

Die Hauptaufgabe der sozialistischen Landwirtschaft besteht in der immer besseren Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. Voraussetzung dafür ist eine Steigerung und Sicherung der Hektarerträge. Die derzeitig erzielten Erträge sind von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Dabei spielt die Wasserversorgung der Pflanzen eine wesentliche Rolle. Die natürlichen Niederschläge schwanken zeitlich und mengenmäßig sehr stark. In dem Maß, wie die Pflanzenproduktion intensiviert wird und damit die Erträge zunehmen, reichen auch die Sommerniederschläge nicht mehr aus, den Wasserbedarf der Pflanzen zu decken.

Mit der künstlichen Beregnung ist ein Mittel vorhanden, den Wasserhaushalt der Pflanzen zu regulieren. Voraussetzung dafür ist jedoch die Kenntnis des günstigsten Bewässerungszeitpunktes.

Betrachtet man das Problem der Regulierung des Wasserhaushalts von Pflanzen und Boden beziehungsweise der Steuerung des Beregnungseinsatzes als steuer- und regeltechnisches Problem, so muß man Pflanze, Boden und Beregnungsanlage als komplexes System auffassen (Bild 1). Dabei stellen Pflanze und Boden die Steuer- und Regelstrecke dar, während die Beregnungsanlage als Stelleinrichtung die Aufgabe hat, dieses System hinsichtlich des Wasserhaushalts, der Wasserbilanz in einem stabilen Zustand zu erhalten. Das bedeutet, daß der zeitlich und mengenmäßig schwankende Wasserentzug aus dem Boden durch die Beregnungsanlage ausgeglichen werden muß.

Der Boden soll stets eine bestimmte Wassermenge speichern, wobei gewisse Schwankungen zulässig sind. Die Bodenfeuchte soll sich dabei zwischen einem oberen und einem unteren Grenzwert bewegen. Zur Beseitigung der Bodenfeuchteschwankungen ist eine Regengabe erforderlich, die dem Schwankungsmaß entspricht.

Der Bewässerungszeitpunkt ist abhängig von der Höhe der Regengabe beziehungsweise dem zulässigen Schwankungsmaß der Bodenfeuchte (Regelabweichung), dem Wasserverlust des Bodens und eventuellem Niederschlag. Da der Wasserverlust (im wesentlichen Evapotranspiration) von den stochastischen Witterungsbedingungen abhängig ist und die Niederschläge ebenfalls zufällig auftreten, ist der Bewässerungszeitpunkt nicht exakt fixierbar.

Der Zustand dieses Systems ist also von einer Vielzahl von Faktoren (Störgrößen) abhängig, die in ihrer Gesamtheit und insbesondere in ihrer komplexen Wirkung für praktische Verhältnisse nicht erfassbar sind. Dazu gehören vor allem die Standort- und Klimafaktoren.

Für eine Steuerung der Beregnung nach diesen Größen müssen diese sehr genau bekannt sein. Das ist mit großen Schwierigkeiten und hohem Aufwand verbunden.

1. Verschiedene Methoden der Steuerung des Beregnungseinsatzes

Dazu gehören vor allem die Steuerung nach dem allgemeinen Zustand der Kultur oder des Bodens, die sogenannten „Kalendermethoden“, Verfahren der „klimatischen Wasserbilanz“ und die Steuerung nach Bodenfeuchtemeßwerten. Für die Steuerung des Beregnungseinsatzes ist der Zeitpunkt von Bedeutung. Er kann an dem Zustand von Zeigerpflanzen oder durch kleine Parzellen, die auf reinem Sand angelegt sind, festgestellt werden. Außerdem geben Blattfärbung und Handtest einen Anhalt.

Bei den sogenannten „Kalendermethoden“ wird in regelmäßigen Zeitabständen eine bestimmte Wassermenge ver-

regnet. Zu den Verfahren der „klimatischen Wasserbilanz“ kann man die Steuerung nach dem Beregnungsdiagramm sowie die von Thornthwaite und Penman entwickelten Methoden zur Bestimmung der Verdunstungsgröße zur Ermittlung des Bodenfeuchtedefizits rechnen [1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9/]. Bei der „klimatischen Wasserbilanz“ beziehungsweise den Verfahren von Thornthwaite und Penman wird die Änderung der Bodenfeuchte aus den Niederschlägen und der Verdunstung rechnerisch ermittelt. Für die Anwendung dieser Methoden müssen die Niederschlags- und Verdunstungswerte bekannt sein.

Die Verdunstung kann mit Hilfe eines freien Evaporimeters gemessen werden. Durch Multiplikation mit einem Koeffizienten erhält man einen Näherungswert für die Evapotranspiration. Bei der Steuerung der Beregnung nach dem „Beregnungsdiagramm“ werden Niederschlag, Temperatur und relative Luftfeuchte für die Ermittlung des Wasserbedarfs herangezogen. Diese Werte müssen gemessen und in einer Gleichung verrechnet werden. Die graphische Auswertung dieser laufenden Berechnungen liefert den Beregnungszeitpunkt.

Bei diesen Verfahren handelt es sich um Steuerungen, das heißt, die Bodenfeuchte wird in Abhängigkeit von anderen Größen beeinflusst. Das erfordert genaue Kenntnis über die Beziehungen zwischen den Führungsgrößen oder Störgrößen und der Bodenfeuchte. Jede zusätzlich auftretende, im System nicht berücksichtigte Störgröße kann den Zustand des Systems gefährden.

Eine Kontrolle über den Erfolg der Steuerungen beziehungsweise die wirkliche Größe der Bodenfeuchte ist nicht gegeben und ist bei diesem Verfahren von Zeit zu Zeit zusätzlich erforderlich.

Im Gegensatz dazu handelt es sich bei den Verfahren, die die Beregnung in Abhängigkeit von Bodenfeuchtemeßwerten einsetzen, um Regelungen. Durch die laufende Messung der Bodenfeuchte (Regelgröße) ist eine genaue Kenntnis der Störgrößen für den Einsatz der Beregnung nicht erforderlich. Jede Veränderung der Bodenfeuchte wird unmittelbar nachgeprüft und kontrolliert. Die Regelgröße kann dadurch gegenüber beliebig vielen Störgrößen konstant gehalten werden. Dieses Verfahren ermöglicht einen sparsamen Wasserverbrauch, größere Genauigkeit bei der Einhaltung einer bestimmten Bodenfeuchte, Senkung der Betriebskosten und höhere Qualität beziehungsweise Mehrerträge. Die Ermittlung der Bodenfeuchte erfolgt im allgemeinen mit Hilfe der Trockenschrankmethode, von Tensiometern, elektrischen Widerstandsmeßgeräten (Gipsblockmethode) oder Neutronen-Feuchte-Meßgeräten.

2. Steuerung oder Regelung des Beregnungseinsatzes?

Diese Verfahren erfordern einen relativ hohen Arbeitsaufwand, so daß eine Mechanisierung oder Automatisierung zweckmäßig wäre. Eine Automatisierung des Beregnungseinsatzes kann technisch in Form von Steuersystemen oder Regelsystemen erfolgen. Es sind Steuersysteme bekannt, die die Beregnung nach einem Programm oder Zeitplan steuern

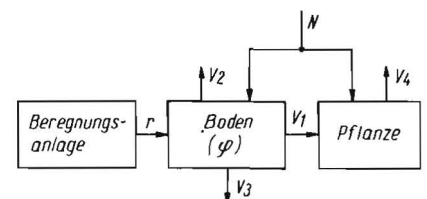


Bild 1
Schema für die Regulierung des Wasserhaushalts

* Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR (Direktor: Obering. O. Bostelmann)

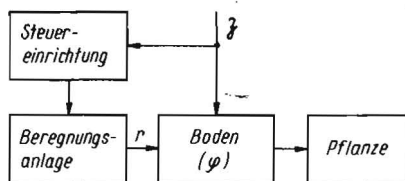


Bild 2
Führungsteuerung der Beregnungsanlage mit Klimafaktoren als Führungsgröße

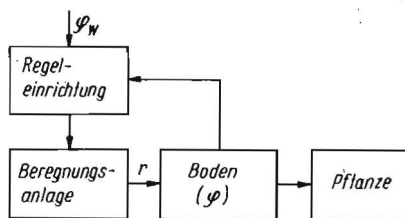


Bild 3
Blockschaltbild einer Zweipunktregelung mit der Bodenfeuchte als Regelgröße

oder Systeme, die die Beregnung in Abhängigkeit von Klimagrößen, zum Beispiel der Strahlung, der Lufttemperatur oder Verdunstung steuern /10/ /11/ /12/ /13/.

Für die automatischen Steuersysteme gilt grundsätzlich das gleiche, was für die Methoden der klimatischen Wasserbilanz gesagt wurde.

Eine Programmsteuerung kann unter unseren klimatischen Bedingungen keine optimale Bodenfeuchte gewährleisten, da der Wasserverbrauch der Pflanzen nicht konstant ist. Führungssteuerungen mit klimatischen Größen als Führungsgrößen scheiden ebenfalls aus, da die Zusammenhänge zwischen Wasserbedarf der Pflanzen und Klima nicht ausreichend bekannt sind (Bild 2).

Aufgrund dieser Überlegungen kommen daher nur Regelsysteme in Frage. Als Regelgrößen sind Bodenfeuchte, Luftfeuchte oder pflanzliche Parameter, die den Wasserhaushalt der Pflanze charakterisieren, wie osmotischer Druck, Saftstromgeschwindigkeit oder Zellsaftkonzentration, möglich.

3. Mögliche Varianten der Regelung

Eine automatische Regelung kann in Form einer Festwertregelung, Zeitplanregelung oder Führungsregelung realisiert werden. In dieser Einteilung drückt sich die mögliche Zielstrebigkeit, der Charakter des Sollwertes oder der Führungsgröße des Regelsystems aus.

Derartige automatisierte Beregnungssysteme sind bereits gebaut worden /14/ /15/ /16/ /17/ /18/. Als Meßfühler zur Kontrolle der Bewässerung dienen Tensiometer. Diese Tensiometer haben Kontakte, die bei hoher oder niedriger Bodenfeuchte geschlossen oder geöffnet werden. Diese Signale dienen zum Beginnen, Wechseln oder Beenden der Bewässerung verschiedener Flächen.

Für Gewächshäuser wurde eine ähnliche Einrichtung entwickelt. Durch einen Tensiostaten wird ein Magnetventil betätigt, das die Beregnungsanlage ein- oder ausschaltet. Die Bewässerungshäufigkeit kann durch Verschieben dieser Kontakte am Tensiostaten verändert werden. Die Automatik spricht auf alle Faktoren des Gewächshausklimas (Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur, Luftmassenwechsel durch Lüftung und Heizung) an, und es wird ein ausgeglichener Wasserhaushalt im Boden erreicht. Für größere Bestände werden mehrere Tensiostaten mit integrierender Schaltung empfohlen. Durch die Einstellung der Schalthäufigkeit kann der Tensiostat den jeweiligen speziellen Umweltfaktoren angepaßt werden.

Regelstrecke ist bei diesen Systemen der Boden, während die Bodenfeuchte die Regelgröße darstellt. Stelleinrichtung ist die Beregnungsanlage.

Nach dem Stellverhalten handelt es sich hierbei um Zweipunktregler. Der Regler hat die Aufgabe, bei Erreichen einer

minimalen Bodenfeuchte die Beregnungsanlage ein- und bei Erreichen einer maximalen Bodenfeuchte wieder auszuschalten. Das allgemeine Blockschaltbild dieser Regelung ist im Bild 3 dargestellt.

Diese Systeme stellen Festwertregelungen dar, da der Sollwert der Bodenfeuchte an der Meßeinrichtung fest eingestellt wird und nicht selbsttätig veränderlich ist. Der Vorteil dieser Systeme ist, daß stets eine annähernd gleichbleibende Bodenfeuchte für die Wasserversorgung der Pflanzen vorhanden ist. Gleichzeitig muß jedoch eingeschätzt werden, daß eine Festwertregelung mit

$$\varphi_k = \text{konst.}$$

wobei φ_k = Sollwert der Bodenfeuchte bedeutet, kein optimales Pflanzenwachstum ermöglicht. Es ist sicher, daß die Pflanzen im Vegetationszeitraum unterschiedliche Ansprüche an die Wasserversorgung haben.

Eine Zeitplanregelung würde bedeuten, daß der Sollwert der Bodenfeuchte nach einem bestimmten Zeitplan geändert wird:

$$\varphi_k = f(t)$$

Wenn man unterstellt, daß für ein optimales Pflanzenwachstum zu jedem Zeitpunkt eine optimale Konstellation aller Wachstumsfaktoren erforderlich ist, dann ist diese Regelung ebenfalls nicht ideal. Die jeweilige optimale Bodenfeuchte (Sollwert) ist dann von den anderen Umweltbedingungen abhängig. Da die Umweltbedingungen praktisch jedoch ständig wechseln, kann der Sollwert für ein optimales Wachstum nicht nach einem Zeitplan geändert werden.

Für den Sollwert muß man ansetzen:

$$\varphi_k = f(A, B, \dots, t)$$

wobei

$$\varphi_k = \text{Sollwert}$$

A, B, ... Umweltbedingungen (Störgrößen)

t Zeit

bedeuten.

Für jede mögliche Kombination der Umweltbedingungen ist daher für jede Wachstumsphase ein spezieller optimaler Sollwert zu ermitteln (Führungsregelung).

4. Möglichkeiten für den Einsatz von Prozeßrechnern

Eine derartige Regelung kann nicht mehr mit herkömmlicher BMSR-Technik, sondern nur unter Verwendung eines Prozeßrechners realisiert werden /19/. In den Rechner müssen die für jede mögliche Kombination der Umweltbedingungen optimalen Sollwerte in Form von Tabellen oder Prozeßgleichungen eingegeben werden.

Das Optimalitätskriterium für die Gestaltung der Wachstumsfaktoren ist dabei der Ertrag oder Massezuwachs (nutzbare Biomasse). Der Massezuwachs oder Ertrag soll — unter Berücksichtigung der Kosten — maximiert beziehungsweise optimiert werden.

$$y \rightarrow \text{Max.}!$$

$$y = f(\varphi)$$

$$\varphi = f(A, B, \dots, t)$$

$$y = f(\varphi, A, B, \dots, t) \rightarrow \text{Max.}!$$

Aus den Meßwerten der jeweiligen Umweltbedingungen ermittelt der Rechner anhand der eingegebenen Tabelle den optimalen Sollwert der Bodenfeuchte, vergleicht diesen mit der tatsächlichen Bodenfeuchte und gibt bei Abweichungen einen Stellbefehl an die Beregnungsanlage. Das Wirkungsschema dieses Systems ist im Bild 4 dargestellt.

Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist die exakte Kenntnis der Prozeßgleichungen und der Beziehungen zwischen Wachstumsfaktoren und Wachstumsprozeß. Die naturwissenschaftlichen Grundlagen sind gegenwärtig

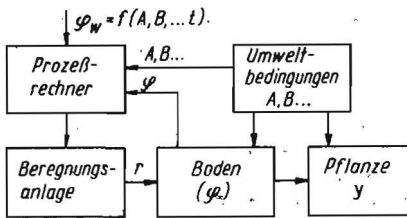


Bild 4. Wirkungsstruktur für den Einsatz eines Prozeßrechners zur Errechnung der Stellbefehle an die Stelleinrichtung (Beregnungsanlage) in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen

jedoch nicht oder nur unvollkommen vorhanden. Zur erschöpfenden Ermittlung dieser Beziehungen sind noch umfangreiche Untersuchungen erforderlich. Es muß daher festgestellt werden, daß zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Prozeßsteuerung der Beregnung unter Verwendung von Rechenautomaten wegen der fehlenden theoretischen Grundlagen nicht möglich ist. Im übrigen erscheint die Anwendung von Prozeßrechnern für nur einen Wachstumsfaktor nicht gerechtfertigt, da ein Wachstumsfaktor mit ausreichender Genauigkeit durch die konventionelle BMSR-Technik zu regeln sein müßte.

5. Schlussfolgerungen für die gegenwärtige optimale Form der Automatisierung

Aus den genannten technischen und ökonomischen Gründen stellt zur Zeit eine Festwertregelung das rationelle Höchstmaß einer Automatisierung des Beregnungseinsatzes dar. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme haben entsprechende Forschungsarbeiten zu liefern.

Andererseits verhindert eine Regelung der Bodenfeuchte nicht ein zeitweiliges Welken der Pflanzen bei hohen Temperaturen und niedriger Luftfeuchte. Außerdem besteht wegen der großen Totzeit der Regelstrecke die Gefahr der Überberegnung. Regelsysteme, die die Beregnung in Abhängigkeit von der Luftfeuchte einsetzen, sind ebenfalls bereits gebaut worden [20]/[21]. Für diese Regelsysteme gilt im Grunde genommen das gleiche, was zur Bodenfeuchterege lung gesagt wurde. Festwert-, Zeitplan- oder Führungsregelungen sind nicht optimal, Prozeßsteuersysteme sind ökonomisch zu aufwendig, außerdem fehlen die naturwissenschaftlichen Grundlagen.

Weiterhin ist festzustellen, daß auch eine ideale Luftfeuchterege lung keine Gewähr dafür bietet, daß der Boden stets eine für ein günstiges Pflanzenwachstum erforderliche Feuchtigkeit besitzt.

Bei den bisher behandelten Regelsystemen werden der Pflanze vorgelagerte Größen geregelt; dabei wird der Wachstumsprozeß selbst gesteuert. Setzt man die Beregnung in Abhängigkeit von pflanzlichen Parametern ein, erhält man Regelsysteme, bei denen der Wachstumsprozeß beziehungsweise der betreffende Prozeßparameter geregelt wird (Bild 5). Derartige Systeme haben den prinzipiellen Nachteil — im Gegensatz zu den vorher behandelten Regelsystemen — daß eine Störung erst dann ausgeregelt wird, wenn sie sich bereits in der Pflanze, im Wachstumsprozeß bemerkbar gemacht hat. Das kann unter Umständen zu irreversiblen Wachstumsstörungen führen.

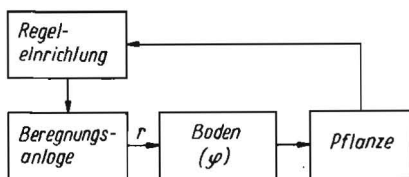


Bild 5 System für die Regelung des Beregnungseinsatzes in Abhängigkeit vom Pflanzenwachstum

Ein weiteres Problem besteht darin, daß es zur Zeit noch keine ausreichenden Erfahrungen und Erkenntnisse darüber gibt, inwieweit es möglich ist, Werte eines an einer Pflanze gemessenen Parameters auf einen ganzen Bestand zu verallgemeinern und in Abhängigkeit davon die Beregnung einzusetzen. Im übrigen sind zur Zeit noch keine praxisreifen Meßverfahren und -geräte für pflanzliche Parameter vorhanden.

In Auswertung dieser Analyse kommt daher gegenwärtig für eine effektive und rationelle Automatisierung des Beregnungseinsatzes nur eine kombinierte Lösung nach dem Prinzip der Festwertregelung in Frage.

Auf der Grundlage dieser Feststellungen und zu ihrer Bestätigung wurde ein Versuchsmuster eines derartigen Systems gebaut und erprobt.

Zur Vermeidung der aufgezeigten Mängel wurden dabei die Boden- und die Luftfeuchte unter Berücksichtigung mehrerer Störgrößen geregelt.

Im Ergebnis der Untersuchungen kann man einschätzen, daß das gewählte System prinzipiell für die automatische Regelung der Bodenfeuchte geeignet ist.

6. Zusammenfassung

Ausgehend von einer Analyse der allgemeinen Steuerungsmethoden und -verfahren des Beregnungseinsatzes werden technische Möglichkeiten zur automatischen Steuerung und Regelung dargestellt und bewertet. Im Ergebnis der Untersuchung wird festgestellt, daß zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Festwertregelung von Bodenfeuchte oder/und Luftfeuchte unter Berücksichtigung verschiedener Störgrößen die einzige rationelle Möglichkeit der Automatisierung des Beregnungseinsatzes ist. Mit Hilfe solcher Einrichtungen ist es möglich, Beregnungsanlagen effektiver einzusetzen, die Wasserversorgung der Pflanzen zu verbessern und die Erträge zu steigern.

Derartige automatisierte Anlagen sind ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft. Ihr effektiver Einsatz und rationeller Betrieb setzt große, kooperative Produktionseinheiten voraus. Sie beseitigen einerseits schwere körperliche Arbeit, erfordern aber andererseits für ihre Bedienung, Kontrolle und Wartung-qualifizierte Fachkräfte.

Literatur

- 1/ Farkas, L./A. Prati: Beregnung nach Refraktometerwerten. Farm Res. 27 (1961) Nr. 1, S. 14—15
- 2/ Fitzgerald, P. D./G. C. Cossens: Die Anwendbarkeit Penmans und Thornthwaites Methoden zur Bestimmung der Verdunstungsgröße. New Zealand J. agric Res. 9 (1966) Nr. 4, S. 985—994
- 3/ Gorjanski, M. M.: Diagnostik der Bewässerungstermine von Kulturen nach der Bodenfeuchtigkeit. Vestnik s/ch. Nauki (1969), S. 65—68
- 4/ Haude, W.: Zur praktischen Bestimmung der aktuellen und potentiellen Evaro- und Evapotranspiration. Mitt. d. Dt. Wetterdienstes (1954) Nr. 28
- 5/ Henkel, A.: Die Steuerung des Beregnungseinsatzes nach der Bodenfeuchte. Feldwirtschaft 10 (1969) H. 6, S. 279
- 6/ Klatt, F.: Die Steuerung der Beregnung nach dem Beregnungsdiagramm. Feldwirtschaft 11 (1970) H. 4, S. 164—165
- 7/ Kumar, V. M./M. N. Mishra: Regeln für die Bewässerung von Feldfrüchten. Wild. Crops 19 (1967), Nr. 6, S. 24—26
- 8/ Metelerkamp, H. R.: Die Verwendung von Verdunstungskesseln zur Bewässerungssteuerung. Rhodesia agric. 65 (1968), Nr. 2, S. 37—51
- 9/ Schendel, K.: Klimatische Wasserbilanz und Bewässerungsbedarf. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 4 (1969) H. 1, S. 13
- 10/ Jesselew, M.: Elektronengerät schaltet Bewässerung ein. Presse der SU, Ausg. B (1964) Nr. 12, S. 256
- 11/ —: Programmierapparat für 14tägige Beregnung mit 24stündigen Perioden, Implement u. Tractor 83 (1968) Nr. 9, S. 42
- 12/ Simon, H.: Elektronisches Steuer- und Regelgerät für Bewässerungsanlagen. Informationen des Landmaschinen- und Traktorenbaues der DDR 8 (1969) H. 2, S. 33—34
- 13/ —: Steuervorrichtung für Bewässerungsanlagen. Auslegungsschrift Nr. 1217 131, Kl.A 01g, 45f-25/00 (Fortsetzung auf Seite 161)

In den Beschlüssen des VIII. Parteitages der SED wird den Maßnahmen der Chemisierung, der Mechanisierung und den Meliorationen beim Übergang zu industriemäßigen Methoden der Pflanzenproduktion eine vorrangige Bedeutung eingeräumt. Ein wichtiger Faktor bei der Erhöhung und Stabilisierung der Hektarerträge ist die Beregnung.

Bei der Entwicklung von Automatisierungseinrichtungen für Beregnungsanlagen wurde davon ausgegangen, daß zukünftig die Arbeitsproduktivität und die Eignung des Beregnungsverfahrens für den Einsatz von Großmaschinen in der Pflanzenproduktion in den Vordergrund rücken.

Die Erhöhung der Arbeitsproduktivität ist durch die automatische Beregnung möglich /1/ /2/.

Das Regnomat-System wurde für die Automatisierung des Beregnungsbetriebs in ortsfesten Beregnungsanlagen für Klarwasser entwickelt und in einer größeren Anlage in Verbindung mit Versenkhydranten, die nicht an das Regnomat-System gebunden sind, unter Praxisbedingungen erprobt und weiterentwickelt.¹

1. Funktion der Gesamtanlage

Die gesamte automatisierte Beregnungsanlage besteht aus dem ortsfesten Anlagenteil und dem Regnomat-System. Zum ortsfesten Anlagenteil gehören die automatische Pumpstation, das unterirdische Druckrohrnetz, die Hydranten (Versenkhydranten) und die Regner.

Steuerzentrale und Steuerarmaturen bilden die Automatisierungseinrichtungen, die unter dem Begriff „Regnomat-System“ zusammengefaßt werden.

Das Funktionsprinzip des Regnomat-Systems beruht auf der Übertragung hydromechanischer Steuersignale durch das vorhandene Druckrohrnetz, die von der Steuerzentrale erzeugt werden und in den Steuerarmaturen das programmgemäße Zu- und Abschalten einzelner Regner oder Regner-

gruppen hervorrufen. Der prinzipielle Aufbau einer automatisierten ortsfesten Beregnungsanlage nach dem System Regnomat ist im Bild 1 dargestellt.

2. Beschreibung der Anlage

2.1. Steuerarmatur

Die Steuerarmatur ist in der Prinzipskizze im Bild 2 im Längsschnitt dargestellt, sie besteht aus den 3 Hauptgruppen: Absperrorgan, Stellantrieb und Schrittschaltwerk mit Steuereinrichtung und stellt ein hydraulisch arbeitendes automatisches Absperrorgan dar, das vor jedem Regner einer automatischen Beregnungsanlage angeordnet ist.

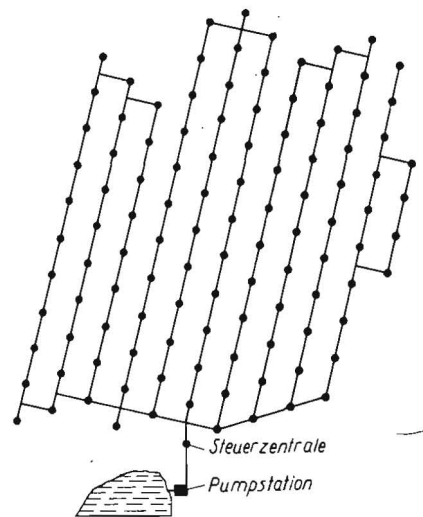
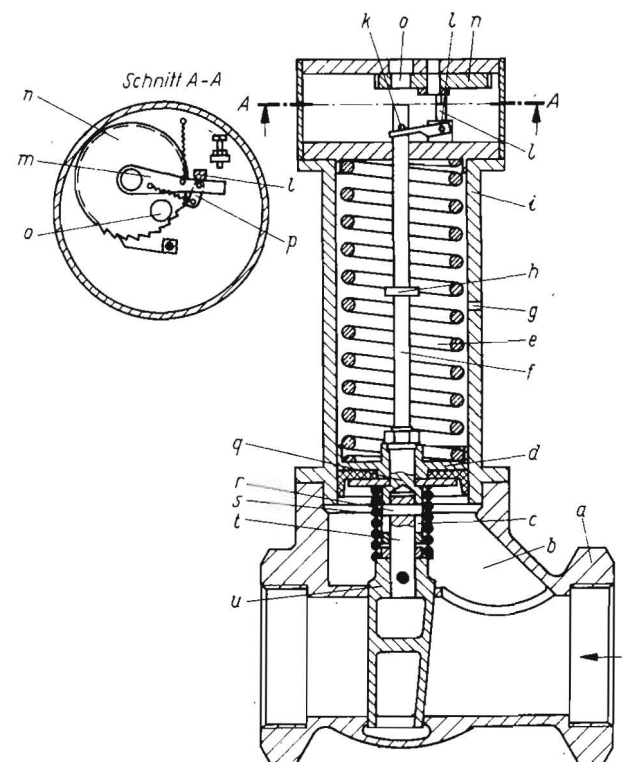


Bild 1
 Prinzipieller Aufbau einer automatisierten ortsfesten Beregnungsanlage nach dem System „Regnomat“

Bild 2 Schnitt durch die Steuerarmatur (Erläuterung im Text)



* Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR (Direktor: Obering. O. Bostelmann)

** VEB Ingenieurbüro für Meliorationen Bad Freienwalde (Direktor: Obering. K.-H. Löffler)

¹ Die Entwicklung erfolgte unter weiterer Mitarbeit vom VEB Meßindustrie Werdau und VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk Wriezen. Die staatliche Prüfung des Regnomat-Systems ist noch nicht abgeschlossen.

(Fortsetzung von Seite 160)

- /14/ Karai, J.: Automatische Beregnungs- und Sprühanlage im Gewächshaus. Der Deutsche Gartenbau 17 (1970) H. 9, S. 243
- /15/ Kaven, E.: Vollautomatische Regulierung von Bewässerungsanlagen in Gewächshäusern. Die Deutsche Gartenbauwirtschaft 15 (1967) H. 7, S. 141-143
- /16/ Stepanenko, A.: Automatisch bewässerte Gewächshäuser. Selskoe Stroitelstvo 23 (1968) Nr. 9, S. 16-17
- /17/ Tischenko, V. A. u. a.: Stationäre Anlage für die Bewässerung von Gewächshäusern mit Automation des Bodenfeuchtehaushalts. Sb. nauc.techn. Inform. Elektr. sel'sk. chozj. (1964) H. 16/17, S. 70-75
- /18/ Wittmus, H./P. Fischbach: Automatisches Oberflächenbewässerungssystem. Univ. Nebraska, Coll. Agric., agric. Exper. Stat., quart 13. (1966) Nr. 2, S. 12-14
- /19/ Voigt, D. u. a.: Untersuchung von Möglichkeiten zur automatischen Steuerung des Beregnungseinsatzes. Forschungsabschlußbericht IML Potsdam-Bornim, 1971
- /20/ —: Regelungseinrichtung zur Flächenbenetzung — Regeamelder. Messen und prüfen 5 (1969) H. 2, S. 116
- /21/ —: Schallgerät für eine Kurzzeit-Sprühanlage. Kartoffelbau 21 (1970) H. 10, S. 320 A 9001