

Weitere Aufgaben zur Entwicklung, Produktion und zum Einsatz von Robotern in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

Dipl.-Ing. H. Simon, KDT/Dr.-Ing. H. Kremp, KDT/Dr.-Ing. G. Andres, KDT
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

Der weitere Leistungsanstieg in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ist untrennbar mit der beschleunigten Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts verbunden. Dabei sprechen sowohl technische und ökonomische als auch soziale Aspekte für die breite Anwendung der Mikroelektronik und Robotertechnik. In der landwirtschaftlichen Primärproduktion aber auch in der Verarbeitung der Produkte und im Vorleistungsbereich ist körperlich schwere und monotone Arbeit noch weit verbreitet. Nun kommt es darauf an, in allen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft eine intensive Forschungs-, Entwicklungs- und Rationalisierungsarbeit zu leisten, um in voller Breite anwendungsreife Lösungen zu erarbeiten und mit hohem ökonomischen Effekt in die Praxis überzuleiten.

Die KDT-Ausschreibung zur Förderung einer beschleunigten und breiten Anwendung der Mikroelektronik und Robotertechnik in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, die im Jahr 1983 abgeschlossen wurde, hat maßgeblich dazu beigetragen, daß zusätzliche Lösungen erarbeitet wurden und die wissenschaftlich-technische Arbeit beschleunigt wurde. Jetzt geht es darum, auf der Grundlage des Applikationsprogramms die breite und ökonomische Verwertung aller eingereichten Lösungen zu gewährleisten. Insgesamt genügt das bisher erreichte Schrittmaß noch nicht, um in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft auf dem Gebiet der Robotertechnik die bis zum Jahr 1985 festgelegten Zielstellungen zu erfüllen.

1. Erarbeitung des wissenschaftlich-technischen Vorlaufs

Die Erarbeitung eines ausreichenden wissenschaftlich-technischen Vorlaufs ist von fundamentaler Bedeutung, um von vornherein den komplexen Einsatz von Robotern mit höchstem ökonomischen Nutzeffekt anzustreben. Dabei sind umfangreiche Probleme zu lösen, die sich aus folgenden spezifischen Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion und Verarbeitung der Produkte ergeben:

- Die landwirtschaftliche Produktion erfolgt z. T. unter freiem Himmel (Pflanzenproduktion und Forstwirtschaft).
- Die Produktion erfolgt mit lebenden Organismen und ist an einen festen Biorhythmus gebunden (Pflanzen- und Tierproduktion).
- Die landwirtschaftliche Produktion unterliegt einem Saisoncharakter (Pflanzenproduktion und -aufbereitung).
- Die landwirtschaftliche Produktion und Aufbereitung der Produkte erfolgt durch die Bindung an die landwirtschaftliche Nutzfläche weitgehend dezentral. Der Konzentration der Produktion sind bei der Aufbereitung und z. T. auch bei der Verarbeitung der Produkte aus Gründen der Transportoptimierung Grenzen gesetzt

(z. B. Milchwirtschaft und Fleischwirtschaft).

Dadurch unterliegt die Einsatzvorbereitung für die Robotertechnik folgenden spezifischen Anforderungen:

- Sowohl in der landwirtschaftlichen Primärproduktion als auch in der Verarbeitung überwiegt die einschichtige Arbeit. In einigen Bereichen ist saisonbedingt keine ganzjährige Arbeit gewährleistet.
- Die landwirtschaftlichen Produkte weichen in der Art, Größe und Zusammensetzung erheblich voneinander ab und sind nicht durch „konstruktive“ Maßnahmen roboterfreundlich umzugestalten, wie z. B. Eier, Obst, Gemüse, Häute, Tierkörper, Käse, Getreide u. ä. Die zu entwickelnde Robotertechnik muß diesen Anforderungen genügen.
- Die Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion und Verarbeitung sind über lange Zeiträume stabil und erfordern nicht zwingend in einem breiten Umfang den Einsatz frei programmierbarer Roboter (z. B. Produktion von Flaschentrinkmilch).

Für die Forschung, Entwicklung und Einsatzvorbereitung der Robotertechnik bedeutet dies:

- Für den Einsatz in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft sind überwiegend prozeßspezifische Lösungen zu erarbeiten, die den jeweiligen Einsatzbedingungen entsprechen.
- Prozeßflexible Roboter sind dort einzusetzen, wo eine hohe Schichtauslastung gewährleistet ist.
- Um einen ökonomischen Einsatz der Robotertechnik zu gewährleisten, darf der Aufwand je Einsatzfall durchschnittlich 100 000 M nicht überschreiten.

Bei der Erarbeitung des wissenschaftlich-technischen Vorlaufs durch die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, die Wissenschaftlich-Technisch-Ökonomischen Zentren der Nahrungsgüterwirtschaft und die wissenschaftlichen Einrichtungen der Kombinate und VVB in allen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft geht es um folgende Aufgabenkomplexe:

- Durchführung von Prozeßanalysen zur wissenschaftlichen Durchdringung und Optimierung der Arbeitsabläufe einschließlich der physikalischen bzw. mathematischen Erfassung der biologischen Prozesse
- Analyse und Klassifikation der technologischen Anforderungen an die Robotertechnik in allen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft mit dem Ziel, universell einsetzbare Lösungen zu erarbeiten und auf diesem Weg den Entwicklungsaufwand für die Robotertechnik zu reduzieren
- Entwicklung und Erprobung von Robotern für neue Anwendungsgebiete durch die Nutzung fortschrittlicher Wirkprinzipie und Herausarbeitung der Anforderungen für

die Entwicklung und Anwendung der Robotertechnik

- Verstärkung der Vorlaufarbeit für den Einsatz von Robotern der 2. und 3. Generation durch die Applikation von Sensorysystemen aus dem Angebot der Industrie, Entwicklung und Erprobung landwirtschaftsspezifischer Sensorysysteme auf der Grundlage industriell gefertigter Bauelemente sowie Herausarbeitung von Entwicklungsanforderungen für Sensoren für die Anwendung in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft und Übergabe an die Industrie
- Verstärkung der technologischen Forschung mit dem Ziel der Projektierung robotergestützter Technologien und der zunehmenden Vorbereitung komplexer Lösungen einschließlich der Rationalisierung von Kontroll- und Abrechnungsaufgaben. Dabei sind die aus dem Angebot der Industrie und dem zentralen Roboterbau der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft verfügbaren prozeßflexiblen und -spezifischen Roboter weitgehend zu nutzen.

2. Entwicklung von Robotern

Die Nomenklatur der Robotertechnik für den Einsatz in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft enthält gegenwärtig 67 unterschiedliche Typen, davon 9 prozeßflexible und 57 prozeßspezifische Lösungen. Die Vielfalt der erforderlichen Lösungen ist durch die spezifischen Anforderungen in den einzelnen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft begründet. Gegenwärtig können den Anwendern bereits 21 unterschiedliche Robotertypen bereitgestellt werden, davon 11 Roboter aus den Betrieben des zentralen Roboterbaus der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft in den Betrieben des VEB Kombinat Landtechnische Instandsetzung. Der überwiegende Teil der Roboter befindet sich noch in der Entwicklung. Dies verdeutlicht die Anstrengungen, die noch von den Entwicklungs- und Produktionskollektiven zu leisten sind, um die Roboter zu den vorgesehenen Terminen in die Produktion überzuleiten und den Anwendern in hoher Qualität bereitzustellen.

Die Erfahrungen lehren, daß landwirtschaftsspezifische Roboter für komplizierte Handhabungs- und technologische Aufgaben, für die neue Arbeits- und Wirkprinzipie herauszuarbeiten und zu erproben sind, im Rahmen der angewandten Forschung in der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, in den Verfahrensinstituten, in den Wissenschaftlich-Technisch-Ökonomischen Zentren der Nahrungsgüterwirtschaft und in den wissenschaftlichen Einrichtungen der Kombinate und VVB zu entwickeln und zu erproben sind. Die Entwicklungs- und Konstruktionskapazitäten in den Betrieben des zentralen Roboterbaus im VEB Kombinat Landtechnische Instandsetzung sind überwiegend für die Konstruktion von Robotern auf der Grundlage bekannter und erprobter

Tafel 1. Ausgewählte Roboter aus dem Angebot des zentralen Roboterbaus der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

lfd. Nr.	Robotertyp	Orientierungspreis 1 000 M	Produzent
1	Beschickungsroboter BR 10h-III	60	VEB Rationalisierungsmittelbau (RmB) Grimmenthal
2	Beschickungsroboter BR 20p-III	60	VEB LIW Jüterbog
3	modulares pneumatisches Roboterbaukastensystem BKS 1/15	max. 180	VEB LIW Jüterbog
4	MAG-Auftragschweißroboter ASR 1-II	143	VEB PVB Charlottenthal
5	Verbindungsschweißroboter VSR 1-II	230	VEB RmB Grimmenthal
6	Demontageschraubeinheit DSE 1-II	120	VEB RmB Grimmenthal
7	Montageschraubeinheit MSE 1-II	130	VEB RmB Grimmenthal
8	Korbwechselroboter KWR 1-III	27	VEB LIW Jüterbog
9	Einpakroboter für Gläser und Dosen EPR 1-IV	30	VEB LIW Naumburg
10	Beschickungsroboter für Gitterboxpaletten BRG 1-IV	46	VEB LIW Naumburg
11	Stapelroboter STR 1-I	392	VEB LIW Naumburg
12	Stapelroboter rabo 16/STR 2-IV	100	VEG Obstbau Borthen/VEB LIW Naumburg
13	Stapel- und Umhordungslinie für die Weichkäseproduktion ST UW 1-IV	170	VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen
14	Technologische Einheit zur Gewinnung von Vollei flüssig TTR 20p-IV	80	VEB LIW Jüterbog
15	Wägeroboter WR 2-IV	20	VEB LIW Naumburg
16	Feuchtemeß-Probenahmeroboter FPR 1h-IV	35	VEB Rationalisierungsmittelbau und Getreidetechnik Kavelstorf
17	Nachmelk- und Abnahmeroboter NAR/M 623-IV	5	VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen/VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda

Arbeits- und Wirkprinzip einzusetzen. Dieser arbeitsteilige Prozeß ist im engen kooperativen Zusammenwirken der aufgeführten wissenschaftlichen Einrichtungen mit dem VEB Kombinat Landtechnische Instandsetzung zu organisieren.

Die gegenwärtig vorhandenen Entwicklungs- und Konstruktionskapazitäten reichen jedoch noch nicht aus, um die erforderlichen Entwicklungsaufgaben termingerecht und in hoher Qualität abzuschließen. In allen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft und besonders in den Betrieben des zentralen Roboterbaus der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft sind deshalb im engen Zusammenwirken mit den zuständigen territorialen Organen die erforderlichen Maßnahmen zum zielstrebigem Ausbau dieser Kapazitäten durchzuführen. Ausge-

wählte Roboter, die bereits fertig entwickelt sind bzw. deren Entwicklung kurzfristig abgeschlossen werden kann, sind in Tafel 1 zusammengestellt. Sie sind durch die Anwendung noch wesentlich stärker in die Einsatzvorbereitung einzubeziehen.

3. Produktion von Robotern

Für die Eigenfertigung von Robotern in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft wurden 4 Betriebe des VEB Kombinat Landtechnische Instandsetzung zu zentralen Roboterproduzenten profiliert. Die Leistungsfähigkeit dieser Betriebe ist kontinuierlich so zu erhöhen, daß dort anteilig 80 % der in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft herzustellenden Roboter gefertigt werden können. Dabei sind den Anwendern zunehmend komplette Lösungen anzubieten, d. h.

Roboter einschließlich der peripheren Einrichtungen. Diese hohe Zielstellung erfordert eine schnellere und allseitige Stärkung dieser Betriebe. Erst ein leistungsfähiger Roboterbau ermöglicht es, Roboter mit höchster Effektivität und Qualität zu produzieren, den Leichtbau konsequent durchzusetzen, den Aufwand an Material und Energie zu reduzieren und eine höhere Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Roboter zu gewährleisten.

Weitere Roboter werden im Rationalisierungsmittelbau von Kombinat und Betrieben gefertigt, so z. B. im VEB Rationalisierungsmittelbau und Getreidetechnik Kavelstorf, im VEB Kombinat Forsttechnik Waren und im VEG Obstbau Borthen. Darüber hinaus entstehen Roboter in Rationalisierungsabteilungen von Kombinat, VVB und Betrieben für den Einsatz im eigenen Betrieb. Ein Eigenbau von Robotern ist grundsätzlich erst dann einzuleiten, wenn für die jeweilige Aufgabe aus dem zentralen Roboterbau keine Lösung verfügbar ist.

4. Einsatz von Robotern

In der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft waren zum 31. Dezember 1983 insgesamt 690 Roboter eingesetzt, darunter 429 in der Landwirtschaft 101 in der Fleischwirtschaft 66 in den Betrieben der Landtechnik 37 in der VVB Zucker- und Stärkeindustrie 11 im VE Kombinat Industrielle Tierproduktion.

Der erreichte Zugang von Robotern im Jahr 1983 zeigt aber, daß die Einsatzvorbereitung in allen Bereichen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft wesentlich intensiviert werden muß, um ein höheres Tempo beim Robotereinsatz zu erreichen und die staatlichen Planaufgaben vollständig zu erfüllen.

Um die Einsatzvorbereitung zu beschleunigen, wird auf die schnelle Überleitung von Erstanwenderbeispielen sowie auf die Einrichtung und intensive Nutzung von Konsultationsstützpunkten orientiert, um den nachfolgenden Anwendern die bei der Einsatzvorbereitung und Überleitung gesammelten Erfahrungen zu vermitteln. Ausgewählte Erstanwenderbetriebe sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Nun kommt es darauf an, die schnelle Nachnutzung der erprobten Lösungen zu gewährleisten und zunehmend komplexe Lösungen für den Einsatz von Robotern vorzubereiten und überzuleiten.

5. Ökonomie des Robotereinsatzes

Um auf dem Kurs der ökonomischen Strategie des X. Parteitages der SED auch einen spürbaren höheren Nutzeffekt aus Wissenschaft und Technik zu erreichen, wurden für die ökonomische Bewertung des Robotereinsatzes folgende ökonomische Zielstellungen vorgegeben:

- Aufwand je Roboter max. 300 000 M
- Freisetzung von mindestens 2,5 Arbeitskräften je Roboter
- Rückflußdauer der Aufwendungen in max. 3 Jahren.

Diesen Anforderungen werden in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft bisher nur einige ausgewählte Beispiele gerecht. Bei einer Vielzahl von Einsatzfällen gibt es dazu erhebliche Abweichungen. Dafür gibt es objektive, aber auch subjektive Ursachen. Bei der Einsatzvorbereitung der Robotertechnik ist vor allem um eine höhere Arbeitskräf-

Tafel 2: Übersicht über Konsultationsmöglichkeiten bei Erstanwendern von Robotertechnik in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

Einsatzfall	Robotertyp	Erstanwender	nutzbar ab
Aufbereitung von Äpfeln	Stapelroboter STR 1-I	VEG „Walter Schneider“	sofort
	Wägeroboter WR 2-IV	Eisleben	
	Umreifungsroboter		
Gewinnung von Flüssigeimasse	Stapelroboter rabo 16/STR 1-IV	VEG Obstbau Borthen	sofort
	Wägeroboter WR 1-IV		
	Technologische Einheit TTR 20p	VEB KIM Königs Wusterhausen	sofort
Abpacken von Eiern	Technologische Einheit TTR 20p	VEB Geflügelwirtschaft	sofort
	Einschlagroboter TR 20p	Neubrandenburg	
	Abpackroboter für Eier APR 1-IV	VEB KIM Königs Wusterhausen	Juni 1984
Nachmelken von Kühen	Nachmelk- und Abnahmeroboter NAR/M 623-IV	LPG (T) Jänickendorf (Bezirk Potsdam)	Mai 1984
	Korbwechselroboter KWR 1-III	VEB Milchkombinat Berlin	sofort
Trinkmilchproduktion	Schraubarbeiten	VEB LIW Erfurt	Juli 1984
	Demontageschraubeinheit DSE 1-II	VEB LIW Halle	
	Beschickung einer Presse	VEB LIW Dömitz	sofort
Beschickung einer Drehmaschine DRT 80a	Beschickungsroboter BR 20p-III	VEB LIW Jüterbog	sofort
Beschickung einer Trennschleifmaschine	Beschickungsroboter BR 20p-III	VEB LIW Jüterbog	Juni 1984
Beschickung einer Bohrmaschine BS 25	Beschickungsroboter BR 20p-III	VEB KfL Jüterbog (Markendorf)	sofort
Instandsetzung von Roderädern	Roboterlinie mit frei programmierbarem Beschickungsroboter	VEB KfL Bitterfeld (Wolfen)	sofort

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