

freisetzung zu ringen. Durch den Einsatz der Roboter ist auch die noch weit verbreitete schwere körperliche Arbeit zu beseitigen, wie z. B. bei der Vermarktung von Obst, Gemüse und Speisekartoffeln. Durch den Robotereinsatz kann in einigen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft das noch bestehende Arbeitskräftedefizit beträchtlich verringert werden. Beispielsweise kann durch den Komplexeinsatz des Nachmelk- und Abnahmeroboters im Fischgrätenmelkstand eine Arbeitskraft eingespart werden. Gleichzeitig erlangt durch die Verwirklichung wesentlich besserer Arbeitsbedingungen der Beruf des Melkers eine höhere Attraktivität.

Von großer Bedeutung sind auch die ökonomischen Wirkungen durch den Einsatz von Robotern, die zu einer höheren Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse sowie zu einer meßbaren Verbesserung der Qualität führen und somit beim Anwenderbetrieb einen höheren Gewinn sichern helfen. Mit dem Einsatz des Nachmelk- und Abnahmeroboters kann z. B. eine Steigerung der Milchgewinnung um rd. 5 % und ein Zurückdrängen der Eutererkrankungen erwartet werden.

Durch den Einsatz der technologischen Einheit zur Gewinnung von Vollei flüssig können 4 bis 5 Arbeitskräfte je Schicht bei einem Aufwand von 80 000 bis 100 000 M freigesetzt werden. Von großer Bedeutung für die Ökonomie beim Einsatz dieser Roboter ist die dabei erreichte Ausbeute an Flüssig-

masse. Durch eine im Vergleich zum Handeinschlag erzielbare höhere Eiausbeute wird eine Mehrproduktion an Eimasse erzielt und damit ein höherer ökonomischer Effekt gesichert. Die Rückflußdauer der einmaligen Aufwendungen liegt unter einem Jahr.

Durch den Einsatz eines Feuchtemeß-Probenahmeroboters können, allerdings nur in der Zeit der Getreideernte, bis zu 3 Arbeitskräfte freigesetzt werden. Der ökonomische Einsatz dieser Roboter kann dennoch dadurch gesichert werden, daß durch die Schnellbestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der erntefrischen Körnerfrüchte der Energieaufwand für die Nach Trocknung gesenkt und die Kornqualität besser erhalten werden kann.

Diese Beispiele zeigen, wie unterschiedlich die ökonomischen Wirkungen beim Einsatz landwirtschaftsspezifischer Roboter sein können. Bei der Ermittlung der Effektivität des Robotereinsatzes muß bei der Anwendung der „Methodik zur ökonomischen Bewertung des Einsatzes der Industrierobotertechnik“ unter Beachtung der spezifischen Bedingungen in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft auf die vollständige Erfassung aller ökonomischen Effekte geachtet werden, die auf folgende Ziele gerichtet sind:

- Freisetzung von Arbeitskräften
- Steigerung der Produktion
- Senkung der Verluste
- Verbesserung der Qualität
- Senkung des Energie- und Materialaufwands.

Zur Sicherung eines hohen ökonomischen Nutzens kommt es darauf an, den Aufwand zur Freisetzung einer Arbeitskraft auf max. 120 000 M zu begrenzen.

6. Schlußfolgerungen

Für die weitere Arbeit auf dem Gebiet der Robotertechnik sind

- die Anstrengungen zur Schaffung des wissenschaftlich-technischen Vorlaufs für die Erweiterung des Robotereinsatzes und die Vorbereitung des Einsatzes von Robotern der 2. und 3. Generation wesentlich zu erhöhen
- durch die robotergerechte Gestaltung der Technologien zunehmend komplexe Lösungen vorzubereiten, die eine beispielgebende Anwenderökonomie sichern
- die Entwicklungsaufgaben termingerecht und in hoher Qualität abzuschließen und die entwickelten Roboter unter Nutzung moderner technologischer Verfahren kostengünstig zu produzieren
- durch die Erstanwender technisch und ökonomisch überzeugende Lösungen überzuleiten und die Vermittlung der Erfahrungen für die Nachnutzer zu gewährleisten
- Roboter aus der zentralen Fertigung der Industrie und dem Roboterbau der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft vorrangig anzuwenden
- durch die Betriebe alle produzierten und eingesetzten Roboter diszipliniert abzurechnen.

A 4069

Stand und Möglichkeiten der Einordnung der Robotertechnik in der Pflanzen- und Tierproduktion bis zum Jahr 1990

Prof. Dr. sc. D. Priebe, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

Die Agrarforschung hat sich in den Jahren 1982/83 neben einer Reihe direkter lösungsorientierter Aufgaben sehr intensiv damit befaßt, Verfahren und Arbeitsplätze in der landwirtschaftlichen Primärproduktion hinsichtlich ihrer Eignung für den Einsatz der Robotertechnik zu analysieren und Schlußfolgerungen für die Forschung und Entwicklung in der Landwirtschaft abzuleiten [1]. In diese Betrachtungen – es wurden weit über 1 000 Arbeitsgänge untersucht – wurden auch ökonomische Kriterien einbezogen. Hierbei war eine Reihe von Ausgangspositionen zu beachten:

- Definition „Industrieroboter“ als „... die Gesamtheit von Grundmitteln, die der selbständigen Handhabung von Werkstücken, Werkzeugen und Materialien zur Automatisierung von Haupt- und Hilfsprozessen mit dem Hauptziel der Freisetzung von Arbeitskräften dienen und in einer oder mehreren Bewegungsachsen hinsichtlich Positionierung und Arbeitsablauf fest oder frei programmierbar sind“ ... [2] sowie ökonomische Grundsatzanforderungen an den Einsatz eines Industrieroboters [3], wie Freisetzung von 2,5 Arbeitskräften, Anschaffungskosten von rd. 300 000 M, Rückflußdauer von 3 Jahren, laufender Aufwand von 60 000 M, laufen-

der Nutzen von 260 000 M, Arbeitsproduktivitätssteigerung von 50 %

- Arbeitsplätze der Landwirtschaft weisen gegenüber der Industrie oft erschwere Besonderheiten auf, wie weitgehend stochastisch wirkende Einflußfaktoren, Produktion im Freien, Zusammenwirken von Technik mit lebenden Pflanzen und Tieren, Boden als Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Fahrbahn, mobile Arbeitsgänge mit eigener Energieversorgung, Saisonbedingtheit der Arbeiten – oft nur 10 % der Gesamtarbeitstage
- zur Verfügung stehende Generationen der Robotertechnik aus der Sicht vorliegender Schwierigkeitsgrade und der Leistungsfähigkeit der Steuerungen – dabei hat oftmals die 3. Generation im Hinblick auf ihre Fähigkeit, die vorgenannten Besonderheiten zu bewältigen, eine dominierende Bedeutung (Tafel 1)
- allgemeine Tendenzen der weiteren Entwicklung im Roboterbau und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft, wie Entwicklung von Hochleistungsmikroprozessoren, leistungsfähiger Sensortechnik (besonders taktile Sensoren und Bildverarbeitungssysteme), flexiblen Greifereinrichtungen, Robotern nach dem Baukastensystem, deren Module je nach Gebrauchszweck zusammengesetzt werden.

2. Internationaler Entwicklungsstand der Robotertechnik in der Landwirtschaft

Der Einsatz von Robotern in der Landwirtschaft wird in der Literatur bisher wenig beschrieben. Nachfolgend werden einige wesentliche Möglichkeiten für den Einsatz der Robotertechnik angegeben:

- In verstärktem Maß wird in der UdSSR am Einsatz mobiler autonomer Roboter (MAR-1) für verschiedene Tätigkeiten in der Landwirtschaft – Stadium der Entwicklung, Erprobung u. a. in Schweinemastanlagen zum Entmisten und Desinfizieren der Ställe – gearbeitet.
- Ebenfalls in der UdSSR beschäftigt man sich mit der Entwicklung von Manipulatoren für Ladearbeiten landwirtschaftlicher

Tafel 1. Einteilung der Roboter nach steuerungs-technischen Gesichtspunkten (nach [4])

1. Generation: fest vorgesehene Abläufe im Programmspeicher – keine Rückmeldung an die Steuerung
2. Generation: Einbeziehung zusätzlich gewonnener Informationen (Sensoren) bis zu gewissem Grad in den Programmablauf
3. Generation: Verfügen über Erkennungssysteme, arbeiten nach Zielprogramm – eigene Entscheidungsfähigkeit

Tafel 2. Einsatzfälle für Roboter in ALV-Anlagen für Kartoffeln, Gemüse und Obst

- 1. Gruppe**
ohne bzw. mit geringem Aufwand für Sensortechnik
- Auflegen von Säcken auf Flachpaletten
 - Einstapeln von Säcken in Fahrzeuge und Spezialpaletten (Synchronmanipulator)
 - Herstellen massegleicher Packungen (Äpfel)
 - Herstellen masseungleicher Packungen mit anschließender Preisauszeichnung (Obst, Gemüse)
 - Befüllen von Rollbehältern mit Einschiebeböden (Obst und sehr empfindliche Gemüsearten)
 - Befüllen und Verschließen von Säcken
-
- 2. Gruppe**
mit erhöhtem Aufwand für Sensortechnik
- Befüllen von Lagern (lose Früchte)
 - Entnahme aus Lagern (lose Früchte)
 - Putzen und Strunknachscheiden (Kopfkohl)
 - geordnetes Einlegen in Bearbeitungsketten und -bänder (Blumenkohl u. a.)
 - Auflegen von empfindlichem Gut auf Einschiebeböden der Rollbehälter (Äpfel u. a.)
 - vollautomatisches Einstapeln von Säcken auf Fahrzeuge und Spezialpaletten

- Güter (traktorengelagert bzw. auf der Basis selbstfahrender Chassis).
- Die Fa. Alfa Laval (Schweden) arbeitet an der Entwicklung von Robotern zum Melken von Kühen.
- Weitere bekannte Einsatzfälle sind
 - System „Robotag“ zum automatischen Steuern eines Traktors zum Vereinzeln von Rüben und zum Pflügen (Großbritannien)
 - Roboter zur Weintraubenernte (USA)
 - Roboter zum Ernten von schwarzen Johannisbeeren (Großbritannien)
 - Forschungen zur Mehrmaschinenbedienung in der UdSSR, in Großbritannien und in den USA.

3. Einordnung der Robotertechnik in die Mechanisierung der Pflanzenproduktion

3.1. Mobile Prozesse in der Pflanzenproduktion

Zunächst zeigt die gesamte Analyse aller für den Robotereinsatz relevanten Arbeitsgänge, daß die Mehrzahl der mobilen Arbeiten der hochmechanisierten Landwirtschaft nur durch eine Arbeitskraft, den Mechanisator, durchgeführt wird und bis auf wenige Ausnahmen keine Handhabungsaufgaben darstellt.

Ein Robotereinsatz ist demzufolge größtenteils ungeeignet, da keine Arbeitsplätze mit den Robotertypen der 1. und 2. Generation eingespart werden können. Sie sind nur in der Lage, Handhabungsaufgaben zu lösen, erfassen aber nicht die komplizierten stochastischen Störgrößen, die auf die Durchfüh-

rung der Arbeitsgänge wirken (z. B. Boden-zustand).

Die Charakteristik der Arbeitsaufgaben des Mechanisators steht im Widerspruch zu den Forderungen nach

- gleichen Arbeitszyklen
- determiniertem wiederholten Auftreten der Handhabungen
- möglichst ganzjähriger Auslastung oder hoher Schichtauslastung.

Unter Beachtung aller für die Entscheidung nutzbaren Kriterien ist ein Robotereinsatz derzeit nur bei nachfolgenden Arbeitsgängen prinzipiell denkbar:

- Handhacke zur Standraumzumessung und zur mechanischen Pflege bei Rüben und Gemüse
- Maschinenhacke zur mechanischen Pflege bei Rüben und Gemüse
- Pflanzen
- Roden von Kartoffeln mit Beimengungstrennung
- Beschickungsvorgänge beim Drillen.

Aus der Sicht der Einsparung von lebendiger Arbeit und Dieselkraftstoff sind allerdings weiter die Erntegut- und Düngemitteltransporte, die Erntearbeiten bei Futter und Getreide sowie die Grundbodenbearbeitung zu beachten.

Diese Hauptarbeitsgänge lassen durch den Robotereinsatz zwar hohe ökonomische Effekte erwarten, dürften jedoch aufgrund der vorgenannten Problembelastungen Anlaß erst weit späterer Überlegungen sein.

Für die Agrarforschung ergeben sich aber z. Z. im Interesse des beschleunigten Robotereinsatzes in der mobilen Mechanisierung der Pflanzenproduktion bis zum Jahr 1990 dringende Grundlagenarbeiten, besonders im Hinblick auf

- Prozeßanalysen der Be- und Verarbeitungsprozesse unter steuerungstechnischen Gesichtspunkten
- Entwicklung von roboterfreundlichen Produktionsverfahren
- Automatisierung von Vorgängen und Operationen mit Hilfe der Mikroprozessoren und Mikrocomputer
- Erhöhung der Funktionssicherheit der Mechanisierungsmittel
- weitere Untersuchungen zur Ökonomie von „Landwirtschaftsrobotern“.

3.2. Stationäre Prozesse in ALV-Anlagen für Kartoffeln, Gemüse und Obst

Eine Analyse der in diesen Anlagen ablaufenden Prozesse macht deutlich, daß vom Arbeitsinhalt und von den Arbeitsbedingungen her bei 14 verschiedenen Arbeitsplätzen die Möglichkeiten des Einsatzes von Robotern näher für die Einordnung in Betracht kommen. Nach dem Aufwand für notwendige

Sensortechnik, damit auch nach dem Anteil der Grundlagenforschung und der Möglichkeit schneller Ergebnisüberprüfung unterschieden, lassen sich diese Einsatzfälle in zwei Gruppen unterteilen (Tafel 2).

Die aufgeführten Einsatzfälle der zwei Gruppen basieren auf der Anwendung von Sensortechnik für das Positionieren mit einer erforderlichen Genauigkeit im Zentimeterbereich und damit für das Vermeiden von Fallstufen oder anderen stärkeren dynamischen Belastungen. Gegenwärtig ermöglicht der hohe Kostenanteil der Sensoren (und fehlende Sensoren) von rd. 40 % an mikroelektronischen Prozeßsteuerungen keinen ökonomischen Einsatz von Lösungen der 2. Gruppe im Bereich der Aufbereitung von Kartoffeln, Obst und Gemüse.

Die absehbaren qualitativen Weiterentwicklungen der Sensortechnik und das Bemühen der Hersteller um billigere, leistungsfähigere und zuverlässige mikroprozessorkompaktible Sensoren rechtfertigen jedoch die Auffassung, daß im Zeitraum von 1986 bis 1990 eine wissenschaftliche und entwicklungsseitige Bearbeitung auch der 2. Einsatzgruppe möglich und notwendig wird.

Die Bewertung der ausgewählten Einsatzfälle gestattet gegenwärtig folgende Schlußfolgerungen:

- Die größte Freisetzung von Arbeitskräften ist bei der Sackpalettierung und beim Einstapeln von Kartoffelsäcken in Fahrzeuge und Spezialpaletten zu erwarten. Da diese Arbeiten Saisoncharakter tragen, führt der Robotereinsatz zum Abbau saisonbedingter Arbeitsspitzen.
- Die größte Einsparung von Arbeitskräften bringt das Verpacken von Äpfeln in Netzbeutel, da Anlagen dieser Art jährlich über etwa 10 Monate eingesetzt werden. Durch den hohen Anteil freigesetzter Arbeitskräfte ergeben sich auch günstige ökonomische Effekte.
- Die deutlichsten Verbesserungen der Arbeitsbedingungen können bei der Sackpalettierung erwartet werden.
- Insgesamt darf jedoch nicht übersehen werden, daß die gesetzten ökonomischen Zielparameter (vor allem die Rückflußdauer) bei saisonbedingten Arbeiten insgesamt nur sehr schwer erfüllt werden können.

Diese Zielrichtungen bestimmen die Einsatzvorbereitungen bis zum Jahr 1986. Nach 1985 rückt die Bearbeitung von Einsatzfällen der Robotertechnik aus der 2. Gruppe in den Mittelpunkt. Lösungsseitigen Vorrang sollten dabei u. a. folgende Fälle erhalten:

- Befüllen von Lagern und Entnehmen aus Lagern bei kontinuierlicher Gutbewegung
- Automatisierungslösungen für die Gemüseaufbereitung und -vermarktung
- Lösungen zur objektiven Mängelerkennung für Äpfel und ausgewählte Gemüsearten.

4. Einordnung der Robotertechnik in die Mechanisierung der Tierproduktion

Hier ist von der Arbeitsthese auszugehen, zunächst die Arbeitsplätze in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen zu betrachten, weil anzunehmen ist, daß, wenn in diesen Anlagen ein volkswirtschaftlich effektiver Einsatz der Robotertechnik nicht nachweisbar ist, er in herkömmlichen Anlagen noch weniger in Frage kommen wird.

Tafel 3. Arbeitsgänge beim Melkvorgang

Arbeitsgänge im Melkkarussell	Fischgrätenmelkstand
1. Eintrieb der Kühe, einzeln	Eintrieb der Kühe in Gruppen von 5 bis 12 Tieren
2. Vormelkprobe	Vormelkprobe
3. Euterreinigung	Euterreinigung
4. Ansetzen des Melkzeugs	Ansetzen des Melkzeugs
5. Stimulation der Milchabgabe	Stimulation der Milchabgabe
6. Maschinenmelken	Maschinenmelken
7. Milchflußüberwachung	Milchflußüberwachung
8. automatisches Nachmelken	automatisches Nachmelken
9. Abschalten der Melkmaschine	Abschalten der Melkmaschine
10. Abnehmen und Ausschwenken des Melkzeugs	Abnehmen und Ausschwenken des Melkzeugs
11. Austrieb der Kühe, einzeln	Austrieb der Kühe in Gruppen von 5 bis 12 Tieren

Tafel 4. Ökonomische Ergebnisse beim Einsatz von Nachmelk- und Abnahmerobotern im Fischgrätenmelkstand und Melkkarussell [1]

Kriterien		Fischgrätenmelkstand 2 x 2 x 12 48 Melkzeuge	Melkkarussell 40 Melkzeuge
Anzahl der freigesetzten Arbeitskräfte		6	6
einmaliger Aufwand	1 000 M	479,2	776,8
laufender Nutzen ¹⁾	1 000 M/a	140,4 (179,7) ²⁾	149,0 (188,6) ²⁾
Arbeitsproduktivitätssteigerung	%	um 40	um 50
Rückflußdauer	a	3,4 (2,7) ²⁾	5,2 (4,1) ²⁾

1) laufender Nutzen = FG + (K_b - K_a)

FG Freisetzungsgewinn der AK in der DDR-Landwirtschaft; durchschnittlich 18 400 M/VbE · a

K_b jährliche Einsatzkosten der Basisvariante

K_a jährliche Einsatzkosten beim Robotereinsatz

2) Klammerwerte mit einem Freisetzungsgewinn von 25 000 M/VbE · a gerechnet

4.1. Rinderproduktion

Die Möglichkeiten der Einordnung der Robotertechnik für Arbeitsprozesse der Rinderproduktion orientieren auf die Milchproduktion (Kuhbestand knapp 40 % des Rinderbestands) und die Kälberproduktion.

● Milchproduktion

Eine Analyse zur Erfassung und Einordnung handhabungsintensiver Arbeitsplätze des Angebotsprojekts mit 1 930 Tierplätzen zeigt, daß von 24 Arbeitsplätzen lediglich 4 Tätigkeiten als mögliche Einsatzfälle für die Robotertechnik – sie gehören ausschließlich zum Melkvorgang und zielen damit auf einen gegenwärtig äußerst arbeitsintensiven Prozeß – in Frage kommen (Tafel 3). Die Arbeitsgänge 5 bis 10 sind durch das Impulsa-Physiomatik-Melksystem (Hersteller: VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda) automatisiert. Für die Positionen 8 bis 10 befindet sich aus dem gleichen Betrieb ein einfacher Roboter als Nachmelk- und Melkzeugabnahmevorrichtung, dessen Produktion ab 1984 vorgesehen ist, in der Überleitung. Die Arbeitsgänge 1 und 11 erfordern manuelle Hilfe bzw. Kontrolle. Die Automatisierung der Vormelkprobe (Arbeitsgang 2) ist von seiten der biowissenschaftlichen Grundlagen und der technischen Realisierungsmöglichkeiten noch ungeklärt. Die Arbeitsgänge 3 und 4 – Euterreinigung und Melkzeugansetzen –

sind als Aufgaben für den Robotereinsatz einzustufen. Sie sind jedoch durch einen hohen Schwierigkeitsgrad gekennzeichnet (Toleranzen der Tierabmessungen, bei automatischem Ansetzen sind gleichzeitig die 4 Zitzen zu suchen, kurze Taktzyklen von 10 bis 15,5 s, automatisches Verfahren des Roboters, zweiarmiges Robotersystem ist von einem sensorgestützten Programm zu steuern), und die damit verbundenen Aufwendungen erfordern zunächst eine umfassende und zielgerichtete Grundlagenforschung in den nächsten Jahren, bis es zur anwendungsorientierten Lösung kommen kann. Weitaus günstiger sind dagegen vorgenannte Nachmelk- und Abnahmeroboter hinsichtlich der Einhaltung der ökonomischen Zielstellungen einzuschätzen (Tafel 4).

● Kälberproduktion

In der Kälberproduktion bezieht sich eine mögliche Einordnung auf die Kälberfütterung im Abschnitt von der 3. bis zur 12. Lebenswoche. In diesem treten höchste Aufwendungen an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit bei hohem Genauigkeitsgrad auf. Ein Vergleich eines quasimobilen Fütterungsautomaten zu den gegenwärtigen Lösungen „stationäre Eimerkette“ und „Milchringleitung zur Tränkeverteilung“ ergibt eine Reihe von Vorteilen, so u. a.

– Verringerung der Anzahl von Arbeitsplät-

zen und damit Freisetzung von Arbeitskräften sowie Senkung des Aufwands an lebendiger Arbeit

- Steigerung der Arbeitsproduktivität
- Senkung des spezifischen Stahlaufwands
- günstigere Betreuungsmöglichkeiten
- Möglichkeit sechsmaliger Futtermittelverteilung gegenüber bisher zweimaliger, woraus sich Vorteile aus der Sicht der Tierernährung ergeben
- Bewirtschaftung von Ställen mit mehreren kurzen Futtergängen und Aufstallreihen durch einen Automaten (bis zu 250 Tierplätze/Automat).

4.2. Schweineproduktion

Ausgesprochene Handhabungsaufgaben sind nur in bestimmtem Maß (Arbeitsplätze, Tierpfleger/-züchter, Reinigungs- und Desinfektionstechniker, Transportarbeiter) vorhanden. Auffallend sind hierbei jedoch

- periodische Arbeitsschwerpunkte mit ursächlich damit verbundener Konzentration einer großen Anzahl von Arbeitskräften
- Prozesse laufen nicht stereotyp und streng örtlich fixiert ab (Tier – Arbeitsraum)
- mehrschichtiges, kombiniertes Arbeitsfeld.

Daraus ergibt sich zunächst eine bedingte Eignung von Reinigungs- und Desinfektionsprozessen für den Robotereinsatz, da technologisch

- ein kontinuierlicher Wechsel von Stall zu Stall möglich ist
- eine ganzjährige Auslastung im Sinn der Arbeitsaufgabe gesichert ist
- fast ständiges Arbeiten mit Wasser, Reinigungs- und Desinfektionsmitteln bei unterschiedlichen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten erschwerende Arbeitsbedingungen mit sich bringt
- eine visuelle Verfolgung und Kontrolle der Arbeiten in allen Prozessen mit mehr oder weniger großen Qualitätsminderungen behaftet ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß ein äußerst hoher Anspruch an den Robotereinsatz besonders hinsichtlich der Sensor-, Computer- und Steuertechnik zu erwarten ist, da eine ständige Qualitätskontrolle bezüglich des Erfassungs- und Reinigungseffekts sowie des Reagierens auf sich ständig verändernde Bedingungen der Arbeitsfläche notwendig wird.

4.3. Futteraufbereitung und -zubereitung

In den Verfahren der Futteraufbereitung sind maximal 3 Arbeitskräfte je zentralem Futteraufbereitungsplatz bei ausgewählten Arbeitsplätzen im Einsatz. Sie haben größtenteils neben Umschlagarbeiten weitere Aufgaben innerhalb der Schichtzeit zu erfüllen. Mit dem Einsatz der Robotertechnik wird nur eine zeitweise Arbeitskräftefreisetzung erreicht. Außerdem ist bei derzeitigen Mechanisierungslösungen ein Investitionseinsatz $\leq 70\ 000\ M$ erforderlich. Der Einsatz von Robotern scheidet aus.

Der Einsatz von einfacheren Automatisierungslösungen, wie Manipulatoren, ist effektiv (Bild 1). Es wird deutlich, daß die Einsatzzeit einen entscheidenden Einfluß auf den effektiven Einsatz dieser Mechanisierungsmittel für den Umschlag ausübt. Der stationärverfahrbare Manipulator ist z. B. gegenüber dem Mobilkran TIH-445 erst ab 600 bis 800

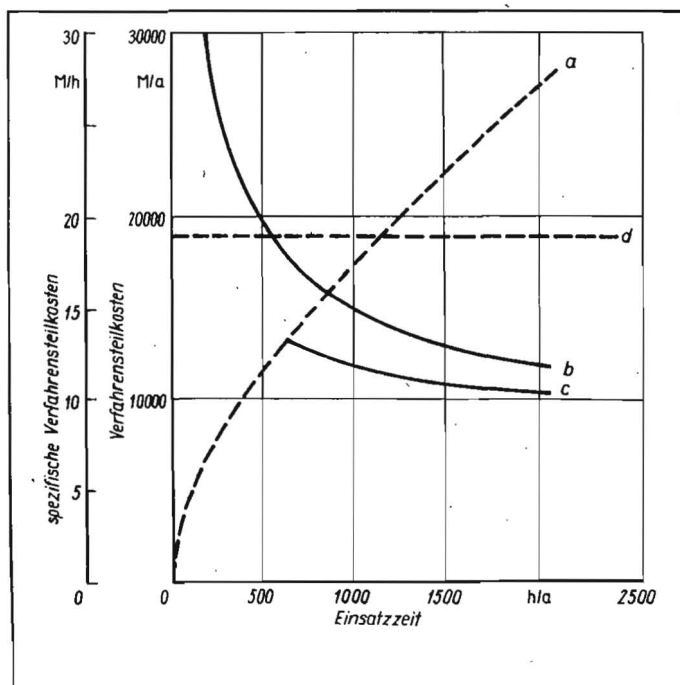


Bild 1
Einfluß der jährlichen Einsatzzeit eines Manipulators auf die Verfahrenskosten am Beispiel des Mobilkrans TIH-445; a M/a für Manipulator stationär je nach Einsatzzeit, b M/h für Manipulator stationär je nach Einsatzzeit, c M/h für Manipulator auf LKW je nach Einsatzzeit, d M/h für Mobilkran TIH-445 bezogen auf 2 000 h/a

Tafel 5. Bewertung von TUL-Prozessen und TUL-Arbeitsplätzen hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten von Robotern und Manipulatoren

Arbeitsplatz/ Arbeitsprozeß	Robotereinsatz möglich		Manipulator möglich	Nutzen Verbesserung der Arbeits- bedingungen, Senkung des Arbeitskräfteaufwands
	1. und 2. Generation	3. Generation		
<i>mobile Prozesse</i>				
1. Fahrer eines Transportfahrzeugs		x		x
2. Bediener eines Umschlagmittels	x			x
<i>stationäre Prozesse</i>				
3. Palettieren von Steigen	x		x	x
4. Entpalettieren von Steigen	x		x	x
5. Stapeln von Stückgütern in Lagern und Laderäumen		x	x	x
6. Entstapeln von Stückgütern aus Lagern und Laderäumen		x	x	x

Einsatzstunden je Jahr kostengünstiger. Die geringsten Verfahrensteilkosten entstehen für den Anbaumanipulator.

Die Anwendungsrichtungen für stationär-verfahrbare Manipulatoren liegen vorrangig in Futteraufbereitungsanlagen für Rinder und Schweine, Strahlpelletieranlagen und zukünftigen Verfahren der Rinderproduktion. Anbaumanipulatoren werden in fast allen LPG Tierproduktion mit kleineren Ställen für die Annahme von Kleinkomponenten bei gesackten Futtermitteln, beim innerbetrieblichen Verteilen von aufbereitetem wirtschaftseigenem Getreide und bei Verwendung von Mischfutterkleincontainern eingesetzt.

Hierbei geht es aus der Sicht des Gesamtsystems der Manipulatoren weniger um programmgesteuerte, sondern um manuell gesteuerte Manipulatoren (Synchron-Manipulatoren). Vorzusehen sind drei Varianten des Manipulators:

- Manipulator stationär-verfahrbar mit Elektroantrieb und Hydrauliksystem, im Arbeitsbereich über Elektroantrieb verfahrbar, Umsetzen zwischen den Arbeitsorten mit Traktor, Greifersortiment in Anpassung an die Gutarten und -formen
- Manipulator auf Transportfahrzeug montiert, Greifersortiment in Anpassung an die Gutarten und -formen
- Mobilkran mit verbessertem Greifersystem.

Die Bedeutung dieser einfacheren Automatisierung ergibt sich nicht nur aus Einsparungen beim Material- und Investitionsaufwand zwischen 50 % und 80 %, sondern auch aus dem möglichen Einsatzumfang.

5. Einordnung der Robotertechnik in TUL-Prozesse

International gibt es eine Reihe von Bemühungen, die TUL-Prozesse zu automatisieren. Aber auch hier treffen alle Aktivitäten auf den erschwerenden Umstand nicht gegebener determinierter, sondern wahrscheinlichkeitstheoretischer Aufgabenstellungen (vorgelagerte Prozesse, z. B. die Ernte, verlaufen nicht vollautomatisiert). Die Voraussetzungen für die Automatisierung von TUL-Prozessen sind in stationären Anlagen günstiger (s. a. Abschn. 3.2.).

Die wichtigsten verallgemeinerten TUL-Arbeitsplätze für die Analyse der Möglichkeiten des Robotereinsatzes (Tafel 5) zeigen, daß

- eine weitgehende Mechanisierung vorliegt (Positionen 1, 2, 5 und 6)
- die Ansprüche an die Bedienung nicht determiniert sind.

Die Mehrzahl der Einsatzfälle bedingt also den Entwicklungsstand der 3. Generation der Robotertechnik. Demzufolge sind Forschungsarbeiten zu beschleunigen, die die Grundlagen für den zunehmenden Robotereinsatz in TUL-Prozessen schaffen. Das be-

trifft die schrittweise Automatisierung von Einzeloperationen, die Vervollkommnung verschiedener TUL-Mittel und die Sensortechnik.

Gegenwärtige Einsatzvorbereitungen bis zum Jahr 1985 erfassen daraufhin ein System von Lösungen für die Palettierung von Steigen in unterschiedlichen Leistungskategorien (Tafel 6):

- Durchsätze bis 300 Steigen/h
- Durchsätze bis 800 Steigen/h
- Durchsätze von rd. 1 000 Steigen/h.

6. Zusammenfassung

Auf der Grundlage einleitend vorgestellter Ausgangspositionen für den Einsatz der Robotertechnik in der Volkswirtschaft allgemein und der Landwirtschaft im besonderen werden Möglichkeiten und Erwartungen für die wichtigsten Maschinensysteme der Pflanzen- und Tierproduktion in der DDR vorgestellt. Daraus wird erkennbar:

- Der Einsatz der Robotertechnik ist bis zum Jahr 1985 mit einer Ausnahme absolut nur in stationären Arbeitsverfahren der Pflanzenproduktion eingegrenzt und mit der Robotertechnik der 1. Generation auszuführen.
- Erweiterungen auf die Anlagenmechanisierung in der Tierproduktion sind, abgesehen von einem einfachen Nachmelk- und Melkzeugabnahmeroboter, lösungsseitig erst im Zeitraum von 1986 bis 1990 zu erwarten, gleiches gilt für mobile Verfahren der Pflanzenproduktion.

Wesentliche Ursachen hierfür sind:

- nicht ausreichende Fortschritte in der Verfahrensentwicklung in Richtung roboterfreundlicherer Einsatzmöglichkeiten (u. a. definierte Ausgangs-, Bearbeitungs-, Ablauf- und Bewegungslagen)
- erschwerende Einflüsse aus objektiven Besonderheiten gegenüber der Industrie
- hohe Anforderungen an die Sensortechnik
- oft negative Verfahrensökonomie.

Trotz dieser Belastungen ist auch in der Pflanzen- und Tierproduktion eine zügige Einsatzvorbereitung in dafür prädestinierten Maschinenlinien, beginnend bei handgeführten Manipulatoren bis zur Robotertechnik der 1. Generation, vorzunehmen.

Entsprechende angewendete Grundlagenarbeiten auf der Basis von Erfordernissen in Richtung der 2. und 3. Generation der Robotertechnik sind parallel zu führen (Prozeßanalytik, Meß- und Stelltechnik, Erhöhung der Funktionssicherheit der Mechanisierungsmittel usw.).

Tafel 6. Übersicht zu Palettiereinrichtungen und deren Einsatzbereichen

Palettiereinrichtung	Einsatzbereiche		
	Steigen (Obst und Gemüse)	Säcke (Kartoffeln, Zwiebeln)	universeller Einsatz für schubfähige Güter (Kartons, Gläser u. ä.)
handgeführter Manipulator Grundgerät: Kettenlift/ pneumatischer Klemmgreifer	Durchsatz 50 ... 300 Steigen/h	-	-
handgeführter Manipulator Grundgerät: pneumatischer Ausgleichsheber	mit pneumatischem Klemmgreifer Durchsatz 50 ... 300 Steigen/h	mit Aufnahme- gabel Durchsatz 30 ... 150 Säcke/h	-
Palettierroboter rabo 16 STR 2 - IV	Durchsatz 300 ... 1 000 Steigen/h	-	-
Roboter zur Sackpalettierung STR 30 - IV	-	Durchsatz 100 ... 400 Säcke/h	-
Stapelroboter STR 1 - I	-	-	Durchsatz: rd. 1 000 Packungen/h

Literatur

- [1] Priebe, D., u. a.: Erarbeitung von Vorschlägen für Einsatzmöglichkeiten der Robotertechnik in der Mechanisierung der Pflanzen- und Tierproduktion (Primärproduktion). Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, 1982.
- [2] Informationsübersicht über die Ausstellung in Leipzig zur Anwendung der Mikroelektronik, von Industrierobotern und zur rationalen Energieanwendung. Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Berlin 1983.
- [3] Otto, D.: Definieren und Begriffe. Technische Gemeinschaft, Berlin 29 (1981) 12, S. 44-46.
- [4] ABC der Handhabe- und Industrierobotertechnik. Technische Gemeinschaft, Berlin 29 (1981) 12, S. 24.