

einen einheitlichen Service für die Landwirtschaft — mit Spezialisten für die BMSR-Technik im Gartenbau — schrittweise einzuführen gestatten.

Literatur

- [1] ULBRICHT, W.: Die gesellschaftliche Entwicklung in der DDR bis zur Vollendung des Sozialismus; Schlußansprache, Rede auf dem VII. Parteitag der SED, Dietz-Verlag Berlin, 1967, S. 5 bis 303
- [2] GRUNER, W.: Probleme der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landwirtschaft; Sitzungsbericht DAL, Bd. XV, H. 2, Berlin (1966)
- [3] SEIDEL, E.: Gedanken zum VII. Parteitag; Deutsche Gärtnerpost 19 (1967) Nr. 12, S. 1
- [4] HORNAUER, W.: Industrielle Automatisierungstechnik; VEB Verlag Technik Berlin 1962; 4. Aufl.

- [5] WIEDMER, H.: ND vom 22. Juli 1967
- [6] LORENZ, H.: Bericht über die Anwendung der Regeltechnik in 14 überprüften Gewächshauswirtschaften. Manuskript Zentralstelle für wirtschaftliche Energieanwendung, Außenstelle Rostock-Schwerin; 29. Nov. 1966
- [7] OLBRICHT, D.: Untersuchungen zur ökonomischen Entwicklung der GPG Nauen. Institut für Gärtnerische Betriebsökonomik der Humboldt-Universität zu Berlin, Übungsaufgabe 6. März 1967
- [8] FÖRTSCH, CH.: Möglichkeit der Steuerung und Regelung von Heizung und Lüftung in Gewächshäusern und Anwendung der Regeltechnik im Gartenbau; iga-Broschüre 1966
- [9] RADONS, S.: Regeltechnik und deren Kosten. Dtsch. Gärtnerpost 17 (1965) Nr. 25, Beilage, S. 5 bis 8
- [10] BAKKER, D./VEEN, J. VAN: Automatische Lüftung. De tuinderij (1967) Nr. 7, S. 88 bis 91
- [11] O. A.: Auszug von „Kosten per Jaar von de elektrischmechanische Kasluchting in venlo — Kassen (Ecnzijdige Luchting) per 100 m² Kasoppervlakte“ A 7027

Probleme der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik

Dipl.-Ing. F. RITZMANN, KDT*

Wie in zahlreichen anderen Zweigen unserer Volkswirtschaft werden seit geraumer Zeit auch in der Landtechnik Anstrengungen unternommen, technische Einrichtungen durch die Anwendung von Elementen der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik zu vervollkommen. In den folgenden Ausführungen sollen einige besondere Probleme behandelt werden, die sich aus der Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik ergeben.

Die Begriffe und Benennungen der Steuerungs- und Regelungstechnik sind in TGL 14 591 [1] festgelegt; sie sollen daher hier nicht wiederholt werden. Außerdem sei auf die in das Gebiet der Steuerungs- und Regelungstechnik einführende Literatur [2] [3] [4] sowie die in den Heften 7 bis 10 veröffentlichte Aufsatzfolge zu diesem Problem verwiesen.

1. Aufgaben der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik

Das Ziel der Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik ist die komplexe Mechanisierung und teilweise Automatisierung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse. Steuerungs- und Regelungseinrichtungen sollen in der Landtechnik dazu beitragen, den Anteil an lebendiger Arbeit in der landwirtschaftlichen Produktion zu verringern; vor allem sollen sie den Menschen von monotoner und von körperlich schwerer Handarbeit befreien und weitere Arbeiten erleichtern. Weiterhin sollen sie solche Arbeiten ermöglichen, die auf Grund der begrenzten Leistungsfähigkeit der menschlichen Sinnesorgane vom Menschen nicht oder nur unvollkommen verrichtet werden können.

Zwei Beispiele sollen das verdeutlichen:

In der Rübenpflege muß eine Bedienungsperson laufend die Lage der Arbeitswerkzeuge in bezug auf die Rübenreihe beobachten und bei Abweichungen von der geforderten Lage entsprechende Lenkkorrekturen vornehmen. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist durch die Reaktionsfähigkeit der Bedienungsperson nach oben begrenzt. Wird sie überschritten, sind Beschädigungen der Pflanzen die Folge. Erst eine automatisch arbeitende Abtasteinrichtung, die schneller auf Abweichungen aus der Sollstellung reagiert als der Mensch, ermöglicht eine weitere Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit.

Ein Mähdrescher arbeitet nur bei einem bestimmten Durchsatz optimal. Ist der Durchsatz zu niedrig, wird die Motorleistung des Mähdreschers nur ungenügend ausgenutzt, und die Maschine arbeitet unwirtschaftlich. Ist dagegen der Durchsatz zu hoch, steigen die Körnerverluste im Dreschwerk und im Schütler stark an. Der Durchsatz hängt u. a. von der Arbeitsbreite, der Bestandesdichte, der Schnitthöhe und der Fahrgeschwindigkeit ab. Der optimale Durchsatz wird außerdem von verschiedenen Größen, wie Gutart, Feuchtigkeit,

Grüngutbeimengungen u. a. m., beeinflußt. Setzt man eine konstante Arbeitsbreite und konstante Schnitthöhe voraus und fordert einen konstanten Durchsatz, so können Schwankungen in der Bestandesdichte durch entsprechende Änderungen der Fahrgeschwindigkeit ausgeglichen werden. Der Mähdreschfahrer kann jedoch nur nach subjektiven Erfahrungen schätzen, aber nicht exakt bestimmen, ob seine Maschine im optimalen Bereich arbeitet. Eine automatische Regeleinrichtung kann hingegen den optimalen Durchsatz auf Grund objektiver Meßwerte überwachen und in bestimmten vorgegebenen Grenzen einhalten.

2. Besondere Einsatzbedingungen in der Landwirtschaft

Trotz langjähriger Untersuchungen steht die Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik noch am Anfang. Die Ursache dafür ist u. a. in den besonderen Einsatzbedingungen in der Landwirtschaft zu suchen, die zusätzliche Schwierigkeiten mit sich bringen und zusätzliche Forderungen an die Bauelemente der Steuerungs- und Regelungstechnik stellen.

Diese besonderen Einsatzbedingungen sind:

- a) große Temperaturschwankungen, besonders bei Feldeinsatz;
- b) die Geräte müssen so ausgeführt sein, daß die Funktion auch bei Regen noch einwandfrei gewährleistet ist;
- c) große Aggressivität der Umgebung (z. B. Ammoniak in der Stallluft) oder der verarbeiteten Materialien (z. B. Mineraldünger);
- d) starke Einwirkung von Staub, Sand, Spreu oder anderen Verunreinigungen;
- e) erhebliche Erschütterungen bei Einsatz in fahrbaren Maschinen;
- f) saisongebundener Einsatz; d. h. die Automatisierungsmittel müssen auch nach längeren Einsatzpausen unter ungünstigen Abstellbedingungen noch voll funktionssicher sein. Außerdem wirkt sich eine kurze jährliche Einsatzzeit ungünstig auf die Wirtschaftlichkeit der Automatisierungsmittel aus.
- g) Umgang mit lebender Materie, die in ihren biologischen Eigenschaften nicht geschädigt werden darf;
- h) Ungleichförmigkeit des landwirtschaftlichen Mediums, das im allgemeinen die Meßgröße zur Auslösung des Regelungsvorgangs liefern muß (z. B. Bestandesdichte von Getreide, Verlauf der Pflanzenreihe);
- i) Bedienung vorwiegend durch angelernte Arbeitskräfte, die auch die Wartung und Pflege sowie die Behebung kleinerer Störungen zum Teil unter Feldbedingungen durchführen müssen.

Betrachtet man die z. Z. in der Industrie eingesetzten Automatisierungsmittel, so kann man feststellen, daß sie meist einigen der vorgenannten Besonderheiten nicht gerecht werden.

Im folgenden Abschnitt sollen einige Anwendungsbeispiele von Elementen der Steuerungs- und Regelungstechnik in landwirtschaftlichen Maschinen und Anlagen genannt werden.

* Technische Universität Dresden, Institut für Landmaschinen-technik (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRUNER)

Es ist zu betonen, daß es sich dabei überwiegend um Versuchsmaschinen und Versuchsanlagen aus verschiedenen Ländern, aber nur in wenigen Fällen um serienmäßig hergestellte Maschinen und Anlagen handelt.

3. Beispiele für die Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Landtechnik

Grundsätzlich muß zwischen der Anwendung in stationären und fahrbaren Maschinen bzw. Anlagen unterschieden werden.

3.1. Anwendung in stationären Anlagen

In stationären Anlagen sind die Aufgaben der Steuerungs- und Regelungstechnik und ihre Einsatzbedingungen denen der Industrie ähnlich. Die Aufgaben liegen hier auf folgenden Gebieten:

3.1.1. Automatische Regelung des Raumklimas

Die Lüftung von Ställen wird vom Außenklima und von der Stallbelegung beeinflusst. In einfachen Regelungsanlagen wird das Stallklima nach der Stalltemperatur geregelt. Die Regelung erfolgt, indem man mehrere Abluftgebläse nacheinander anlaufen läßt oder die Abluftgebläse in mehreren Drehzahlstufen schaltet. Mit der Temperatur wird gleichzeitig die Feuchtigkeit in den zulässigen Grenzen gehalten. Voraussetzung dafür ist ein ausgeglichener Wärmehaushalt des Stalles.

In großen Ställen genügt eine einfache Regelung der Abluft nicht, so daß eine Regelung der Zuluft vorgenommen und eine zusätzliche Heizung eingesetzt wird. In diesem Fall ist das Stallklima nach zwei Regelgrößen — Temperatur und Feuchtigkeit — zu regeln.

Die automatische Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit kommt auch in Speichern und Lagerräumen für Getreide, Obst, Gemüse, Kartoffeln u. a. sowie in Gewächshäusern zur Anwendung. In modernen Gewächshäusern sowie in großen Geflügelstallanlagen wird außerdem die Beleuchtung nach einem Programm gesteuert.

3.1.2. Automatische Regelung von Belüftungs- und Trocknungsanlagen

Bei der Belüftung von Getreide und Heu ermöglicht die automatische Regelung eine selbsttätige Schaltung der Belüftungsgebläse in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit der Außenluft.

In der Warmlufttrocknung von Getreide besteht ein bekannter Zusammenhang zwischen der Gutfeuchte und der Guttemperatur. Daher kann in Getreidedurchlauf-trocknern in Abhängigkeit von der Temperatur im Getreidestrom sowohl die Durchlaufgeschwindigkeit als auch die Temperatur der Trocknungsluft geregelt werden.

3.1.3. Automatisierung periodischer Arbeiten der Tierhaltung

In der Tierhaltung soll vor allem der hohe Handarbeitsaufwand für das Füttern und Entmisten durch Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik gesenkt werden. Mechanisierte Fütterungs- und Entmistanlagen werden daher mit zusätzlichen Einrichtungen versehen, die eine Fernsteuerung von einer zentralen Stelle aus oder eine Programmsteuerung nach Zeitplan gestatten. Daneben werden in der Milchgewinnung eine Reihe automatisch arbeitender Schalteinrichtungen angewendet.

3.2. Anwendung in fahrbaren Maschinen

Einrichtungen der Steuerungs- und Regelungstechnik in fahrbaren Maschinen lassen sich nach ihrer Aufgabenstellung grob in folgende vier Gruppen einteilen:

3.2.1. Einrichtungen zur automatischen Nachführung von Landmaschinen oder deren Baugruppen an Leitlinien

Derartige Einrichtungen werden auch in der Landwirtschaft der DDR Bedeutung gewinnen. Sie sollen das ununterbro-

chene Beobachten einer Pflanzenreihe, Bestandsgrenze, Pflugfurche oder ähnlicher landwirtschaftlicher Medien erübrigen, indem man diese landwirtschaftlichen Medien als Leitlinien verwendet, an denen die Maschinen selbsttätig entlanggeführt werden. In einigen Fällen läßt sich damit eine bisher zum Lenken der Maschinen bzw. der Werkzeuge benötigte Arbeitskraft einsparen.

Die Nachführeinrichtung wirkt entweder auf die Lenkung der Maschine ein (z. B. bei der Nachführung des Mähdreschers an der Bestandsgrenze), oder sie verschiebt die geführten Arbeitsorgane relativ zur Maschine (z. B. bei der Nachführung der Hackwerkzeuge an der Rübenreihe).

Nachführeinrichtungen für verschiedene Zwecke unterscheiden sich hinsichtlich der Bewegungsebene des geführten Gerätes, vor allem aber hinsichtlich des als Leitlinie verwendeten landwirtschaftlichen Mediums und dessen zur Gewinnung des Regelungssignals verwendeten Eigenschaften (z. B. mechanischer Widerstand oder elektrische Leitfähigkeit). In einigen Fällen dienen auch künstliche Leitlinien zur Nachführung. Tafel 1 gibt einen Überblick über verschiedene Nachführeinrichtungen.

Tafel 1. Möglichkeiten zur automatischen Nachführung von Geräten an Leitlinien

Bewegungsebene des geführten Gerätes		Als Leitlinie verwendetes Medium	Nachgeführtes Gerät
vertikal	oberhalb der Bodenoberfläche	Bodenoberfläche Rübenreihe (Kopfhöhe)	Mähdrescher Schneidwerk Feldhäcksler-Schneidwerk Rübenköpfeinrichtung
	unterhalb der Bodenoberfläche	Bodenoberfläche Künstliches Medium (Draht, Lichtstrahl)	Pflug bei Tastregelung Profilkörper bei Maulwurfdrängung Rohrformer bei Maulwurfsdrängung
horizontal		Pflugfurche Pflanzenreihe Rübenreihe mit Blatt Rübenreihe, geköpft Kartoffeldamm Halmwand (Bestandsgrenze) Schwad Künstliches Medium	Traktor mit Anbaupflug Hack- und Pflgegegeräte Rübenköpfeinrichtung Rübenrodeorgane Kartoffelrodeorgane Halmfruchterntmaschine Maschine mit Schwadaufnehmer Verschiedene Maschinen oder Baugruppen

3.2.2. Einrichtungen zur Fernlenkung und Fernsteuerung von Landmaschinen und Traktoren

Sie können folgenden Zwecken dienen:

- Bedienung mehrerer hinter- oder nebeneinander arbeitender Traktoren oder Landmaschinen von einem Leittraktor bzw. einer Leitmaschine oder von einem festen Platz aus;
- Bedienung eines Traktors von der angehängten Anhängemaschine aus oder umgekehrt;
- Ergänzung vorhandener Nachführeinrichtungen, z. B. zum Wenden der Maschine am Feldende.

Die Fernlenkung und Fernsteuerung erfolgt auf elektromechanischem Wege über Kabel oder auch drahtlos durch Funkfernsteuerung.

3.2.3. Einrichtungen zur Belastungsregelung

Dazu gehört u. a. die Durchsatzleistung des Mähdreschers, d. h. die automatische Regelung seiner Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Belastung, wobei als Meßgröße für die Belastung das Dreschtrommeldrehmoment, die Dicke der Getreideschicht im Schrägförderer oder andere Größen dienen.

Auch die Regelung der Pflugtiefe nach dem Zugwiderstand (Reaktionsregelung) stellt eine Belastungsregelung dar.

3.2.4. Warn- und Sicherheitseinrichtungen

Sie haben die Aufgabe, dem Bedienungspersonal durch optische oder akustische Signale bestimmte Zustände der Maschine anzuzeigen, die ein Eingreifen des Menschen erfordern, oder im Gefahrenfall selbst entsprechende Sicherheitsmaßnahmen einzuleiten. Für Maschinen, die durch Nachführ-

einrichtungen oder durch Fernsteuerung gelenkt werden, stellen sie notwendige Ergänzungseinrichtungen dar. Sie können u. a. folgende Funktionen erfüllen: Anhalten der Maschine bzw. des Traktors, wenn die Tasteinrichtung die Verbindung mit der Leitlinie verliert, wenn das Fernsteuerungssignal verlorengeht, wenn Kollision mit einem Hindernis droht; Ausgleich der Hangneigung bei Arbeiten am Hang durch Verlagerung des Maschinenaufbaues gegenüber dem Fahrgestell und ähnliche Sicherheitsmaßnahmen.

4. Aufgaben für Industrie und Ausbildung

Die genannten Beispiele sollen nur einen Überblick über technische Möglichkeiten geben, der natürlich noch erweitert werden könnte. Selbstverständlich können bei der Entscheidung über die Zweckmäßigkeit der Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik auf verschiedenen Gebieten nicht nur die technischen Möglichkeiten betrachtet werden, sondern es sind vor allem auch ökonomische Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Daraus ergibt sich, daß bei der Entwicklung derartiger Einrichtungen Konstrukteure, Technologen, Projektierungsingenieure, Fachkräfte der Instandhaltung, Landwirte und Agrarökonomien Hand in Hand arbeiten müssen, um optimale Lösungen mit hohem volkswirtschaftlichem Nutzen zu finden. Für die Ausbildungsstätten, die Fach- und Hochschulen, ergibt sich die Aufgabe, den Studenten der landtechnischen Institute ausreichende theoretische Grundkenntnisse der Steuerungs- und Regelungstechnik zu vermitteln, die die Absolventen be-

fähigen, bei der Entwicklung von Automatisierungseinrichtungen die Gesetzmäßigkeiten der Steuerungs- und Regelungstechnik anzuwenden. Empirisch entwickelte Einrichtungen führen nur selten zu brauchbaren, fast nie zu optimalen Lösungen und erfordern außerdem unverträglich lange Entwicklungszeiten.

5. Zusammenfassung

Die Steuerungs- und Regelungstechnik eröffnet auch in der Landwirtschaft vielfältige Möglichkeiten zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität und zur Erleichterung der Arbeit. Technische und ökonomische Gesichtspunkte entscheiden über den zweckmäßigsten Einsatz von Steuerungs- und Regelungseinrichtungen zur Mechanisierung und Automatisierung landwirtschaftlicher Prozesse. Dabei sind die Besonderheiten des Einsatzes in der Landwirtschaft zu berücksichtigen.

Literatur

- [1] TGL 14 591 — Steuerungs- und Regelungstechnik, Begriffe, Benennungen — Ausgabe 1963
- [2] OPPELT, W.: Kleines Handbuch technischer Vorgänge 4. Auflage, Verlag Chemie Weinheim/Bergstraße und VEB Verlag Technik Berlin 1963
- [3] Autorenkollektiv: Lehrbuch der Automatisierungstechnik (Herausgegeben vom Institut für Fachschulwesen der DDR) 2. Auflage, VEB Verlag Technik Berlin 1963
- [4] SCHWARZE, G.: Grundbegriffe der Automatisierungstechnik (REHLE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK, Band 1), 3. Auflage, VEB Verlag Technik Berlin 1965 A 6919

Möglichkeiten der Anwendung der Meß- und Regeltechnik zur weiteren Automatisierung von Trocknungsanlagen¹

Dr. -Ing. W. MALTRY*

1. Aufgabenstellung

Landwirtschaftliche Trocknungsanlagen sind verfahrenstechnische Einrichtungen, in denen aus nicht lagerfähigem Feuchtgut lagerfähiges Trockengut produziert wird, wobei das thermisch entfernte Wasser dampfförmig zusammen mit der Fortluft ins Freie strömt. Für den Betrieb dieser Anlagen gelten im Prinzip die gleichen verfahrenstechnischen Grundsätze wie bei den Anlagen der chemischen Industrie. Deshalb liegt es nahe, in bezug auf die Automatisierung die dort vorliegenden reichen Erfahrungen zu nutzen.

Die technische Trocknung kommt bereits jetzt den industriemäßigen Produktionsmethoden sehr nahe, wie die 1966 in einigen Anlagen erreichte Auslastung von über 4000 h im Jahr beweist. Die begonnene Automatisierung des Trocknungsprozesses zeigt darüber hinaus, daß die Landtechnik in bezug auf die Verwirklichung der technischen Revolution der Industrie auf dem Fuße folgt.

Die Aufgaben der Automatisierung von landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen bestehen vor allem in folgendem:

- a) Sicherung eines weitgehend gleichbleibenden Betriebsablaufs auch bei wechselnden Betriebsparametern (z. B. bei schwankender Naßgutfuchte), um vor allem die Trockengutqualität zu erhalten,
- b) Entlastung des Trockenmeisters von der ständigen Kontrolle der Meßinstrumente und der große Erfahrung erfordernden Tracknerführung,
- c) Sicherung der maximalen Auslastung der Trocknungsanlage durch möglichst enge Herangehen an die höchstzulässigen Betriebsparameter (z. B. möglichst hohe Gaseintrittstemperatur)
- d) Schaffung einer großen Betriebssicherheit durch automatische Sicherheitseinrichtungen (z. B. automatische Brandwächter kombiniert mit CO₂-Löscheinrichtung).

Bei der Realisierung der Forderungen an die Automatisierung des Trocknungsprozesses sind verschiedene technische Besonderheiten zu beachten, über die im folgenden berichtet wird.

2. Einige regeltechnische Eigenschaften von landwirtschaftlichen Heißlufttrocknern

Die einwandfreie Führung irgendeiner Meßgröße des Trockners (z. B. der Gaseintrittstemperatur) ist an folgende Voraussetzungen geknüpft:

- a) Es muß ein Meßgerät für die betreffende Größe vorhanden sein (z. B. Thermoelement mit Gegenlöstelle und Anzeigeinstrument),
- b) der Trocknungsmeister oder ein Regler müssen den Meßwert mit dem Sollwert vergleichen,
- c) auf Grund der Differenz zwischen Sollwert und Meßwert ist entweder durch den Trocknungsmeister oder durch einen Regler zu entscheiden, auf welche Weise der Meßwertabweichung zu begegnen ist, damit diese Abweichung kleiner wird oder verschwindet,
- d) der Trocknungsmeister oder ein Stellmotor betätigen ein Stellglied (z. B. den Unterwind), das die Meßgröße im Sinne einer Verminderung der Sollwertabweichung beeinflusst. Mit dem Übergang der beeinflussten Stellgröße zum Ort der Messung ist der Betätigungskreis geschlossen.

An einer modernen Trommeltrocknungsanlage ist eine Vielzahl von Meßwerten zu überwachen. Beim Fehlen von selbsttätigen Reglern gilt der Grundsatz, daß die Möglichkeiten der richtigen Tracknerführung um so besser sind, je mehr Größen

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Leiter: Obering. O. BOSTELMANN)

¹ Vortrag auf der 9. Trocknungstagung der KDT in Magdeburg am 25./26. Mai 1967