

# Einsatzerfahrungen mit einem Mikrorechner auf mobilen Landmaschinen

Dr.-Ing. H. Hoyer, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

## 1. Einleitung

Die notwendige Leistungssteigerung in der Landwirtschaft erfordert effektive Automatisierungslösungen besonders durch Nutzung wissenschaftlicher Ergebnisse und Anwendung moderner Technik. Zunehmend gewinnt neben der Rationalisierung von Produktionsplanung und -vorbereitung [1, 2] der On-line-Einsatz von Mikroprozessortechnik und Industrierobotern an Bedeutung. In der Landtechnik ergeben sich im Vergleich mit Lösungen in der Industrie Schwierigkeiten besonders durch mangelnde mathematische Durchdringung der zu automatisierenden Prozesse und durch die besonderen Umweltbedingungen.

Kennzeichnend sind für den Einsatz komplizierte Verknüpfungen zahlreicher Einflußgrößen [3] und schwer bestimmbare Parameter [4]. Die Gestaltung moderner Automatisierungslösungen erfordert daher neben der ausgewogenen Entwicklung von Sensor- und Informationsverarbeitungstechnik eine gründliche Prozeßanalyse [5]. Die Mikroprozessortechnik gestattet dezentrale Automatisierungslösungen, deren Möglichkeiten allgemein ungenügend ausgeschöpft werden [6]. Durch Kombination von Theorie und Heuristik, durch experimentelle Ermittlung von Prozeßmodellen einschließlich der Parameteridentifikation lassen sich trotz unvollständiger Prozeßkenntnisse auch unter den Bedingungen der Landtechnik funktionssichere Einrichtungen aufbauen.

Zum Zweck der Erprobung und Optimierung von Automatisierungsstrategien sowie der komplexen Erfassung verschiedener Meßgrößen wurde an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg ein Radtraktor ZT 303 mit einem Mikrorechner ausgestattet. Das Aufgabengebiet umfaßt das Aufzeichnen von zehn Meßgrößen in Echtzeit, statistische Datenverdichtung, Datenverarbeitung zur Realisierung von Regelfunktionen und die Steuerung von Stalleinrichtungen. Im Gegensatz zur ausschließlichen Behandlung von Steuer- und Regelfunktionen erfordert die Meßdatenerfassung einen Mikrorechner mit ausgebauter Speicherkapazität.

## 2. Rechnerkonfiguration

Der Bordrechner wurde aus Baugruppen des modularen Mikrorechnersystems K 1520 zusammengestellt und mit einer Steckeinheit zur Kommunikation mit dem Bediener und zur prozeßspezifischen Ein- und Ausgabe ergänzt (Bild 1). Die Prozeßperipherie umfaßt dabei vier spannungsanaloge Eingänge (Dehnmeßstreifen), sechs frequenzanaloge Eingänge (Drehzahlen, Winkel, Längen [7]) und zwei, je nach steuernder Software, digitale oder analoge Ausgänge. Für die Mensch-Maschine-Kommunikation werden neun Tasten und acht Lichtemitterdioden genutzt. Der Datenaussgang dienen eine Standard-Schnittstelle ADA K 6022 und die Steuerlogik des für Servicezwecke verwendeten Bildschirmgeräts MON 1 aus dem K 1520-Baugruppensortiment. Der Speicher-raum ist voll genutzt, so daß 61 kByte Operativspeicher zur Verfügung stehen, 12 kByte davon als batteriegestützter CMOS-RAM. Die Mikrorechnerbaugruppen sind nicht für die Bedingungen auf mobilen landwirtschaftlichen Aggregaten konzipiert und erfordern u. a. Schutz vor Staub, der die Funktion der Steckverbinder beeinträchtigen kann. Ein hermetisches Gehäuse eignet sich nicht, da eine Wärmeleistung von mehr als 100 W abzuführen ist. Aus diesen Gründen kommt ein geschlossenes Gehäuse mit Zwangsbelüftung über Luftfilter und mit einem Folienfenster, durch das die Tastatur und die Anzeige zugänglich sind, zum Einsatz. Es enthält eine Baugruppenaufnahme für maximal elf Steckeinheiten und ein vom Bordnetz gespeistes Stromversorgungsgerät. Luftfilter, Lüfter und Anschlußklemmen sind außen am Gehäuse montiert. Der Rechner befindet sich hinten rechts in der Fahrerkabine, so daß er vom Notsitz aus bedient werden kann. Die Aufhängung enthält Gummipuffer zum Dämpfen mechanischer Stöße.

## 3. Leistungsparameter

Den On-line-Einsatz kennzeichnen gleichzeitig ablaufende Datenerfassung und -verarbeitung. Der Datendurchsatz des Rechners bestimmt den Umfang parallel lösbarer Aufga-

ben. Je umfangreicher die Anforderungen der Verarbeitung sind, desto weniger Informationen können je Zeiteinheit behandelt werden.

Die Berechnung von Kreuzkorrelationsfunktionen zur statistischen Kennwertermittlung [8] stellt bereits recht hohe arithmetische Ansprüche. Für die Berechnung einer Lösung mit 150 Tastzeiten benötigt der Rechner bei 8-Bit-Verarbeitung etwa 2 s, so daß die minimale Tastzeit 13,3 ms und der Datendurchsatz 600 Bit/s betragen.

Bei geringem Umfang mathematischer Berechnungen, wie der Echtzeit-Aufzeichnung der Meßwerte und der Anfertigung von Histogrammen, bestimmt in erster Linie die Software-Unterstützung der Peripherie-Behandlung den Datendurchsatz. Im Interesse eines geringen gerätetechnischen Aufwands werden im Bordrechner sowohl die Analog-Digital-Umsetzer (C 520) als auch die frequenzanaloge Geber weitgehend programmtechnisch angepaßt. So beträgt der für die Aufzeichnung von 1600 Bit/s nötige tatsächliche Umfang an Eingabeoperationen etwa 30000 Bit/s.

Die Organisation der Prozeßschnittstellen ermittelt alle 10 ms aktuelle Meßwerte von den vier Spannungseingängen, alle 3 ms von drei Frequenzeingängen und etwa alle 20 ms von den restlichen drei Eingängen. Der maximal nutzbare Datendurchsatz des Bordrechners in der realisierten Konfiguration von Hard- und Software beträgt damit 12400 Bit/s.

Die praktischen Aufgabenstellungen erfordern nur eine weit geringere Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Deshalb lassen sich bei entsprechender Gestaltung der steuernden Software mehrere Aufgaben gleichzeitig lösen. Auf diese Weise sind im Vergleich zu herkömmlichen Informationsverarbeitungsmethoden weniger Versuchsfahrten notwendig, die praktischen Forschungsarbeiten lassen sich effektiver gestalten.

## 4. Erfahrungen

Das Einsatzgebiet des Bordrechners ist durch seine Leistungsparameter eingeschränkt, besonders zeitkritische Aufgaben lassen sich nicht in allen Fällen mit solcher Technik handhaben. Beispielsweise kann auch bei hohem Hardware-Aufwand der Geschwindigkeitsbereich von optischen Sensorzeilen nur teilweise genutzt werden.

Für die in der Landtechnik typischen, relativ langsam ablaufenden Vorgänge hat der Rechner Kapazitätsreserven, die sich wegen des dafür nötigen gerätetechnischen Aufwands nicht ausschöpfen lassen. Schwierigkeiten bereitet die Realisierung von Prozeßschnittstellen, die auch unter den Bedingungen des mobilen Einsatzes zuverlässig arbeiten, und der Stromversorgung. Dies sind natürliche Grenzen, die in speziellen Prozeßmikrorechnern wegen der weitaus geringeren Ausbaustufe weniger ins Gewicht fallen.

Der wesentliche Vorteil des universellen Bordrechners liegt in der hohen Flexibilität. Durch Programmänderungen läßt er sich an

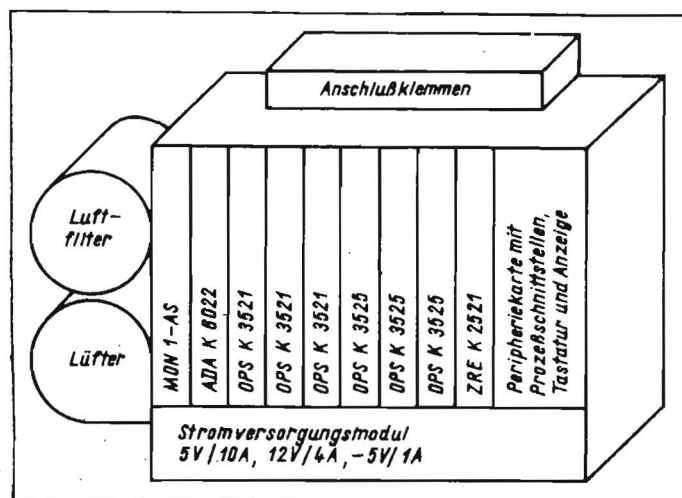


Bild 1  
Aufbau des Bordrechners

verschiedene Aufgaben anpassen, wobei der für die Programmierung nötige Aufwand nicht zu unterschätzen ist. Trotz der für die Funktion des Rechners erforderlichen komplizierten Abläufe hat er eine vergleichsweise hohe Zuverlässigkeit. Die Steckverbinder bilden dabei die schwächste Stelle. Von seiten der konstruktiven Gestaltung müssen hier mechanische Belastungen, die Kontaktschwierigkeiten und dadurch den Absturz des Rechenlaufs hervorrufen, ferngehalten werden. Wegen der geringen Masse sind die Baugruppen ansonsten recht unempfindlich.

Die in [9] dargestellten Erfahrungen können bestätigt werden. Die Mikroprozessortechnik gestattet eine Prozeßgestaltung, die die konkreten Bedingungen (biologische Anforderungen, landtechnische und agronomische Parameter) weitgehend berücksichtigt und auf diese Weise effektive Automatisierungslösungen zuläßt.

## 5. Zusammenfassung

Für die Entwicklung mikrorechnergestützter Automatisierungslösungen in der Landtechnik ist die experimentelle Prozeßanalyse eine wichtige Grundlage. Zum Zweck der Erprobung und Optimierung von Steuer- und Regel-Strategien und der komplexen Meßwert-erfassung wurde an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg ein Radtraktor ZT 303 mit einem entsprechend ausgelegten Mikrorechner bestückt. Die Gestaltung der Prozeßschnittstellen gestattet einen Datendurchsatz von 12400 Bit/s. Dieser Bordrechner erlaubt eine effektive Nutzung für Feldversuche und eine unkomplizierte Anpassung an verschiedene Aufgaben. Er hat sich bei zahlreichen Versuchsfahrten bestens bewährt.

## Literatur

- [1] Helbig, K.: Zur rechnergestützten Projektierung komplexer Fertigungssysteme. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 4, S. 172–175.
- [2] Huhn, W., u. a.: Modell zur Aufwandsberechnung von Transport- und Umschlagarbeitsgän-

gen mit Hilfe der EDV. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 8, S. 345–347.

- [3] Kollar, L.: Zur Lenkung mobiler landwirtschaftlicher Aggregate und mathematische Modelle gelenkter Systeme. messen – steuern – regeln, Berlin 27 (1984) 2, S. 57–60.
- [4] Weiß, H.: Zum Problem der Sensorentwicklung für landwirtschaftliche Stoffe. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 4, S. 167–168.
- [5] Töpfer, H., u. a.: Zur Automatisierung landtechnischer Arbeitsmittel und Prozesse unter Beachtung der Mikroelektronik. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 10, S. 432–435.
- [6] Kopacek, P.: Mikrorechner zur Automatisierung maschinenbaulicher Prozesse. messen – steuern – regeln, Berlin 27 (1984) 1, S. 35–38.
- [7] Hoyer, H.: Prozeßschnittstellen in der Mikrorechenteknik. messen – steuern – regeln, Berlin 27 (1984) 7, S. 302–303.
- [8] Berfeld, D.: Bestimmung von Übertragungsfunktionen aus experimentell ermittelten Kreuzkorrelationsfunktionen. messen – steuern – regeln, Berlin 27 (1984) 7, S. 296–298.
- [9] Witte, J.: Einsatz eines Mikrorechners für die Lüftungsautomatisierung in der ZBE Kartoffellaugerhaus Weidensdorf. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 5, S. 213–215.

A 4229

## Ausschreibung

Die Genossenschaftsbauern und Arbeiter in den LPG und VEG haben in Vorbereitung des XI. Parteitag des SED die Verpflichtung übernommen, die guten Ergebnisse des Jahres 1984 in der Pflanzen- und Tierproduktion im Jahr 1985 zu wiederholen, zu stabilisieren und weiter auszubauen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür sind mit hoher Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit arbeitende Landmaschinen und Traktoren. Die optimale Einstellung der Arbeits- und Antriebsmechanismen auf die jeweiligen Produktionsprozesse und Einsatzbedingungen verlangt eine hohe Qualität der Arbeit der Instandsetzungskräfte und der Mechanisatoren. Zur Sicherung einer hohen Funktionsqualität der Maschinen durch den Instandsetzungsprozeß und beim Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel führen das Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, der Fachverband Land-, Forst- und Nahrungsgütertechnik der Kammer der Technik, der Zentralvorstand der Gewerkschaft Land, Nahrungsgüter und Forst und der Zentralvorstand der Gewerkschaft Wissenschaft eine

### Ausschreibung

„Sicherung hoher Funktionsqualität der Landtechnik“ durch.

Im Rahmen der Ausschreibung sind Neuerervorschläge, neue Lösungen und Erfindungen für die Prüfung und Überwachung der Arbeitsparameter von landtechnischen Arbeitsmitteln einzureichen, die eine optimale Funktion und Einstellung der Arbeits- und Antriebsmechanismen gewährleisten und somit beitragen, hohe Erträge und Leistungen sowie die Arbeitsqualität der Maschinen optimal zu gewährleisten. Damit sind zugleich die

- Wirtschaftlichkeit zu erhöhen und der Produktionsverbrauch zu senken
- Ernteverluste zu verringern
- psychischen und physischen Belastungen der Mechanisatoren und der Instandsetzungskräfte herabzusetzen.
- Umweltbelastungen zu vermindern.

Die Lösungen können sich beziehen auf

- Vorschläge zur Erhöhung der Instandsetzungsqualität von landtechnischen Arbeitsmitteln, Einhaltung, Einstellung und Kontrolle der Arbeitsparameter auf geforderte Werte und zuverlässige Gewährleistung im Betrieb dieser Maschinen durch gute Instandsetzung bei gleichzeitiger Senkung des dafür benötigten Aufwands
- Vorschläge für die Einsatzvorbereitung von landtechnischen Arbeitsmitteln auf bestimmte Produktionsprozesse, die in den LPG und VEG Anwendung finden können
- Vorschläge für die Überwachung der optimalen Einstellung durch den Maschinenbediener in Abhängigkeit von wechselnden Einsatzbedingungen oder von schädigungsbedingten Veränderungen der Maschine.

### Teilnahmebedingungen

#### Erstens

Mit dieser Ausschreibung sind aufgerufen, Vorschläge, Lösungen und Erfindungen zu erarbeiten und einzureichen:

- Arbeiter, Genossenschaftsbauern, Meister, Technologen und Ingenieure der Landtechnikbetriebe und der Industrie
- Wissenschaftler der Landwirtschaft und der Industrie, der Universitäten, Hoch- und Fachschulen
- Jugendbrigaden, MMM- und Studentenkollektive
- Mitglieder und Kollektive der KDT.

Teilnahmeberechtigt ist jeder Werkstätige der sozialistischen Landwirtschaft, der Industrie sowie der entsprechenden Sektionen der Universitäten, Hoch- und Fachschulen.

#### Zweitens

Die Vorschläge sollen, ausgehend von konkreten derzeitigen Aufgabenstellungen zur Prüfung bzw. Funktionskontrolle und Überwachung der Arbeitsparameter von landtechnischen Arbeitsmitteln, neue Lösungen enthalten oder darauf gerichtet sein, anstelle bekannter Methoden und Verfahren neue konkrete, realisierbare wissenschaftlich-technische bzw. technisch-ökonomische Lösungen zu beschreiben, zu berechnen und den ökonomischen Effekt in geeigneter Form anzugeben. Neue Anwendungsbereiche von bekannten Verfahren der technischen Diagnostik im Sinne der Ausschreibung können einbezogen werden. Sie sollen eine hohe Funktionsqualität des Maschineneinsatzes nach der Instandsetzung und während des gesamten Einsatzes oder bis zur erneuten Überprüfung eine angemessene Einsatzzeitdauer sichern und sich in der Praxis bewährt haben.

#### Drittens

Es werden alle Beiträge gewertet, die den Teilnahmebedingungen entsprechend bis zum 20. Dezember 1985 unter dem Kennwort

„Ausschreibung Sicherung hoher Funktionsqualität“

bei den BfN der Betriebe und Einrichtungen in zweifacher Ausfertigung eingereicht werden.

Die Betriebe und Einrichtungen übergeben die Vorschläge über die Leit-BfN des übergeordneten Organs dem fachlich zuständigen Leit-BfN Mechanisierung bei der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik, Potsdam-Bornim, 1503 Potsdam-Bornim, Max-Eyth-Allee.

Die sozialistischen Genossenschaften und die kooperativen Einrichtungen der Landwirtschaft reichen die Vorschläge unmittelbar bei den Leit-BfN der Räte der Bezirke, Abteilung Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft, ein, die die Weiterleitung an das fachlich zuständige Leit-BfN Mechanisierung übernehmen. Bei dem fachlich zuständigen Leit-BfN werden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Kombinat- und Erzeugnisgruppen Bewertungskommissionen gebildet, in denen die entsprechenden Fachorgane der KDT und Vertreter der Gewerkschaft mitarbeiten, Vorauswahl und Vorentscheidung für die Vergabe der Preise und Urkunden vornehmen und die eventuell notwendigen schutzrechtlichen Maßnahmen veranlassen.

Zur abschließenden Auswahl und Bewertung der Beiträge wird eine zentrale Kommission berufen, die sich aus verantwortlichen Vertretern der Träger der Ausschreibung zusammensetzt. Die Auswertung der Ausschreibung erfolgt unter Ausschluß des Rechtsweges.

#### Viertens

Für die besten Einzel- und Kollektivleistungen werden folgende Ehrenpreise vergeben:

- Ein 1. Preis zu 3000,- M
- Ein 2. Preis zu 2000,- M
- Drei 3. Preise zu je 1000,- M
- Vier 4. Preise zu je 500,- M.

Weiterhin werden 20 Ehrenurkunden und KDT-Auszeichnungen vergeben.

#### Fünftens

Die Auszeichnung der Preisträger erfolgt vor dem XI. Parteitag der SED.