß wird sich jedoch in wesentlich kürzerer Zeit vollziehen, denn er erhält durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften, die steigenden Löhne, die dadurch bedingten hohen Produktionskosten und den wachsenden Konsum dieser Gartenbauprodukte ständig neuen Auftrieb. Wir müssen deshalb vor allem diejenigen Bemühungen intensivieren, welche die Mechanisierung solcher Arbeiten zum Ziele haben, die einen hohen Prozentsatz des gesamten Arbeitsaufwandes bei der Erzeugung gartenbaulicher Konsumgüter ausmachen.

### 1. Einleitung

Bei den Arbeitsabläufen für die Produktion von Gemüse handelt es sich, wie G. SEGLER am Beispiel für die Gewinnung von landwirtschaftlichen Gütern ausführt, um verfahrenstechnische Anlagen [1]. Diese Anlagen enthalten Einrichtungen für die Grundverfahren Trennen, Klassieren, Fördern, Konservieren und Lagern. Im Feldgemüsebau sind gegenüber der Landwirtschaft bis heute nur ganz vereinzelt ununterbrochene, mechanisierte Arbeitsabläufe von der Saat über die Pflanzenpflege und Ernte bis zur Lagerung und Konservierung verwirklicht (beispielsweise bei der Produktion von grünen Bohnen). Die Prozeßfolge im Produktionsverfahren wird meistens bei den Erntearbeiten unterbrochen. Diese Arbeiten machen aber, wenn sie von Hand ausgeführt werden müssen, durchschnittlich 50 Prozent der Erzeugungskosten aus. In diesem Beitrag sollen deswegen aus der Sicht der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik die Möglichkeiten der Erntetechniken im Feldgemüsebau sowie die dabei zur Anwendung kommenden Verfahren untersucht werden.

Der Bedarf an Gemüse in der Bundesrepublik von jährlich etwa 3 Mill. t wird zu etwa je einem Drittel durch den Selbstversorgeranbau, den Feldgemüsebau und durch Einfuhren gedeckt [2]. Der Feldgemüsebau beschränkt sich wegen der großflächigen Anbaumöglichkeiten und durch die klimatischen Verhältnisse in unseren geographischen Breiten vor allem auf die Erzeugung von Kopfkohl, Spinat, Erbsen, Bohnen, Möhren und Sellerie. Der Verbrauchermarkt an diesen Gemüsearten wird nahezu ganz durch die

inländische Erzeugung versorgt [3]. Dagegen mußten die Importe von Kopfsalat, Gurken, Spargel, Rosenkohl, Blumenkohl, Zwiebeln und Tomaten gesteigert werden. Das ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß gerade bei diesen Gemüsearten die Erntearbeiten bis jetzt nicht zufriedenstellend mechanisiert werden konnten. Einen wesentlichen Einfluß auf diese Entwicklung nimmt aber auch die weiterverarbeitende Industrie, denn der Marktanteil von konserviertem Gemüse ist in den letzten Jahren enorm angestiegen.

### 2. Die Mechanisierung der Gemüse-Ernte

Die Mechanisierung der Erntearbeiten von Gemüse wurde lange Zeit, nicht nur bei uns, sondern auch in den USA und der Sowjetunion, für unmöglich gehalten. Die Schwierigkeiten liegen, wie Tafel 1 zeigt, im uneinheitlichen Reifezeitpunkt der Früchte und ihrer ungleichmäßigen Verteilung an der Pflanze. Große Probleme stellen auch die oft hohen notwendigen Trennkräfte zwischen Frucht und Pflanze und die geringen zulässigen mechanischen und thermischen Beanspruchungen dar. Zudem darf bei mehrmaligen Erntegängen die zurückbleibende Pflanze nicht beschädigt werden. Nach Tafel 1 sind Gemüsearten, welche ein einmaliges Abernten einjähriger Pflanzen zulassen und bei denen das Erntegut gegen mechanische und thermische Belastungen unempfindlich ist, für eine Mechanisierung der Erntearbeiten gut geeignet. Gemüse, das ungleichmäßig reift, erfordert mehrere Erntegänge, wodurch kleinere Gesamternteleistungen der Maschine bedingt sind und das Ernteverfahren meist unwirtschaftlich wird. Erntemaschinen, welche diesen Forderungen gerecht werden, müssen die Früchte nach den unterschiedlichsten physikalischen Faktoren auswählen beziehungsweise klassieren, dann trennen, transportieren und lagern, ohne die Frucht oder Pflanze zu beschädigen. Das erfordert sehr aufwendige Konstruktionen bei verhältnismäßig geringen Stückzahlen, denn für nahezu jede Gemüseart müssen verschiedene Ernteverfahren angewendet werden. Biologen und Genetiker bemühen sich seit geraumer Zeit mit Erfolg, durch entsprechende Züchtungen und Kulturmaßnahmen, beispielsweise bei Tomaten und Bohnen, geeignete Sorten für die mechanische Ernte zu entwickeln.

Tafel 2 zeigt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Erntetechnik im In- und Ausland. Es bestehen für nahezu alle Gemüsearten technische Lösungen für die Mechanisierung der Erntearbeiten. Die Anwendung dieser Ernteverfahren ist in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich und wird durch wirtschaftliche Faktoren wie Arbeitskräfte,

Tafel 1: Eigenschaften verschiedener Gemüsearten für die mechanische Ernte

Gemüseart	Eigenschaften des Erntegutes bzw. der Pflanzen												für mechanisierte Ernte						
	biologisch				physikalisch														
	Reife		Anteil Frucht/Pfl.		Volumen		Dichte		geom. Abmessungen		Trennkraft		zulässige mechanisch		Belastung thermisch		geeignet	bedingt geeignet	nicht geeignet
gleichmäßig	ungleichmäßig	groß	klein	groß	klein	groß	klein	regelmäßig	unregelmäßig	groß	klein	groß	klein	groß	klein	geeignet	bedingt geeignet	nicht geeignet	
Oberirdisch	Blattgemüse	Kopfkohl	●		●		●		●		●		●		●		●		
		Rosenkohl	●		●	●	●		●		●		●		●		●		
		Grünkohl	●		●		●		●		●		●		●		●		
		Blumenkohl		●	●		●		●		●		●		●		●		●
		Spinat	●		●		●		●		●		●		●		●		●
		Kopfsalat		●	●		●		●		●		●		●		●		●
		Bleichsellerie	●		●		●		●		●		●		●		●		●
Fruchtgemüse	Buschbohne	●				●		●		●		●		●		●			
	Frischerbse	●				●		●		●		●		●		●			
	Salatgurke		●	●		●		●		●		●		●		●		●	
	Einlegegurke		●	●		●		●		●		●		●		●		●	
	Tomate		●	●		●		●		●		●		●		●		●	
	Kürbis		●	●		●		●		●		●		●		●		●	
	Unterirdisch	Zwiebelgemüse	Zwiebel	●		●		●		●		●		●		●		●	
Porree			●		●		●		●		●		●		●		●		
Wurzelgemüse		Möhre	●		●		●		●		●		●		●		●		
		Knollensellerie	●		●		●		●		●		●		●		●		
		Rote Rübe	●		●		●		●		●		●		●		●		
mehrfähriges Gemüse		grüner Spargel		●	●		●		●		●		●		●		●		
		weißer Spargel		●	●		●		●		●		●		●		●		

Löhne, Leistung und Kosten der Erntemaschinen und durch die Marktsituation bestimmt. So wird beispielsweise in den USA seit kurzem bei Einlegegurken das einmalige Abernteverfahren vorgezogen, obwohl dabei bis zu 40 Prozent Verluste auftreten [4]. Dagegen erscheint eine mehrmalige Ernte bei Kopfsalat, trotz großem konstruktivem Aufwand der Erntemaschine durch die Auswahleinrichtung für erntereife Salatköpfe wirtschaftlich. Während in vielen Ländern Erntehilfen eingesetzt werden, streben Industriestaaten die mechanisierte Ernte an. Die meisten Impulse kommen daher auch heute noch aus den Vereinigten Staaten von Amerika. Ebenso sind Entwicklungen in England bemerkenswert, welche für die Ernte von verschiedenen Gemüsearten ein Grundgerät mit austauschbaren Arbeitselementen vorsehen [5; 6]. Diese Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, denn durch verstärkte Grundlagenuntersuchungen über die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Pflanze und Erntegut werden dauernd neue wirtschaftlichere Ernteverfahren möglich.

3. Stand der Erntetechnik bei den wichtigsten Gemüsesorten

Nachfolgend soll der Stand der Erntetechnik für die wichtigsten Gemüsearten erläutert werden und an einigen Beispielen die Einrichtungen für die verschiedenen Grundverfahren — trennen, klassieren und fördern — besprochen werden.

Erntehilfen stellen häufig nur eine Zwischenstufe in der technischen Entwicklung der Mechanisierung von Erntearbeiten dar. Zum Teil sind diese Geräte aber die bisher einzige Möglichkeit, die Erntekosten zu senken. Die Ausführung solcher Geräte ist sehr vielfältig. Im allgemeinen handelt es sich hier um Selbstfahrmaschinen, welche die Erntepersonen in sitzender oder liegender Haltung über das Feld bewegen sowie um Sammelwagen mit Ausleger-Förderbändern, wie sie in Bild 1 dargestellt sind. Diese Geräte ersetzen die unproduktiven Wege und besorgen meist eine Klassierung und Zwischenlagerung des Erntegutes bereits

auf dem Wagen. Das zu erntende Gut (1) wird von den Arbeitern ausgewählt beziehungsweise klassiert, von der Wurzel oder Pflanze abgetrennt und auf ein Sammelband (2)

Tafel 2: Stand der Erntetechnik für Gemüse im In- und Ausland

Gemüseart	Erntegänge		Ernte-Verfahren					
	mehrere	einer	Erntehilfen	teilmechanisierte Ernte	vollmechanisierte Ernte			
Oberirdisch	Blattgemüse	Kopfkohl		●	○	●	○	
		Rosenkohl		×	●	○	●	○
		Grünkohl		×	●	○	●	○
		Blumenkohl	×		●	○	●	○
		Spinat		×	●	○	●	○
		Kopfsalat	×		●	○	●	○
		Bleichsellerie		×	●	○	●	○
Fruchtgemüse	Buschbohne		×		●	○		
	Frischerbse		×		●	○		
	Salatgurke	×		●	○	●	○	
	Einlegegurke	×	×	●	○	●	○	
	Tomate	×	×	●	○	●	○	
	Kürbis	×		●	○	●	○	
	Unterirdisch	Zwiebelgemüse	Zwiebel		×		●	○
Porree				×		●	○	
Wurzelgemüse		Möhre		×			●	○
		Knollensellerie		×			●	○
		Rote Beete		×			●	○
mehrfähriges Gemüse		grüner Spargel	×				●	○
		weißer Spargel	×				●	○

Anmerkung: technische Lösung: ●; Anwendung: ○

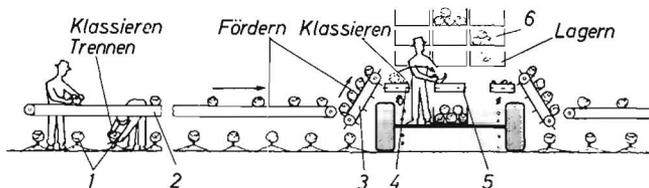


Bild 1: Funktionsschema eines Sammel-Erntewagens für Gemüse

- |                     |                  |              |
|---------------------|------------------|--------------|
| 1 Erntegut          | 3 Schrägförderer | 5 Förderband |
| 2 Sammel-Förderband | 4 Ausleseband    | 6 Behälter   |

gelegt. Von hier aus gelangt es über einen Schrägförderer (3) auf ein Verleseband (4) oder eine mechanische Sortiereinrichtung, in der das Erntegut nach den jeweils geeigneten physikalischen Faktoren klassiert wird. Vielfach wird das Gut bereits auf dem Wagen verpackt und in Behältern (6) zwischengelagert. Mit solchen Ernteverfahren kann die Ernteleistung um 30 bis 100 Prozent angehoben werden. Sie verlangen aber eine ausgewogene Erntemannschaft, da die langsamste Arbeitskraft die Ernteleistung bestimmt.

### 3.1. Ernte von Kohl

Die Ernte von Kopfkohl (Weißkohl, Rotkohl, Wirsingkohl) wird wegen der großen Gewichte und Volumen des Erntegutes meist mit Sammel-Erntewagen durchgeführt. In den USA, der Sowjetunion, in Polen und auch in der Bundesrepublik bestehen technische Lösungen zur Mechanisierung dieser Arbeiten, die sich zum Teil auch schon in Einsatz bewährt haben [7; 8]. Es sind zwei Ernteverfahren möglich. Entweder wird der Kohlkopf in der Maschine vom Strunk getrennt oder die Trennung erfolgt bereits bei stehender Pflanze. Die Schwierigkeit beider Ernteverfahren liegt darin, daß ein möglichst exakter Trennschnitt am Strunk erfolgen

muß, weil dann die Hüllblätter in einem Arbeitsgang mit entfernt werden können. Bild 2 zeigt die Funktion einer in den USA entwickelten Kohlkopf-Erntemaschine. Dieses Gerät trifft keine Auswahl erntereifer Pflanzen, so daß bei manchen Kohlsorten mit ungleichmäßigem Reifezeitpunkt bis zu 48 Prozent Verluste eintreten können. Zwei drehbar gelagerte, schräg stehende Scheiben (1) trennen die Hüllblätter vom Kohl und dienen zusammen mit den Leit- und Führungskufen (2) zur Führung der Schneideinrichtung. Während die Trennung vom Strunk durch die Schneideinrichtung (4) wird der Kohlkopf durch federbelastete Keilriemen (3) aufrecht gehalten. Die Fördereinrichtungen (5) und (6) bringen das Erntegut zu einer Sortiereinrichtung (7) und (8), welche eine Klassierung nach geometrischen Abmessungen vornimmt. Große Blätter und kleine Kohlköpfe passieren die in der Höhe einstellbare Abstreifrolle (8) und werden auf das Feld abgeworfen. Das Erntegut gelangt über ein Förderband (9) in den Sammelbunker.

Das Ernteverfahren für Rosenkohl ist heute nur teilmechanisiert. Es sind dazu drei getrennte Arbeitsgänge notwendig. Im ersten Arbeitsgang werden die Blätter mit einem Ringmesser, das eine Person über die stehende Pflanze stößt, abgeschnitten. Danach trennt eine zweireihig arbeitende Erntemaschine die stehende Pflanze von der Wurzel und fördert sie in eine Sammelbehälter. Die Trennung des Kohles vom Strunk erfolgt meist erst in der Verarbeitungsindustrie. Dieses Ernteverfahren bringt gegenüber der Erntehilfen keinen wesentlichen Vorteil.

Die Ernte von Grün- und Blumenkohl kann mit Erntehilfen wesentlich erleichtert werden. Bei Grünkohl besteht außerdem die Möglichkeit, Schneidladern oder Bohnen-Pflückmaschinen mit geringen Umbauten einzusetzen.

### 3.2. Ernte von Spinat und Kopfsalat

Spinat wird seit Jahren mit Schneidladern mechanisch geerntet (Bild 3). Voraussetzung für eine befriedigende Erntearbeit ist ein gut vorbereitetes, ebenes Gelände und die Verwendung von Doppelmähmessern oder rotierenden Schneidwerkzeugen. Als Fördererlemente dienen vorwiegend Reckketten in Verbindung mit Fördertrögen und Bandförderern, die das Erntegut schonend behandeln und auf ein nebenherfahrendes Fahrzeug fördern. Bei einer Arbeitsbreite von etwa 1,8 m wird eine stündliche Flächenleistung bis zu 1 ha erreicht.

Für Erntemaschinen von Kopfsalat gibt es bisher nur in den USA technische Lösungen [9]. Die Schwierigkeiten, diese Erntearbeiten zu mechanisieren, liegen darin, daß nur 20 bis 40 Prozent der Salatköpfe zur selben Zeit reifen und das Erntegut gegen mechanische Druckbelastung sehr empfindlich ist. Dies erfordert Erntemaschinen, die reife Pflanzen auswählen, ohne die für eine spätere Ernte stehenbleibende Pflanze zu beschädigen. Das Arbeitsschema einer der ent-

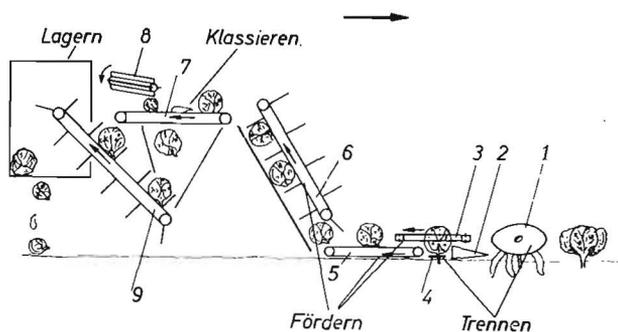


Bild 2: Funktionsschema einer Kohlkopf-Erntemaschine

- |                            |                     |                             |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1 schräg stehende Scheiben | 3 Keilriemenführung | 5, 6, 7 Fördereinrichtungen |
| 2 Führungskufen            | 4 Trennsäge         | 8, 9 Sortiereinrichtung     |



Bild 3: Anhängers-Schneidlager für die Ernte von Spinat (Werkbild Dreyer, Wittlage)

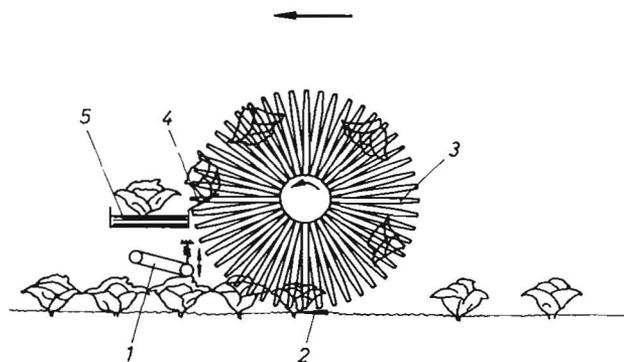


Bild 4: Funktionsschema einer Salaternerntemaschine

- |                      |               |              |
|----------------------|---------------|--------------|
| 1 Bandtaster         | 3 Elevatorrad | 5 Förderband |
| 2 Schneideinrichtung | 4 Rutsche     |              |

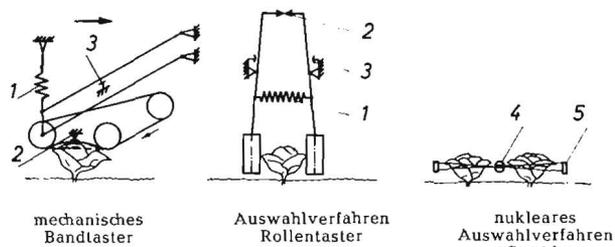


Bild 5: Schematische Darstellung von Auswahlvorrichtungen für Salaterntemaschinen

- |                   |                   |             |
|-------------------|-------------------|-------------|
| 1 Feder           | 3 Größenbegrenzer | 5 Empfänger |
| 2 Kontaktschalter | 4 Strahlenquelle  |             |

wickelten Maschinen zeigt Bild 4. Ein Bandtaster (1), der auf die Pflanze einen Druck von 3,6 bis 4,5 kp ausübt, setzt zum geeigneten Zeitpunkt das Schneidmesser (2) zur Abtrennung der Pflanze in Bewegung. Das Elevatorrad (3) erfaßt das Erntegut vor dem Schnitt, hebt es hoch und legt es über eine Rutsche (4) auf einen Bandförderer (5) ab. Ein elektronischer Regelkreis der vom Taster durch ein Signal eingeschaltet wird, mißt die Fahrgeschwindigkeit der Maschine und speichert die Lage der erntereifen Pflanzen. Die Funktion einiger Tasteinrichtungen zeigt Bild 5. Beim Band- und Rollentaster der mechanischen Tasteinrichtung erfolgt die Auswahl des Erntegutes nach Größe durch die Begrenzung (3), diejenige nach Festigkeit durch die Feder (1). Während diese Auswahlrichtungen wegen ihrer Massen nur begrenzte Erntegeschwindigkeiten zulassen, erscheint das Verfahren, welches die Größe und Dichte der Salatköpfe mit Gammastrahlen bestimmt, besser geeignet zu sein. Die elektronische Speicheranlage kann dann entfallen, da die Tasteinrichtung näher an das Schneidmesser rückt. Außerdem wird eine mechanische Beschädigung der Pflanzen ganz vermieden.

### 3.3. Ernte von Buschbohnen

Die mechanische Ernte von Buschbohnen ist seit längerem zufriedenstellend gelöst. Einen wesentlichen Beitrag zu dieser Entwicklung leisteten westdeutsche Industrien und Forschungsinstitute. Für dieses Ernteverfahren sind besonders Bohnensorten geeignet, die eine kräftige Bewurzelung und wenig Blattwerk besitzen. Außerdem sollen die Bohnen hoch hängen und druckunempfindlich sein. Gegenüber anderen Ländern werden bei uns ein- und zweireihige Anhängemaschinen mit mehrfacher Windreinigung, wie Bild 6 zeigt, bevorzugt. Die zu erntende Pflanze wird durch die Führungskufen (1) der schräg gestellten Pflücktrommel (2) zugeführt, welche die Hülsen der Pflanze von oben her abkämmt und auf das Transportband (3) fördert. Durch das Reinigungsgebläse (4) und den Steigsichter (6) werden die Leichtteile, Steine und Bodenkluten abgeschieden. Von der Schwingesieb-einrichtung (7), in der die Hülsen klassiert werden, gelangt das Erntegut zu einem Absackstand oder Sammelbunker (8).

### 3.4. Ernte von grünen Erbsen

Die Ernteverfahren für die Gewinnung von grünen Erbsen stehen zur Zeit unter dem Einfluß lebhafter technischer Entwicklungen [10]. Die bisher übliche Teilmechanisierung der Ernte wird immer mehr durch den Felldrusch abgelöst. Dieses herkömmliche Ernteverfahren, bei dem das Erbsenkraut gemäht, in Schwaden abgelegt und nach dem Abtrocknen mit Ladegeräten aufgenommen und zum Ausdrusch in stationäre Dreschmaschinen gefördert wird, ist unwirtschaftlich. Das liegt vor allem an den hohen Transportkosten des Erbsenkrautes zur weiterverarbeitenden Industrie und zurück zum Erzeuger. Das Kraut hat einen hohen Futterwert und wird in den Betrieben einsiliert.

Die Ernte erstreckt sich nur auf eine Zeitdauer von zwei bis drei Tagen, weshalb Erntemaschinen mit hohen Durchsatzleistungen von großem Vorteil sind. Außerdem ist zu beachten, daß Erbsenkörner bei normalen Außentempera-

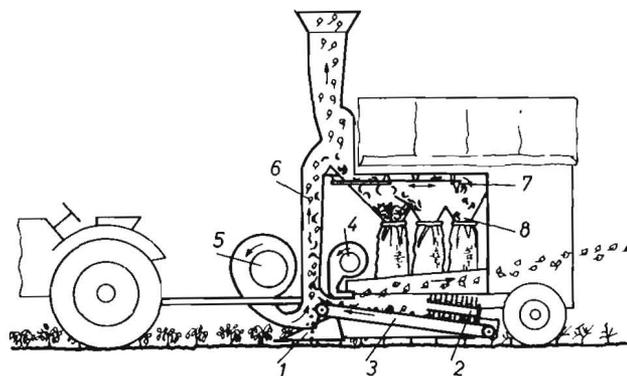


Bild 6: Erntemaschinen für grüne Bohnen

- |                 |                     |                     |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 Führungskufen | 4 Reinigungsgebläse | 7 Absackeinrichtung |
| 2 Pflücktrommel | 5 Fördergebläse     | 8 Schwingesiebe     |
| 3 Förderband    | 6 Steigsichter      |                     |



Bild 7: Selbstfahrende Erbsendreschmaschine (Werkbild Herborn, Braunschweig)

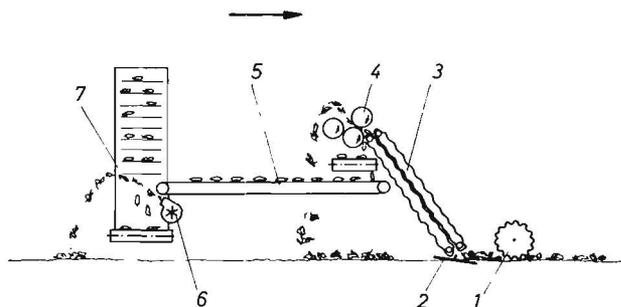
turen sehr schnell an Qualität verlieren und sogar in Gärung übergehen können. Das bedeutet aber, daß die Entfernungen zwischen Anbaugeländen und verarbeitender Industrie nicht groß sein dürfen, weil vom Drusch bis zur Weiterverarbeitung oft nicht mehr als sechs Stunden vergehen dürfen. In den USA, England, Schweden und in der Bundesrepublik sind seit einigen Jahren fahrbare Erbsen-Erntedreschmaschinen im Einsatz, die im Mähdruschverfahren das Erbsenkraut aus dem Schwad aufnehmen beziehungsweise mähen, ausdreschen und auf das Feld ablegen. Selbstfahrende Erntemaschinen (Bild 7) werden wegen der großen Wendefähigkeit und der stufenlos einstellbaren Fahrgeschwindigkeit Anhängegeräten vorgezogen. Die bewährten Konstruktionselemente der stationären Dreschmaschine, Schlagwerkzeuge mit Dreschtrommel sowie Klassiereinrichtungen, die das Erntegut nach seiner Rollfähigkeit sortieren, sind beibehalten worden. Mit Antriebsleistungen von 90 bis 180 PS sind Flächenleistungen von 0,2 bis 0,5 ha/h möglich. Für extreme Einsatzbedingungen, wie beispielsweise in hügeligem Gelände, sind Maschinen entwickelt worden, welche durch selbsttätige, hydraulische Regeleinrichtung den Rahmen mit der Dresch- und Trenneinrichtung bis zu 20 Prozent in der Falllinie und 35 Prozent in der Schichtlinie waagrecht halten. Das Erntegut wird aus dem Sammelbunker in Transportfahrzeuge abgekippt. In jüngster Zeit schenkt man einem in den USA entwickelten Ernteverfahren, das im Mähdrusch die Hülsen beziehungsweise Schoten vom Erbsenkraut trennt, viel Beachtung. Die Entkernung der Hülsen erfolgt erst in den Weiterverarbeitungsbetrieben. Dieses Verfahren würde nicht nur die Kühlprobleme bei langen Transportwegen lösen, sondern auch das Dreschen wesentlich erleichtern, so daß größere Ernteleistungen erzielt werden können.

### 3.5. Ernte von Salat- und Einlegegurken

Die mechanische Ernte von Salat- und Einlegegurken mit Maschinen, die ein mehrmaliges Abernten erlauben, konnten sich in den USA nicht durchsetzen [11]. Der konstruktive Aufwand der Maschinen, die sehr hohen Verluste und die arbeitsaufwendige Anbaumethode waren unwirtschaftlich. Salatgurken werden deswegen weiterhin mit Sammelwagen abgeerntet. Durch Wahl von geeigneten Pflanzensorten und Kulturmaßnahmen, die sich durch einen gleichmäßigen Fruchtansatz und eine gleichzeitige Erntereife der Gurken auszeichnet, konnte ein Ernteverfahren verwirklicht werden, das ein einmaliges Abernten der Pflanzen erlaubt. Solche Erntemaschinen, meist selbstfahrende Geräte, deren Funktion in Bild 8 dargestellt ist, erreichen bei einer Arbeitsbreite von etwa 2,5 m eine Ernteleistung bis zu 2 t/h. Die Verluste durch Beschädigung liegen zwischen 4 und 6 Prozent, die Verluste durch nicht aufgenommene Gurken zwischen 5 und 20 Prozent. Zwei der Maschine vorgebaute, gezahnte Scheibenseche (1) begrenzen die Aufnahmebreite der Maschinen und trennen benachbarte Pflanzen ab. Durch feststehende oder rotierende Schneidmesser (2) wird die Pflanze flach unter der Bodenoberfläche abgetrennt und mit einem Förderer (3) der Trenneinrichtung (4) zugeführt. Die Blätter und Strunke werden von den Gummiwalzen, die mit großer Geschwindigkeit umlaufen, erfaßt und von den Gurken abgetrennt. Ein Sammel- beziehungsweise Verleseband (5) nimmt die Gurken auf und führt sie an einer Windreinigung (6), die Leichtteile ausscheidet, vorbei.

### 3.6. Ernte von Tomaten

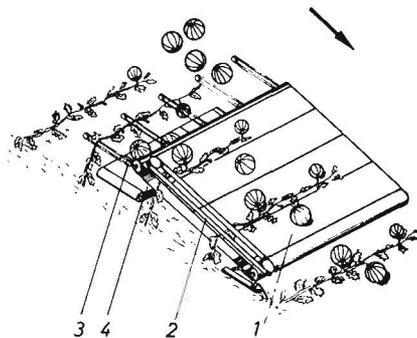
Geeignete Tomatensorten mit gleichmäßiger Fruchtgröße, einheitlicher Größe und genügend großer Festigkeit ermöglichen in den USA eine Mechanisierung der Erntearbeiten von solchen Tomaten, die für die Konservenindustrie bestimmt sind. Das Arbeitsverfahren dieser selbstfahrenden Maschinen,



**Bild 8: Funktionsschema einer Erntemaschine für Einlegegurken**  
 1 Scheibensech      3 Fördereinrichtungen      5 Verleseband  
 2 Schneidscheibe      4 Trennwalzen      6 Windreinigung



**Bild 9: Tomatenerntemaschine**  
 (Werkbild Button, California, USA)



**Bild 10: Funktionsschema einer Erntemaschine für Kürbisfrüchte**  
 1 Förder-Ernteband      2, 3 Keilriemen      4 Förderband

die Ernteleistungen bis zu 12 t/h erreichen können, zeigt Bild 9. Die Pflanze wird durch feststehende oder rotierende Schneideinrichtungen flach unter der Bodenoberfläche von der Wurzel getrennt und einem Horden- oder Schwing-schüttler zugeführt, in dem die Tomaten vom Kraut abgetrennt werden. Erdkluten, Steine sowie unreife und beschädigte Früchte werden von acht bis zehn Personen auf Verlesebändern in der Maschine grob aussortiert. Neuerdings wird versucht, die Klassierung der Früchte mit Fotozellen vorzunehmen. Obwohl sich dieses Ernteverfahren sehr gut bewährt hat — 90 Prozent der Tomatenerzeugung wird in den USA mechanisch geerntet — werden neue Möglichkeiten untersucht, die ein Abernten der Früchte an der stehenden Pflanze vorsehen.

### 3.7. Ernte von Kürbisfrüchten

Kürbisfrüchte eignen sich wegen ihrer langen Reifeperiode und der notwendigen acht- bis zehnmahligen Erntegänge nicht für die mechanische Ernte. Trotzdem sind in den USA technische Lösungen entwickelt worden, die ein mehrmaliges Abernten erlauben [12; 13]. Die Pflanze muß während der Wachstumsperiode mehrmals quer zum Beet ausgerichtet werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit dieses Ernteverfahrens in Frage gestellt wird. Wie das Funktionsschema der Versuchsmaschine in Bild 10 zeigt, wird die Frucht mit Pflanzen-Hebern auf das Ernteband (1) gebracht. Durch den Schüttel-effekt, die geringen Trennkräfte reifer Früchte und ihre Rollfähigkeit wird die Kürbisfrucht von der Liane getrennt und mit einem Förderband (4) gesammelt. Die Pflanze wird über Keilriemen (3) in die ursprüngliche Lage auf das Beet zurückgelegt. Der Riemetrieb (2) streift diejenigen Früchte von der Pflanze ab, die in Wurzelnähe wachsen.



**Bild 11: Möhren-Erntemaschine**  
 (Werkbild Rumetsch, München)

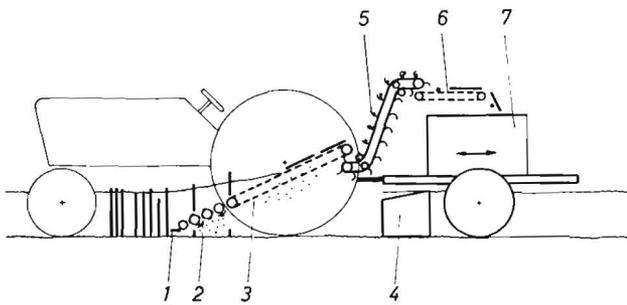


Bild 12: Funktionsschema einer Erntemaschine für weißen Spargel

- |               |               |                          |
|---------------|---------------|--------------------------|
| 1 Bandsäge    | 3 Siebkette   | 5, 6 Fördereinrichtungen |
| 2 Stahlwalzen | 4 Häufelschar | 7 Sammelbehälter         |

### 3.9. Ernte von Spargel

Während für die Ernte von Grünspargel in den USA Ernteverfahren entwickelt wurden, die sich in der Praxis in den vergangenen zwei Jahren bewährt haben, konnten für die Ernte von weißem Spargel noch keine befriedigenden Lösungen gefunden werden [14]. Das Ernteverfahren nach Bild 12 verzichtet auf eine Auswahl erntereifer Spargel, wodurch bis zu 35 Prozent Ernteverluste eintreten können. Eine Bandsäge (1) durchschneidet den Damm in etwa 20 cm Tiefe. Die abgetrennten Triebe und die Erde werden durch mehrere geriffelte Stahlwalzen (2) einer Siebkette (3) zugeführt. Mit Förderbändern (5) und (6) gelangt das Erntegut in einen Sammelbehälter (7), der wegen der gleichmäßigen Füllhöhe langsam hin und her bewegt wird. Ein Häufelschar (4) stellt die ursprüngliche Dammform wieder her.

### 4. Schlußbemerkung

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß wir noch am Anfang der Entwicklung von geeigneten Ernteverfahren im Gemüsebau stehen. Es liegen noch eine Fülle von Aufgaben sowohl in der Anwendung als auch in der Konstruktion von Erntemaschinen für Sonderkulturen vor uns. Erfreulicherweise ist es der deutschen Industrie durch Entwicklung eigener Erntemaschinen in den vergangenen zwei Jahren gelungen, den Anschluß an den internationalen Stand der Technik auf diesem Gebiet zu finden. Die Schwierigkeiten liegen gegenüber anderen landwirtschaftlichen Erntegütern darin, daß die Früchte oft nicht zur selben Zeit reifen und meist gegen mechanische und thermische Beanspruchungen sehr empfindlich sind. Das erfordert eine engere Zusammenarbeit von Pflanzenbiologen und Ingenieuren auf dem Gebiet der Biotechnik. Die Kenntnis der verschiedenen Eigenschaften von Früchten und Pflanzen ist für die Auswahl geeigneter Bauelemente der zur Anwendung kommenden Grundverfahren — klassieren, trennen, fördern und lagern — unerlässlich. Die Mechanisierung der Ernte ermöglicht dann eine ununterbrochene Prozeßfolge bei der Produktion von Gemüse.

### 3.8. Ernte von Zwiebel- und Wurzelgemüse

Zwiebeln und Porree werden vorzugsweise mit Schwingsieb-rodern, wie sie bei der Kartoffelernte verwendet werden, geerntet und zum Nachtrocknen in Schwaden auf das Feld abgelegt. Bei Vollerntemaschinen, die einen zweiten Arbeitsgang ersetzen, ist eine Trocknungsanlage erforderlich.

Für die Ernte von Möhren, Knollensellerie und Rote Beete werden oft Kartoffel- oder Zuckerrüben-Erntemaschinen eingesetzt. Die Trennung des Krautes beziehungsweise der Blätter von der Knolle muß dann in einem gesonderten Arbeitsgang erfolgen. Bei Erntemaschinen wird, wie Bild 11 zeigt, das Erntegut mit einer Schar unterfahren, gelockert, am Laub von einem Ausheband aus der Erde gezogen und einer Trenneinrichtung zugeführt. Die Köpfeinrichtung, ein Taster mit rotierenden Schneidscheiben, sorgt für einen exakten Trennschnitt.

## „Informatik“ etabliert sich

Die Informatik, jüngstes Studienfach an Deutschlands Technischen Hochschulen und Universitäten, beginnt sich zu etablieren. Im vergangenen Jahr wurden an einigen Hochschulen Studiengänge für Informatik eingeführt, so unter anderem an der TH München und an der Universität Karlsruhe, wo sich im vergangenen Wintersemester bereits 120 Studenten für das neue Studienfach eingeschrieben hatten. An der Universität Stuttgart wird man voraussichtlich mit Beginn des Wintersemesters 1970/71 Informatik studieren können. Auch die Universität Hamburg beabsichtigt, einen Studiengang Informatik einzurichten. Einen entsprechenden Beschluß faßte Anfang Dezember der Akademische Senat. Weitere Hochschulen werden folgen.

Nach den Plänen des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft sollen an insgesamt 12 bis 15 Hochschulen Studiengänge für Informatik eingerichtet werden, um den zukünftigen Bedarf an Informatikern zu decken, der für 1975 auf rund 7 500 geschätzt wird.

Bislang aber gibt es noch an keiner deutschen Hochschule einen Lehrstuhl für Informatik. Den ersten soll nun die TH München erhalten. So jedenfalls wünscht es der bayerische Ministerpräsident ALFONS GOPPEL. Er beauftragte Ende 1968 seinen Kultusminister, in dieser Richtung tätig zu werden.

Zur Förderung des wissenschaftlichen Fortschritts auf dem Gebiete der Informatik wurde im Herbst 1969 eine Gesellschaft für Informatik gegründet. Ihr gehören als Gründungsmitglieder nahezu alle Hochschullehrer für Datenverarbeitung, angewandte Mathematik und verwandte Gebiete an. (Stifterverband)

### Schrifttum

- SEGLER, G.: Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft. VDI-Z. 109 (1967) S. 394—400
- VON HÖSSLIN, R., T. STEIB und F. MAPPES: Gemüsebau, Erzeugung und Absatz. — München, Basel, Wien 1964
- HÄPNER, G.: Die Importe von Gemüse 1968. Der Erwerbsgärtner 20 (1968) S. 980—981
- STOUT, B. A. and C. K. KLINE: Predicting economic feasibility of mechanical vegetable harvesting systems. Transact. ASAE 11 (1968) S. 353—359
- MOSER, E.: Die Mechanisierung des Obst-, Gemüse- und Weinbaues in den USA. Arbeiten der Universität Hohenheim Bd. 47. Stuttgart: 1969
- MOSER, E.: Mechanized vegetable harvesting. Farmers Weekly 67 (1967) Nr. 9 S. 27—31
- WRIGHT, F. C. and W. E. SPLINTER: Studies on the development of a mechanical cabbage harvester including physical property measurements and cultural practices related to design. ASAE-Paper Nr. 64—618, 1964 (s. a. Transact. ASAE 9 (1966) S. 862—871)
- KINTZI, A.: Mechanische Kohlkraut-Erntemaschine. Vortrag aus dem II. Kongreß für Mechanisierung des Gartenbaues, Ungarn 1967
- GARRETT, R. E., M. ZAHARA and R. E. GRIFFIN: Selector—component development for a head lettuce harvester. Transact. ASAE 9 (1966) S. 56—57
- VON HÖSSLIN, R. and F. LECKER: Mechanisierung des Freilandgemüsebaues. Stuttgart 1966
- BINGLEY, G. W., R. K. LEONARD, W. F. BUCHELE and B. A. STOUT: Mechanized cucumber harvesting. Agric. Engng. 43 (1962) S. 22—25 u. 34
- LORENZEN, C.: Die Mechanisierung des Gemüsebaues in Kalifornien. Vortrag auf dem II. Kongreß für Mechanisierung des Gartenbaues, Ungarn 1967
- O'BRIEN, M. and J. C. LINGLE: Effects of cultural practices on mechanical harvesting of cantaloupes. Transact. ASAE 9 (1966) S. 800—802
- KEPNER, R. A. and M. O'BRIEN: Mechanical harvesting and handling of white asparagus. Transact. ASAE 10 (1967) S. 145—149