

Anwendung der Mikrorechentechnik im Rahmen des wissenschaftlichen Gerätebaus in der Agrarforschung

Dr.-Ing. J. Lübcke

Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Mit dem immer stärkeren Eindringen der Mikrorechentechnik in alle Bereiche der experimentellen naturwissenschaftlichen und technischen Forschung gewinnen dezentrale Prozeßrechnerkonzepte immer mehr an Bedeutung. Der Umfang der anfallenden Informationen (teilweise noch verknüpft mit strengen Echtzeitforderungen) ist nur durch den Einsatz flexibler, kostengünstiger Informationsverarbeitungsstrukturen, die am Arbeitsplatz eingesetzt werden können, zu bewältigen.

Der heutige Stand der Mikroelektronik — und hier besonders der Mikrorechentechnik — hat die Einsatzschwelle effektiver Prozeßrechnerkonzepte erheblich gesenkt [1, 2, 3]. Zum anderen muß in Rechnung gestellt werden, daß heute immer mehr wissenschaftlich-technische Erkenntnisse in Form von Software angeboten werden. Daher besteht in fast allen Disziplinen

der naturwissenschaftlichen Forschung die Notwendigkeit, die gebotenen Möglichkeiten der Mikrorechentechnik zur Schaffung neuer Qualitätsmerkmale zu nutzen. In der Agrarforschung bekommen dezentrale Meß- und Steuersysteme mit Mikrorechnern eine immer größere Bedeutung.

2. Allgemeines Modell für typische Prozeßrechneranwendungen

Für eine große Klasse wissenschaftlicher und technischer Aufgabenstellungen trifft das im Bild 1 dargestellte Modell zu. Sowohl zur Rationalisierung aufwendiger Routineprozesse als auch zur grundlegenden Erkenntnisgewinnung müssen die benötigten Informationen über Sensoren dem zu beobachtenden Prozeß ohne Störung desselben mit der benötigten Reproduzierbarkeit entnommen werden können. Um diese Signale in die elektronisch arbeiten-

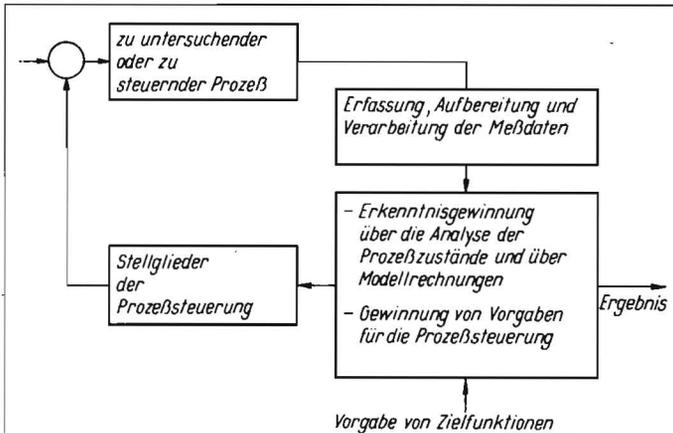
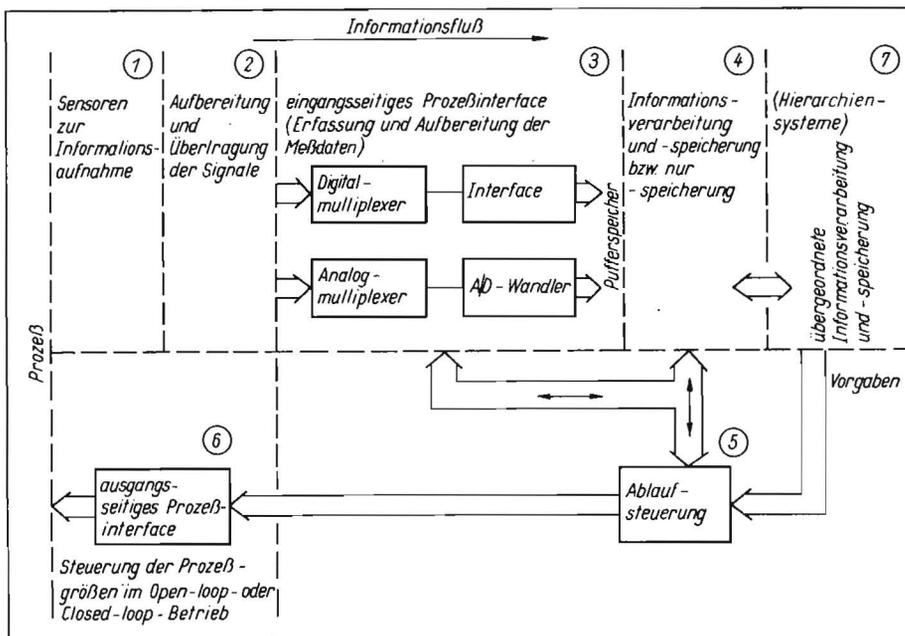


Bild 1
Blockschaltbild der Informationsgewinnung und -verarbeitung

Bild 2
Blockschaltbild der Komponenten eines automatischen Meßdatenverarbeitungssystems



Unser Kommentar

Liebe Leser!

Einen Kommentar in Fortsetzung müßte ich die folgenden Bemerkungen eigentlich nennen, denn genau vor zwei Jahren hatte ich mich an gleicher Stelle bereits zum gleichen Thema geäußert. Zur Erinnerung — es ging um die Absolventen-Weiterbildungstagungen, die an der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock in regelmäßigem Turnus durchgeführt werden.

Am 11. und 12. Februar dieses Jahres fand nun die vierte Veranstaltung dieser Art statt, und wie bei den Tagungen zuvor spürte man erneut das Bemühen der Organisatoren, ein abwechslungsreiches Programm anzubieten. Im Mittelpunkt stand das Thema „Rationalisierung in der Landtechnik“. Das Interesse war groß, denn ungefähr die Hälfte der inzwischen über 600 Absolventen kam wieder nach Rostock. Die Programmkonzeption war auf die aktuellen Anforderungen an unser Fachgebiet ausgerichtet worden und sah Beiträge in drei Arbeitsgruppen vor:

- Instandhaltung
- Mechanisierung und Rationalisierung in der Tierproduktion
- Entwicklung und Produktion von Rationalisierungsmitteln.

Um aber auch deutlich werden zu lassen, welche Probleme im gesamtwirtschaftlichen Maßstab zum Beispiel hinsichtlich der Material- und Energiewirtschaft sowie des Umweltschutzes bestehen und wie sie zu lösen sind, hatte die Sektion Landtechnik drei namhafte Wissenschaftler als Gastreferenten für das vorangestellte Plenum gewinnen können. So ging Professor Schumann aus Rostock auf einige Fragen der Materialökonomie und auf Schwerpunktaufgaben der Werkstofftechnik in den nächsten Jahren ein. Überlegenswert war dabei sicher die Feststellung, daß schrottgerechtes und energiegerechtes Konstruieren wirksame Maßnahmen zur Werkstoffeinsparung sind. Professor Engshuber von der Bergakademie Freiberg referierte über energieökonomische Tendenzen und gab auch Auskünfte über die von seinem Forschungskollektiv erzielten Untersuchungsergebnisse in Sachen Biogas. Und schließlich behandelte Professor Krummsdorf aus Rostock die vielseitigen Probleme, die mit der Wiederbarmung von ehemaligen Tagebaurevier verbunden sind. Unter anderem wurden dazu auch spezielle Mechanisierungsmittel entwickelt. Übrigens gibt es seit kurzem ein Buch „Landschaft vom Reißbrett“ (Urania-Verlag), in dem Professor Krummsdorf viele interessante Details vermittelt. In den einzelnen Arbeitsgruppen wurde am zweiten Tag ein ergiebiger Erfahrungsaustausch geführt. Neue Erkenntnisse der Wissenschaft und die täglichen Erfahrungen in den Praxisbetrieben prallten dabei als Meinung oft aufeinander. Ich nahm an der Diskussion in der Arbeitsgruppe „Rationalisierungsmittelbau“ teil. Dieses Gebiet wird in den nächsten Jahren sehr an Bedeutung gewinnen. Anregungen gab es für jeden Zuhörer genug, das Umsetzen ist nun die andere Seite.

Für die perfekte Organisation der Weiterbildungstagung 1982 sei an dieser Stelle den Rostocker Kollegen ein herzliches Dankeschön gewidmet.

N. Hamke, Verantw. Redakteur

den Informationsstrukturen bringen zu können, ist die Umwandlung in ein elektrisches Signal erforderlich. Die Vielzahl der Informationen kann in einer mit einem Mikrorechner ausgerüsteten Informationsverarbeitungseinheit erfaßt, aufbereitet und entsprechend den Notwendigkeiten verarbeitet werden. Bei dem Open-loop-Modell (ohne Rückführung) bildet die Ausgabe der nach den Erfordernissen aufbereiteten Meßdaten das Ergebnis. Die Bearbeitung von Modellierungsfragen ist bereits möglich oder kann im Off-line-Betrieb auf übergeordneten Rechnern mit den aufbereiteten Meßdaten erfolgen. Auch beim Closed-loop-Modell (mit Rückführung) mit der Maßgabe der Prozeßsteuerung sind die Kenntnis der inneren Prozeßzustände sowie die Gewinnung und Vorgabe von Modellalgorithmen für die Erzeugung von Prozeßsteuergrößen erforderlich.

3. Technische Strukturen automatischer Meßsysteme

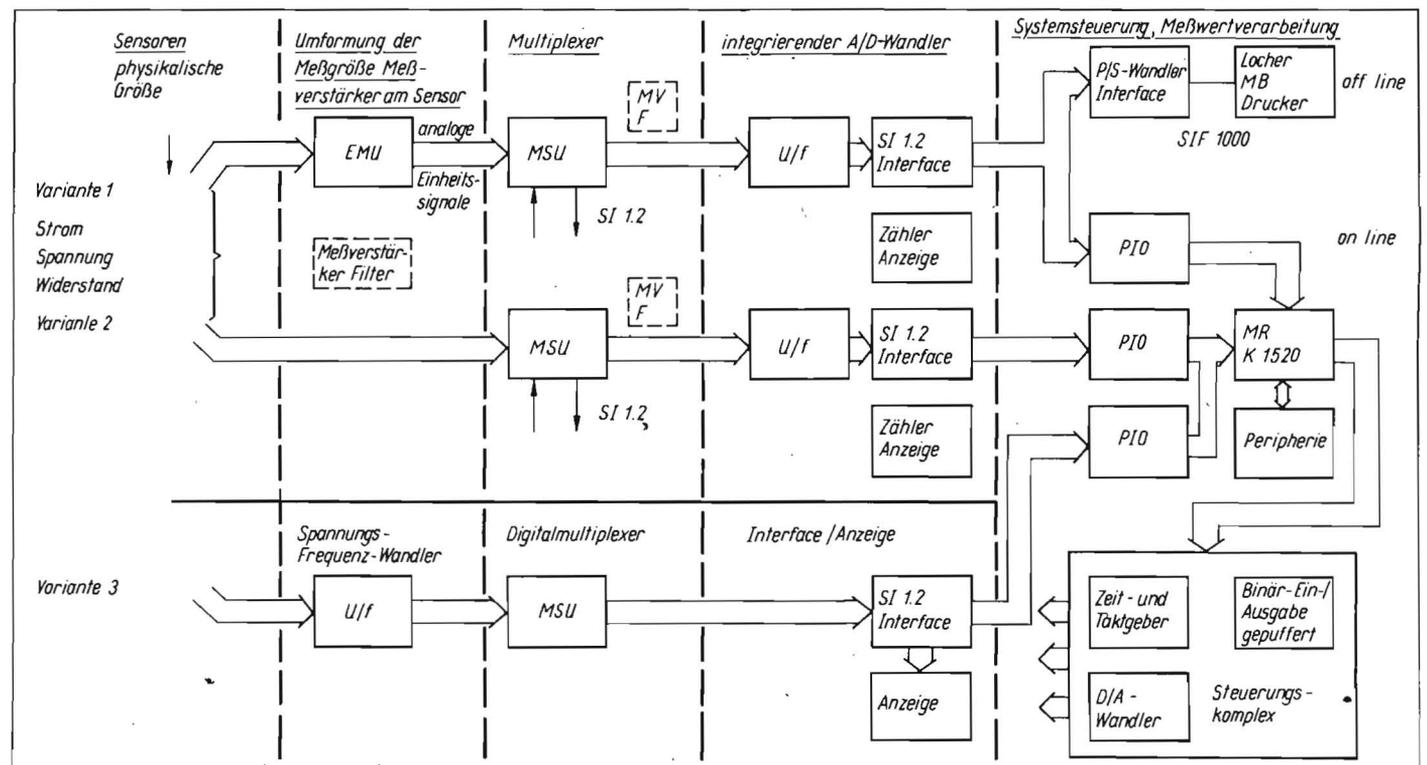
Wird die Darstellung nach Bild 1 in eine Realisierungsphase übersetzt, so kristallisiert sich eine typische Struktur heraus, wie sie im Bild 2 zu sehen ist.

Entsprechend den Prioritäten einer praktischen Aufgabenstellung werden sich bestimmte Aufwandsrelationen zwischen den Blöcken ergeben bzw. einzelne Blöcke können entfallen. Die Einsatzschwelle derartiger Prozeßrechnerstrukturen muß über die Beantwortung der Fragestellung der Automatisierungswürdigkeit des Prozesses bei Vorgabe bestimmter ökonomischer und technischer Kennzahlen festgelegt werden. In den Tafeln 1 und 2 wird ein Überblick über die Problemstellung bei der Systementwicklung bzw. Systemprojektierung bezüglich der praktischen Realisierung der im Bild 2 dargestellten Blöcke gegeben. Dazu werden ausschließlich in der DDR hergestellte

Bild 3. Anwendung des Baugruppenprogramms zum Aufbau automatischer Meßsysteme; EMU elektrischer Meßumformer, MSU Meßstellenumschalter oder Analogmultiplexer, PIO byteweise Ein-/Ausgabe

Tafel 1. Resultierende Problemstellung für die Geräteentwicklung bzw. für die Anlagenprojektierung entsprechend Bild 2 (Voraussetzung: Fragestellung der Automatisierungsfähigkeit und der Automatisierungswürdigkeit des Prozesses ist geklärt)

Block	Zielstellung	Aufgaben des Projektanten bzw. des wissenschaftlichen Gerätebaus	Beispiele einer Realisierung
1	Wandlung der vorgegebenen physikalischen Größe in eine elektrische Größe	<ul style="list-style-type: none"> — Auswahl geeigneter, verfügbarer Meßfühler — Eigenentwicklung bzw. Modifizierung bekannter Meßfühler 	
2	Signalübertragung ohne Informationsverlust und ohne Beeinträchtigung paralleler Übertragungskanäle	<ul style="list-style-type: none"> — Auswahl geeigneter, verfügbarer Übertragungsverfahren — im Spezialfall problemangepasste Eigenentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> — Gleichspannungsübertragung — frequenzanaloge Meßverfahren — Frequenzmodulationsverfahren zur Signalübertragung
3	Erfassung und Aufbereitung der Meßdaten <i>zentrale Konzepte:</i> Automatisierung aufwendiger, umfangreicher Langzeitroutineprozesse <i>dezentrale Konzepte:</i> Automatisierung ständig sich verändernder Forschungsprozesse bzw. bei hohen Anforderungen an die Flexibilität des Systems	<ul style="list-style-type: none"> — Auswahl eines geeigneten Instrumentierungs- und Interfacesystems — Projektierung auf der Basis eines Baukastensystems — Nutzung eines flexiblen modular aufgebauten Systems mit Linieninterface, in dessen Subsystemen auch einfache Interfaces benutzt werden können — Nutzung von Systemen mit Ketteninterfaces — Entwicklung und Bau von problemangepassten Subsystemen mit einfachem Interface 	<ul style="list-style-type: none"> — ursadat 4000 und 5000 (zentrale Konzepte) — CAMAC IEC-Bus ursadat 5000 (vorrangig für dezentrale Konzepte) — ESDM 31 (für dezentrale und zentrale Konzepte einsetzbar) — dezentrale Konzepte
4	Informationsverarbeitung Informationsspeicherung (Zielstellung ist anwendungsspezifisch)	<ul style="list-style-type: none"> — Zusammenstellung von Gerätesystemen mit und ohne Rechnerstrukturen — Prozeßrechnerereinsatzvorbereitung (Mikrorechner) 	s. Tafel 2
5	Programmsteuerung der Meßwert- erfassung und -verarbeitung Steuerung der Prozeßgrößen im Open-loop- oder Closed-loop- Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> — Entwicklung und Bau problemangepasster Hardware — Nutzung von flexiblen Mikrorechnersystemen — Prozeßrechnerereinsatzvorbereitung (Mikrorechner) 	s. Tafel 2
6	Aufbereitung der Steuersignale (s. a. Block 3)		



Tafel 2. Beispiele der Variantenvielfalt in den Blöcken 4 und 5 entsprechend Bild 2

Block	Zielstellung	Aufgaben	Beispiele einer Realisierung
4	Datenaufbereitung und -speicherung (Kodierung und Zuordnung) Datenreduktion und -speicherung mit festverdrahteter Auswerteeinheit Datenreduktion und -speicherung mit frei programmierbarer Auswerteeinheit	— Zusammenstellung und Porgammierung entsprechender Speicher — Nutzung spezifischer Geräte — Eigenentwicklungen — Zusammenstellung der peripheren Geräte — Nutzung kleinerer Rechner — Zusammenstellung peripherer Geräte und Software-Entwicklungen — bei technischer Notwendigkeit Projektierung hierarchischer Systeme	— Drucker, Lochstreifen, Magnetband — Fourier-Transformation — Klassiereinrichtung — Drucker, Lochstreifen, Magnetband — Meßwertrechner — programmierbare Tischrechner — Mikrorechner K 1510, K 1520 und ursadat 5000 — ursadat 5000 und Kopplung mit K 1600
5	vollständige Meßdatenverarbeitung auch unter Einschluß einer Modellierungsrechnung Erzeugung von Steuersignalen bei Vorgabe von Algorithmen bzw. Modellen und Verarbeitung der Istwerte im Prozeß	Entwicklung und Bau bzw. Nutzung von: — problemspezifischer Hardware — bedingt programmierbarer Hardware — frei programmierbarer Hardware (zusätzlich aufwendige Software-Entwicklung) — bei großer Komplexität der Aufgabenstellung Projektierung hierarchischer Systeme	— Realisierung mit konventionellen Schaltkreisen — Steuergerät ESDM 31 — 8-Bit-Mikrorechner, z. B. K 1510, K 1520, ursadat 5000, ursalog 5000 — ursalog 5000 und Kopplung mit K 1600
4 und 5	der Einsatz größerer Prozeßrechner vereinigt die Zielstellungen der Blöcke 4 und 5 mit dem Nachteil verringerter Systemzuverlässigkeit	Anlagenprojektierung und umfangreiche Software-Entwicklung bei einem zentralen Konzept	ursadat 4000 — PR 4000

Automatisierungssysteme herangezogen. Eine Übersicht der modernen DDR-Automatisierungssysteme ist in [3] enthalten. Lösungen von Detailproblemen werden in [4, 5] behandelt. Die Grundtendenz in der Automatisierungstechnik ist der Einsatz dezentraler Systemkonzeptionen. Umfangreiche und sehr komplexe Aufgabenstellungen werden mit hierarchischen Rechnersystemen gelöst [3].

4. Anforderungen an den wissenschaftlichen Gerätebau

Vor den Abteilungen Gerätebau in größeren wissenschaftlichen Einrichtungen und auch vor den Rationalisierungsabteilungen größerer Industriebetriebe steht heute das Problem, effektive Lösungen innerhalb eines breiten Spektrums an Forderungen zu realisieren. Für umfangreichere Systementwicklungen sowohl zentraler als auch dezentraler Konzepte sollte auf das System ursatron 5000 der DDR-Automatisierungsindustrie [3] orientiert werden. Besonders hervorzuheben sind dabei die Systeme ursadat 5000 und ursalog 5000. Bei strengen Echtzeitforderungen orientiert die Akademie der Wissenschaften auf das CAMAC-System. Mit dem Einsatz des Mikrorechners K 1520 und entsprechender Prozeßperipherie lassen sich kostengünstige, flexible und hocheffektive Systeme für die in der Forschung typischen dezentralen Konzepte realisieren. Eine notwendige Voraussetzung für eine derartige Strategie bildet allerdings auch der günstige Zugriff zu einem Entwicklungssystem für den K 1520.

5. Systemlösungen unter Verwendung von Baukastenentwicklungen

Im folgenden wird gezeigt, wie unter Verwendung eines bestimmten Standardbaugruppenprogramms effektive Systemlösungen im Rahmen eines wissenschaftlichen Gerätebaus erarbeitet und genutzt werden können. Entsprechend Bild 2 sind die notwendigen Baugruppen als Industrieprodukt, als Nachnutzung oder als Eigenentwicklung zu beschaffen bzw. zu bauen. Bei einer Nachnutzung sollte man vorher kritisch die eigenen technologischen Möglichkeiten in Betracht ziehen. Im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock wurde unter Berücksichtigung der spezifischen Forderungen in der Agrarforschung ein Baugruppenprogramm auf EGS-Basis und mit einem SI 1.2 Interface entwickelt. Grundanforderungen an das System waren:

- Anwendungsorientierung auf stationäre automatische Meßdatenverarbeitungssysteme
- modulares Konzept
- Orientierung auf den Mikrorechner K 1520
- Analogeingabe über Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) mit integrierenden Eigenschaften zur Erzielung einer hohen Störfestigkeit
- Anwendungsorientierung auf biologische Systeme mit Abtastraten ≤ 10 Werté/s
- universelle Verwendung in der Einzelgeräte- und Systemfertigung bei wahrfreier Möglichkeit der Off-line- oder Online-Rechnerkopplung.

Das realisierte Baukastensystem besteht aus folgenden Baugruppen:

- universeller Meßverstärker (Differenzverstärker-Eingang) und Filterbaugruppe
- Meßstellenumschalter auf Relaisbasis
- integrierender A/D-Wandler (Integrationszeiten zwischen 0,1 s und 100 s einstellbar; maximale Umsetzbreite 14 Bit)

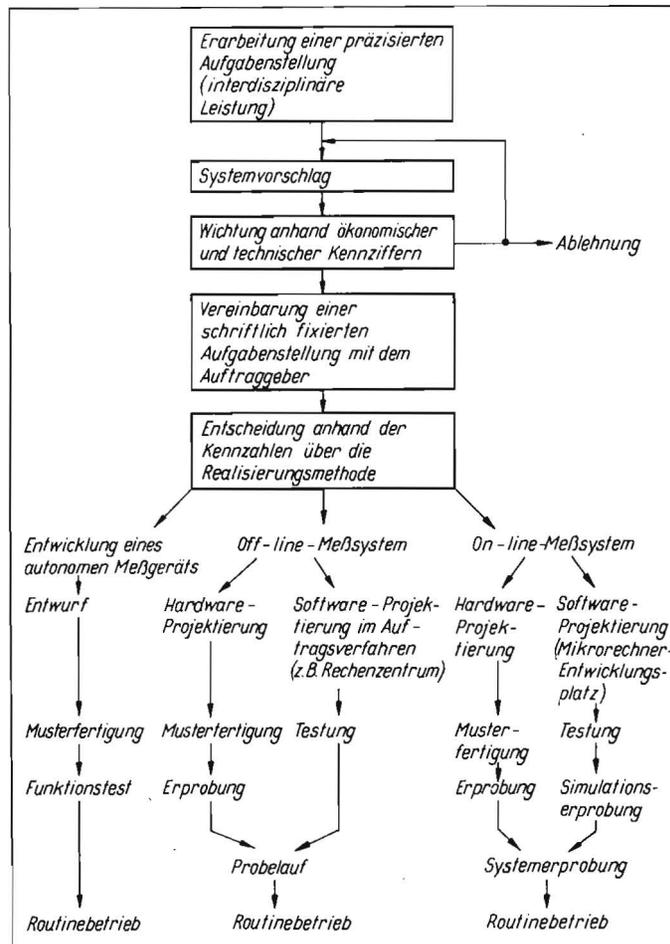


Bild 4
Schema einer Projektbearbeitung

- achtstellige Zählerbaugruppe
- kaskadierbarer Parallel-Serien-Wandler (P/S-Wandler) für die Meßdatenausgabe in serieller Form, z. B. auf Lochstreifen oder Magnetband
- Zeitgeber (Zeit- und Taktausgänge)
- Byte-Interface-Baugruppe (PIO) für K-1520-Kopplung (diese Baugruppe ist als K-1520-Systemkarte ausgeführt)
- 2 × 10 Bit-D/A-Wandler (als K-1520-Systemkarte ausgeführt)
- Stromversorgung (dreifach)
- Digitalwert Ein- und Ausgabereinheit für Steuerungsaufgaben (noch in Entwicklung).

Eine grafische Übersicht ist im Bild 3 enthalten. Variante 3 befindet sich derzeit noch in der Entwicklungsphase. Sie dürfte aufgrund der Forderung der Agrarforschung nach mobilen Datenerfassungssystemen ständig an Bedeutung gewinnen, vor allem in einer Konzeption mit abgesetzten Spannungs-Frequenz-Wandlern. Mit einem derartigen Baukastensystem wird der Entwicklungsingenieur im wissenschaftlichen Gerätebau in die Lage versetzt, effektive Systemlösungen für Off-line- und On-line-Anwendungen in vertretbaren Zeiträumen zu projektieren.

Diese Baugruppen werden im Forschungszentrum für Tierproduktion für den Eigenbedarf in einer Kleinserie gefertigt und ermöglichen den Entwicklungsingenieuren den Übergang zu einer projektierenden Arbeitsweise. Im Jahr 1982 erfolgt eine Nachnutzung der Entwicklung in den anderen Forschungszentren der AdL. Besondere problemspezifische Anforderungen lassen sich durch im Aufwand vertretbare Modifikationen bzw. Adaptionen realisieren. Neben der Geräteprojektierung stehen jetzt zunehmend Software-Fragen im Vorder-

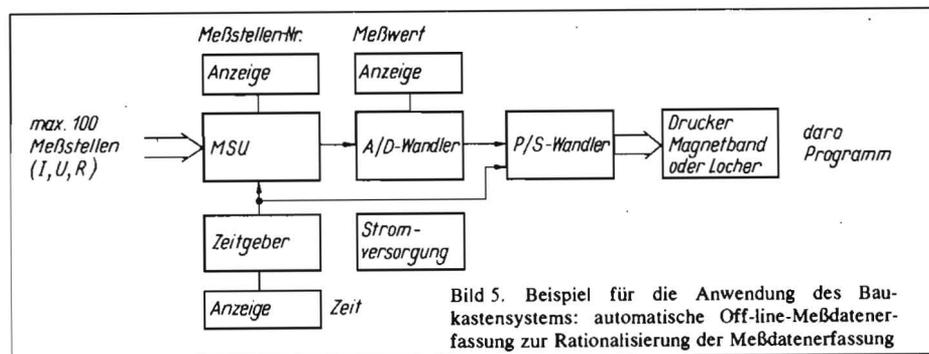


Bild 5. Beispiel für die Anwendung des Baukastensystems: automatische Off-line-Meßdatenerfassung zur Rationalisierung der Meßdatenerfassung

grund. Diese können effektiv unter Einsatz eines Mikrorechner-Entwicklungssystems und unter Verwendung von Cross-Software für vorhandene Kleinrechner (z. B. KRS 4200) gelöst werden. Ähnliche Lösungswege wie bei der Hardware-Projektierung sollten auch bei der Software-Entwicklung besprochen werden (Entwicklung multivalent nutzbarer Systembausteine). Bei der Auftragsbearbeitung (Bild 4) ist besonders die Notwendigkeit der Parallelarbeitsphase bei der Software- und Hardware-Entwicklung zu beachten. Ein Beispiel für die Anwendung des Baukastensystems ist im Bild 5 dargestellt.

6. Zusammenfassung

Im Beitrag wurden die Probleme beim Einsatz von Mikrorechnern im wissenschaftlichen Gerätebau genannt und Varianten effektiver Lösungswege gezeigt. Dabei wurde die Baukastensystemlösung des Forschungszentrums für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock für Anwendungen in automatischen Meßsystemen und in der Prozeßperipherie von Mikrorech-

nern (Orientierung auf K 1520) dargestellt. In diesem Zusammenhang gewinnt die Software-Entwicklung eine immer größere Bedeutung für die Projektierung hocheffektiver Meßsysteme.

Literatur

- [1] Busch, K.; Lübcke, J.; Dyhrenfurth, K.: Der Eigenbau wissenschaftlicher Geräte für die Agrarforschung. agrartechnik 30 (1980) H. 8, S. 368—371.
- [2] Meiling, W.; Töpfer, H.; Horig, H.-J.: Laborautomatisierung. Vortrag auf der Jahrestagung der WGMA 1980, Automatisierungstechnik.
- [3] Töpfer, H.; Fuchs, H.; Willem, H.: Moderne gerätetechnische Mittel und ihre Konsequenzen für neue Automatisierungskonzepte. msr 23 (1980) H. 1, S. 2—10.
- [4] Naumann, G.; Meiling, W.; Stscherbina, A.: Standard-Interfaces der Meßtechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1980.
- [5] Schwarz, W.; Meyer, G.; Eckhardt, D.: Mikrorechner. Berlin: VEB Verlag Technik 1980.

A 3169

Optische Meßeinrichtungen zur Bestimmung geometrischer Größen

Dr.-Ing. P. Oberländer, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

1. Einleitung

Die Erhöhung von Leistung und Effektivität mobiler Aggregate für die landwirtschaftliche Produktion erfordert zunehmend den Einsatz von Automatisierungsmitteln. Als wichtige Aufgaben sind hierbei, wie die Entwicklung der letzten Jahre gezeigt hat, Probleme der automatischen Führung an Leitlinien sowie die Positionierung von Fahrzeugen zueinander (z. B. bei der Erntegutübergabe) zu lösen, da durch die Vervollkommnung der Aggregate und Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeiten die physische und psychische Leistungsgrenze des Bedienpersonals erreicht bzw. bereits überschritten ist. Das hat zur Folge, daß die Maschinenparameter über die volle Arbeitszeit nicht mehr maximal genutzt werden können [1]. Obwohl in der Literatur bereits eine Vielzahl technischer Lösungsvarianten, vor allem zur automatischen Lenkung, vorgestellt wurde, ist die Anzahl der großtechnisch realisierten Lösungen gering und beschränkt sich überwiegend auf mechanisch-hydraulische und mechanisch-elektrohydraulische Varianten. Gründe hierfür sind u. a.:

- nicht ausreichende Funktionssicherheit unter den Bedingungen des landwirtschaftlichen Betriebs
- prinzipbedingte Funktionsfähigkeit nur bei Fahrgeschwindigkeiten $v < 6 \text{ km/h}$
- zu hohe Kosten.

Technische Probleme ergeben sich bezüglich der Meß- und Stelleinrichtungen, während die Informationsverarbeitung mit Hilfe handelsüblicher Bauelemente und Baugruppen durchgängig lösbar ist.

Für die Meßwertfassung ermöglichen optische Meßsysteme kostengünstige und nach ersten Erfahrungen auch für den praktischen Betrieb einfach realisierbare Geräte. Im Rahmen dieses Beitrages sollen deshalb einige grundsätzliche Varianten und Möglichkeiten optischer Meßeinrichtungen diskutiert werden.

2. Varianten optischer Meßsysteme

Als Grundprinzipien sind vorzugsweise die Erfassung von Intensitätsmaxima und die Erfassung von Übergängen mit unterschiedlichem Reflexionsgrad ρ geeignet.

Analog arbeitende Meßeinrichtungen, d. h. z. B. eine absolute Erfassung der Leuchtdichte, sind aufgrund der hohen Verschmutzungsgefahr im Betrieb nicht geeignet. Eine Laufzeitbestimmung optischer Signale im Bereich von Entfernungen weniger Meter ist derzeit noch zu kostenaufwendig und kommt deshalb nur für Sicherheitssysteme (Abstandswarnung) bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Maschinen (größere Entfernungen) in Betracht. Die für optische Meßeinrichtungen verwendbare Strahlung umfaßt das gesamte Spektrum des sichtbaren Lichtes und den Infrarotbereich. Hierfür sind auch handelsüblich geeignete optoelektronische Bauelemente vorhanden. Für die Signalgewinnung stehen zur Verfügung:

- Farbmarkierungen an Fahrzeugen (z. B. Positionserfassung zwischen Erntemaschine und Transportfahrzeug für die Gleichlaufregelung während der Erntegutübergabe [2])
- künstliche Leitlinien (z. B. mechanische Spurrillen, Schaumspuren)
- natürliche Leitlinien (z. B. Bearbeitungs-