

1. Problemstellung

Die quantitativen und qualitativen Anforderungen an landwirtschaftliche Prozesse sind heutzutage wesentlich erhöht. Demgegenüber ist es eine Tatsache, daß der Automatisierungsgrad in der Landwirtschaft im Vergleich zur Industrie gering ist. Die Ursachen dafür sind einerseits historisch begründet, zum anderen liegen sie an den Besonderheiten, die landwirtschaftliche Prozesse von Produktionsprozessen in der Industrie unterscheiden.

Trotz dieser Besonderheiten,

- es handelt sich um Wachstumsprozesse biologischer Objekte,
- die Nutzung des Hauptproduktionsmittels Boden geschieht größtenteils dezentral und unter Wachstumsbedingungen, die zufälligen Charakter haben,

besteht das Bedürfnis, nicht nur Teilprozesse, sondern ganze Anlagen oder landwirtschaftliche Produktionsprozesse zentral zu steuern, so daß die verlangten Ziele erreicht werden.

Mit der Handsteuerung kann man solche komplizierten Aufgaben nicht lösen, da ihr Wirkungsgrad aufgrund der Unvollkommenheit des Gedächtnisses und des Fehlens schneller Auswertemöglichkeiten begrenzt ist. Der Einsatz sogenannter klassischer, aber trotzdem investitionsintensiver Automatisierungsmittel erscheint nur in begrenztem Umfang berechtigt, wenn man bedenkt, daß Prozeßrechner zur Verfügung stehen, die aufgrund ihrer Universalität und der Fähigkeit, automatisch zu messen, zu speichern, zu rechnen und zu steuern, den konventionellen BMSR-Einrichtungen überlegen sind. Es ist deshalb notwendig, sich mit Fragen der Einsatzmöglichkeiten von Prozeßrechnern zur Steuerung landwirtschaftlicher Prozesse zu befassen und erfolgversprechende Einsatzgebiete abzugrenzen /1/.

In diesem Beitrag werden nur die Zweige

- Feld- und Grünlandwirtschaft
- industrielle tierische Produktion

auf Einsatzmöglichkeiten von Prozeßrechenanlagen untersucht. Möglichkeiten der Prozeßsteuerung in der Gewächshausproduktion werden u. a. in /2/ aufgezeigt.

2. Grundlagen und Grundgedanken

2.1. System, Signal, Prozeß

Durch die Kybernetik ist der Begriff des Systems präzisiert und definiert worden: Ein System besteht aus einer Menge von Elementen, zwischen denen Relationen (Beziehungen) bestehen. Art und Menge der Relationen machen die Struktur des Systems aus /3/ /4/. Jedes Systemelement hat mindestens einen Eingang (Input) oder einen Ausgang (Output). Statt der Elemente können sich aber auch Teilsysteme zu einem größeren Gesamtsystem zusammenfügen bzw. sie können zusammengefügt werden. Dabei spielen die Teilsysteme in der Struktur des Gesamtsystems die gleiche Rolle wie die Systemelemente.

Die Klassifizierung allgemeiner Systeme läßt sich nach verschiedenen Gesichtspunkten vornehmen. Wir können z. B. zwischen geschlossenen und offenen Systemen unterscheiden.

Bei geschlossenen Systemen sind die Inputs all ihrer Elemente oder Teilsysteme zugleich Outputs anderer Elemente bzw. Teilsysteme des gleichen Systems. Solche Systeme haben praktisch keine Bedeutung, wenn wir nicht die Möglichkeit einer Kommunikation mit der Umwelt einräumen. Unter dieser Voraussetzung können wir z. B. als geschlossenes System die Teilsysteme Boden — Pflanze in einem

Phytotron bezeichnen. Ein anderer Betrachtungsmodus wäre der, die Teilsysteme Boden — Pflanze als abgeschlossenes offenes System zu bezeichnen. Diese Benennung kommt dem Vorstellungsvermögen näher, denn offene Systeme sind solche, die Elemente oder Teilsysteme enthalten, deren Inputs und Outputs nicht ausschließlich mit anderen Elementen oder Teilsystemen des Systems gekoppelt sind. Die einseitig gekoppelten Teilsysteme bezeichnen wir als Randteilsysteme, die Input und Output des Gesamtsystems bilden. Beim System Boden — Pflanze sind sowohl Boden als auch Pflanze Input-Teilsysteme, währenddessen wir zweckmäßig nur die Pflanze als Output-Teilsystem betrachten.

Diese Ausführungen zeigen bereits, daß Systembetrachtungen, speziell Systemabgrenzungen, relativ sind. Systeme sollen nach dem Prinzip der Zweckmäßigkeit, d. h. einem bestimmten Ziel entsprechend abgegrenzt werden.

Ein System kann niemals losgelöst von den Signalen betrachtet werden, die auf seine Inputs wirken bzw. an seinen Outputs erscheinen.

Unter einem Signal versteht man den zeitlichen Verlauf einer physikalischen Größe, wenn dieser Verlauf einen Parameter besitzt, der die zu signalisierende Größe abbildet /5/. Als Beispiel zeigt Bild 1 ein kontinuierliches analoges Signal.

$S_1(t)$  zeitlicher quantitativer Verlauf der Lichtintensität eines Tages

und ein diskontinuierliches analoges Signal

$S_2(t)$  zeitlicher Verlauf der Wassergabe einer Regnergruppe.

Der Informationsparameter ist im zuerst genannten Fall die Signal-Amplitude, wobei hier der zeitliche Verlauf des Informationsparameters  $J$  mit dem Signal identisch ist, der des Signals  $S_2(t)$  der Zeitabstand zwischen den Regengabeimpulsen.

Betrachten wir die Wirkung der im Bild 1 dargestellten Signale auf die Inputs eines allgemeinen Boden-Pflanze-Systems, wie es Bild 2 zeigt, können wir als Prozeß bezeichnen:

- das zeitliche Verhalten der Signale  $S_1(t)$  und  $S_2(t)$  an sich,
- den zeitlichen Verlauf der Auswirkungen der Signale auf die Systemstruktur bzw. das Systemverhalten, repräsentiert durch den zeitlichen Verlauf des betrachteten Signals  $S_A(t)$  am Output des Systems.

Allgemein können wir sagen, daß ein Prozeß immer den Vorgang einer Veränderung beinhaltet, d. h., die Eigenschaften von Signalen und Systemen werden durch zeitliche Verläufe bzw. Vorgänge, durch Prozesse charakterisiert. Als Prozeßparameter werden dabei alle Signale und Systemzustände (Struktur, Strukturveränderungen) bezeichnet, die das bzw. die betrachteten Ausgangssignale  $S_A(t)$  beeinflussen. Für einen äußeren Betrachter treten Prozeßparameter immer als Signale in Erscheinung.

Die Klassifizierung von Prozessen geschieht nach verschiedenen Merkmalen. Dabei dominieren entweder bestimmte Eigenschaften der Signale oder des Systems. In der folgenden Übersicht sind dafür einige Beispiele zusammengestellt.

Signaleigenschaften	Systemeigenschaften
stochastisch	natürlich
— determiniert	— künstlich
kontinuierlich	physisch
— diskontinuierlich	— psychisch

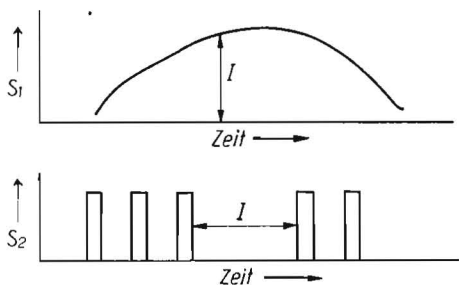


Bild 1. Signalbeispiele  
 - kontinuierliches analoges Signal  
 - diskontinuierliches analoges Signal

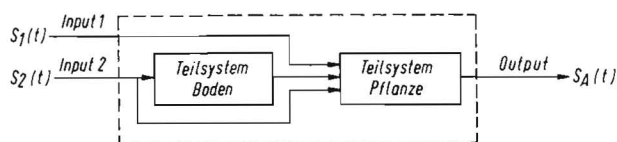


Bild 2. Beispiel für die Abgrenzung eines Boden-Pflanze-Systems

## 2.2. Prozeßrechner

Im Rahmen dieses Beitrages ist es nicht möglich, Aufbau und Funktionsweise von Prozeßrechnern tiefgründig zu beschreiben. Entsprechende Fachliteratur [6/ 7/ 8/ 9/ liegt vor.

Bild 3 zeigt im Blockschaltbild den speziellen Aufbau einer Prozeßrechenanlage: Kernstück des Prozeßrechners ist die Zentraleinheit, der eigentliche Rechner der Anlage. Dieser Rechner unterscheidet sich in seiner Struktur und seinen Befehlen nur wenig von Digitalrechnern, die als wissenschaftlich-technische Rechner oder als Zentraleinheit von Datenverarbeitungsanlagen benutzt werden. Die Zentraleinheit muß aber über zusätzliche Einrichtungen verfügen, die ermöglichen, daß die Abarbeitung der Programme mit dem zeitlichen Verlauf eines Prozesses Schritt hält bzw. spezielle Programme bei bestimmten Prozeßbedingungen abgearbeitet werden.

Eine solche Betriebsweise heißt Echtzeitverarbeitung (real-time-Verarbeitung). Die dafür notwendigen Zusatzeinrichtungen

- Echtzeituhr,
  - Programmunterbrechungs- und Vorrangsystem
- gestatten es,
- zeitabhängig,
  - bedienungs- und rangabhängig

Programme zu unterbrechen und andere zu starten. Die rechnerinterne Organisation der prozeßgerechten Programmabarbeitung führt in allen anderen Programmen überge-

ordnetes Regie- und Steuerprogrammssystem, das sich dabei der genannten Zusatzeinrichtung bedient.

Hauptbestandteil der Meßwerterfassungseinheit ist ein Meßstellenumschalter. Über diesen kann von der Zentraleinheit durch Programm ein bestimmter Meßwerterfassungskanal angewählt werden. Zum Zeitpunkt der Auswahl wird der Momentanwert des an der Meßeinrichtung anliegenden Signals von der Meßwerterfassungseinheit übernommen, in eine binäre Information umgewandelt und zur Zentraleinheit transportiert.

Eine kontinuierliche Signalbeobachtung mit einem Prozeßrechner ist somit nicht möglich, jedoch eine schnelle zyklische Meßstellenabfrage. Die Meßwerterfassungseinheit ermöglicht den Empfang von analogen Meßwerten und Impulsen, aber auch von binären Informationen (Schalterstellungen).

Über die Steuerwertausgabereinheit können binäre (Kontaktkombinationen) und analoge Stellwerte für Steuer- und Regeleinrichtungen ausgegeben werden. Es existieren verschiedene Ausgabekanäle, die von der Zentraleinheit durch ein Steuerwertausgabeprogramm angewählt werden können. Danach wird der Steuervert in binärer Form von der Zentraleinheit zur Ausgabereinheit übertragen, wenn gefordert, in einen analogen Wert umgewandelt und ausgegeben. Die Umwandlung binärer Zahlen in analoge Werte und umgekehrt geschieht mit einem Digital-Analog-Umsetzer (DAU) bzw. mit einem Analog-Digital-Umsetzer (ADU).

In der DDR gibt es z. Z. den Prozeßrechner PR 2100 [10/]. Ein leistungsfähigeres Nachfolgesystem befindet sich in Entwicklung.

## 2.3. Prozeßanalyse

Prozeßanalyse ist ein komplexer Begriff, der, aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet, auch verschiedene Vorstellungen zur Methodik hervorruft. Es ist von Bedeutung, unter welchen Motiven eine Prozeßanalyse durchgeführt wird.

Im Rahmen einer allgemeinen Forschung ist es nicht vermeidbar, daß sowohl wesentliche, als auch für eine spezielle Prozeßführungsaufgabe unwesentliche Teilgebiete gleichrangig erforscht werden.

Für eine Prozeßsteuerung interessieren nur spezielle, den Prozeß charakterisierende Relationen, die zwischen den Elementen eines Systems oder zwischen Systemen bestehen. So ist es effektvoller, mit z. T. trivialen Methoden Aufgaben für eine Prozeßsteuerung zu finden und sich danach auf die Entwicklung bestimmter, aus den formulierten Aufgaben resultierender Modelle und Algorithmen zu konzentrieren.

Ziel der Prozeßsteuerung ist es, nach den ermittelten Zusammenhängen den Prozeß so zu steuern, daß eine oder mehrere Prozeßausgangsgrößen in Abhängigkeit von den Prozeßparametern optimal werden. Kernstück der Steueralgorithmen ist eine Zielfunktion. Zielgrößen sind meist

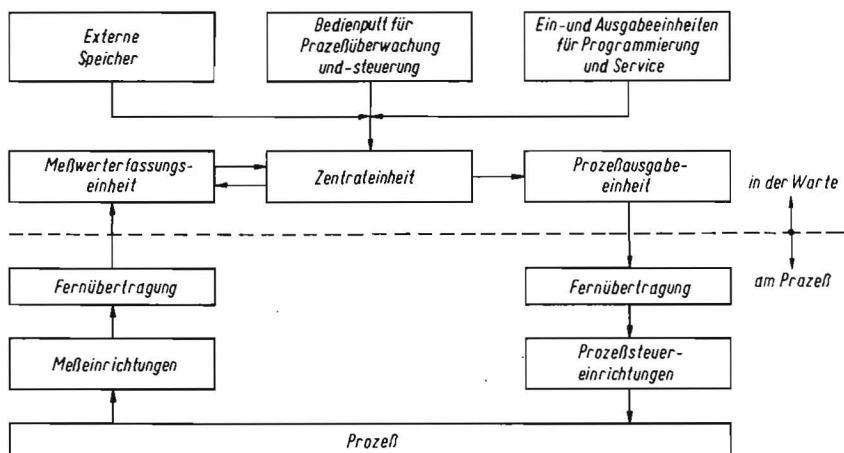


Bild 3  
 Baueinheiten einer Prozeßrechenanlage

	Signale	Systemgrößen
beeinflussbar		
nicht beeinflussbar		
technische Meßmöglichkeiten		
technische Steuermöglichkeiten		

Bild 4. Hilfsschema zur Aufgabenabgrenzung für eine Prozeßanalyse

Qualität und Quantität des Endproduktes, z. B. Ertrag, Milchleistung, Fettgehalt.

Um Aufgaben für eine sinnvolle Prozeßsteuerung zu finden, ist es notwendig, die Prozesse auf folgende Gegebenheiten zu untersuchen:

- welche beeinflussbaren und nichtbeeinflussbaren Signale und Systemgrößen,
- welche technischen Meßmöglichkeiten (Geber) dafür und
- welche technischen Möglichkeiten der Einflußnahme (Stelleinrichtungen) auf die Prozeßparameter existieren.

Aus den Antworten auf diese Fragen kann bereits eine erste gerätetechnische und funktionelle Einsatzkonzeption mit Forderungen nach bestimmten Algorithmen entworfen werden.

In Anlehnung an die im Abschnitt 2.1. gegebene Prozeßdefinition können wir die Prozeßanalyse in

- Signalanalyse und
  - Systemanalyse
- untergliedern /11/.

Beziehen wir die vorher formulierten Fragen auf die zwei Bereiche der Prozeßanalyse, so ergibt sich als Hilfsmittel für die Aufgabenabgrenzung das im Bild 4 dargestellte Schema.

Aus der Beeinflussbarkeit der Prozeßparameter resultiert die weitere Frage nach einer zweckentsprechenden Systemabgrenzung: Wir bezeichnen alle landwirtschaftlichen Systeme als offene Systeme, die entweder abgeschlossen (industrielle tierische Produktion) oder nicht abgeschlossen (Feld- und Grünlandwirtschaft) sein können.

Im allgemeinen ist die Prozeßanalyse der erste Schritt, der bei der Einsatzvorbereitung eines Prozeßrechners getan werden sollte. Eine Prozeßanalyse kann in der Landwirtschaft auch vorteilhaft und beschleunigt durch den sinnvollen Einsatz eines Prozeßrechners selbst durchgeführt werden. Eine zeitlich begrenzte Meßwerterfassung und gezielte Verarbeitung der Meßwerte bzw. ein durch die Programmierung mögliches adaptives Verhalten des Prozeßrechners bieten dafür die Voraussetzungen.

#### Literatur

- /1/ —: Perspektive: Prozeßsteuerung in der Landwirtschaft. Rechen-technik, Datenverarbeitung (1969) H. 3, S. 24
- /2/ HEISSNER: Steuerung äußerer Einflußgrößen zur Optimierung des Pflanzenwachstums in Gewächshäusern. msr (1969) H. 4, S. 53 bis 56
- /3/ KLAUS, G.: Kybernetik in philosophischer Sicht. Berlin: Dietz Verlag 1965
- /4/ KLAUS, G.: Wörterbuch der Kybernetik. Berlin: Dietz Verlag 1967
- /5/ TGL 14 591 Gruppe 375
- /6/ PANKALLA, H.: Aufbau und Einsatz von Prozeßrechenanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1968
- /7/ HOTES, H.: Digitalrechner in technischen Prozessen. Berlin: Walter de Gruyter 1967
- /8/ EICHNER, G.: Einsatzplanung einer Prozeßsteueranlage. msr (1970) H. 9
- /9/ HOLLNAGEL: Zur Problematik der Prozeßrechnerprogrammierung. Rechentchnik, Datenverarbeitung (1968) H. 4
- /10/ Komb. Robotron Zentralvertrieb; Betriebsdatenverarbeitungsanlage PR 2100
- /11/ STROBEL: Systemanalyse mit determinierten Testsignalen. Berlin: VEB Verlag Technik 1968 A 8281/1

(Fortsetzung folgt)

(Fortsetzung von Seite 168)

Inbetriebnahme und Bedienung sind unkompliziert. Die elektrische Steuerung befindet sich in einem Schaltschrank. Hauptschalter und Vakuumerzeuger werden durch Taster geschaltet. Manometer und Vakuummeter zeigen die Betriebsdrücke an. Für das Melken ist ein präpariertes Gummieuter vorgesehen. Der Spülvorgang kann original nachgebildet werden. Das Melkzeug wird auf die Spülaufnahme gesteckt und der Schlauchhahn am Recorder steht in Mittelstellung. Für die Gebrauchslösung werden etwa 20 l Wasser benötigt. Das Spülprogramm ist so aufgebaut, daß sowohl das kombiniert wirkende Mittel „Trosilin kombi“ als auch das sauer reagierende Mittel „Purin st“ verwendet werden können. Die Melkautomatik liegt nach Betätigen des Hauptschalters an der Betriebsspannung. Die Handhabung erfolgt wie am Original. Nach Abnahme des Melkzeuges vom Melkzeughaken schaltet sich das Programm ein. Es verbleibt eine Verzugszeit von 12 s, um das Melkzeug anzusetzen, bevor das Melkprogramm abläuft.

Ausbildungsziel bei der Arbeit am Melktrainer soll es sein, die Fachkräfte zu befähigen, den funktionellen Zusammenhang neuartiger Melksysteme zu erkennen, um jederzeit in die komplizierten Vorgänge eingreifen zu können. Um aber solche Anlagen, die im zunehmenden Maße mit elektrischen und pneumatischen Steuergeräten ausgerüstet werden, in Betrieb halten zu können, sind umfangreiche Kenntnisse über moderne Steuergeräte sowie in den Spezialgebiete

ten Elektrotechnik und Regelungstechnik erforderlich. Deshalb ist die Frage der Kaderausbildung in der Landwirtschaft kein Randproblem.

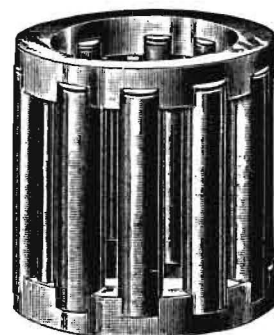
Dem Ziel, mit neuen Methoden eine neue Generation von Fachkräften für die Landwirtschaft heranzubilden, dient der „impulsa Melktrainer“.

A 8283

## Walzenkränze für Transportgeräte Förderanlagen usw.



Geringe Einbauhöhe  
Zeitsparende Montage  
Hohe Belastungsfähigkeit



**Valentin Schleicher KG**  
608 Schmalkalden  
(Thüringen)  
Telefon: 2806