

Diese Störmeldungen könnten zu einer Sammelstörmeldung zusammengefaßt werden. Das Signal bei Überschreitung der Maximaltemperatur darf natürlich nur gegeben werden, wenn die Lüftung nicht geöffnet wurde. Warnanlagen werden unabhängig vom jeweiligen Stromnetz betrieben. Zur Kontrolle der Betriebssicherheit mußten alle möglichen Störungen der Anlagen in bestimmten Zeitabständen simuliert werden.

Literatur

- [1] KRASPER, P. / W. WILHELM: Abschlußbericht Variantenvergleich für die Regelung der Lufttemperatur im Gewächshaus auf dem Analogrechner, VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, Zentraler Anlagenbau Berlin, 1965
- [2] FÖRTSCH, Ch. / A. HEISSNER: Die Anwendung der BMSR-Technik bei der Temperaturregelung. Dtsch. Gärtnerpost 17 (1965) H. 2, S. 7 und 8
- [3] WOLSEY, W. H.: Temperaturregelung und Pflanze. Zbl. dtsh. Erwerbsgartenbau, Beilage Technik im Gartenbau, (1966) Nr. 4, S. 1 und 2
- [4] KOOF, Y. VAN: Regeling van het kasklimaat in Amerika. Tuin-derij 6 (1966) Nr. 26, S. 1631 bis 1633

- [5] STRJJBOSCH, TH.: Ventilatie en verwarming von tomatenkassen. Meded. Directie Tuinbouw, -s-Gravenhage 29 (1966), Nr. 9, S. 364 bis 366
- [6] GEMEREN, P. VAN: Ventilation is only half understood. Grower and Prepacker 63 (1965) Nr. 15, S. 819 und 820, 822
- [7] KREGELIN, H.: Automatisierung der Gewächshauslüftung. Süddtsch. Erwerbsgärtner 20 (1966) Nr. 44, S. 1807 bis 1809
- [8] FÖRTSCH, Ch. / R. HEINEKEN: Der Einfluß meteorologischer Elemente und technologisch bedingter Maßnahmen auf die Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur im MZG 0/55 und deren Auswirkung auf eine automatische Temperaturregelung. Archiv f. Gartenbau (im Druck)
- [9] RAALTE, D. VAN: Die We-Ha,Te Ausstellung in Naaldwijk. Süddtsch. Erwerbsgärtner 18 (1964) Nr. 35, S. 1195 bis 1198
- [10] JELITTO, KL. R.: Persönliche Mitteilung über FERT-O-JECT System, 1967
- [11] Autorenkollektiv: Anwendung der Regeltechnik im Gewächshaus. für sie notiert - IGA Erfurt 1966
- [12] BAKKER, D. / J. VAN VEEN: Automatische kastlüftung. Tuin-derij 7 (1967) Nr. 2, S. 88 bis 91
- [13] KREGELIN, H.: Gewächshauswarnanlagen. Süddtsch. Erwerbsgartenbau 20 (1966) Nr. 9, S. 327 und 328 A 7026

Ergebnisse der Untersuchungen zur Temperaturregelung in Gewächshäusern

Bei der Ausarbeitung von Empfehlungen für die automatische Temperaturregelung in Gewächshäusern kommen aus ökonomischen Gründen im wesentlichen nur solche Regelsysteme in Betracht, für die serienmäßig hergestellte Einzelgeräte, die sich in Industrie und Forschung bewährt haben, verwendet werden können. Weiterhin ist zu beachten, daß die Luftheizung das dominierende Heizungssystem in den Gewächshausbetrieben der DDR darstellt. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wurde eine unstetige Temperaturregelung durch An- und Abschalten der Luftheizermotore in Verbindung mit einer zusätzlichen Regelung der Vorlauftemperatur, z. B. in Abhängigkeit von der Außentemperatur, vorgeschlagen [1]. Kernstück dieses Temperaturregelsystems ist der „Re“-Tastbügelregler vom VEB Meßgerätewerk „Erich Weimert“ in Magdeburg. Über Ergebnisse von Untersuchungen zur Prüfung einer solchen Temperaturregelung wird in vorliegender Arbeit berichtet. Die Untersuchungen wurden in einem 18 m breiten und 24 m langen Gewächshaus aus glasfaserverstärktem Polyester im Institut für Gemüsebau Großbeeren durchgeführt [2].

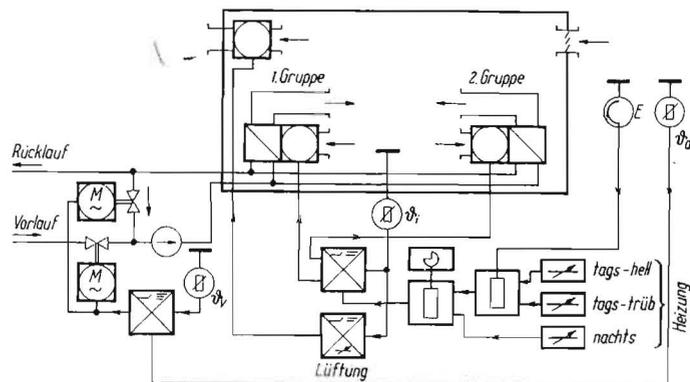
1. Temperaturregelanlage

Die geprüfte Temperaturregelanlage besteht aus dem System zur Regelung der Vorlauftemperatur und dem System zur Regelung der Raumtemperatur (Bild 1). Raumtemperaturabhängig werden die Luftheizermotore und Lüftungsventilatoren gesteuert. Der Vorlauftemperaturregelung kommt die Aufgabe einer Vor- und Grundregelung zu, indem durch Verändern der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur eine angenäherte Anpassung der Heizleistung an den jeweiligen Wärmebedarf erfolgt. Zur weiteren Erhöhung des Regelleffekts dient eine Gruppenregelung mit je zwei Luftheizer- und Lüftergruppen. Je eine Gruppe Heizer und Lüfter wird einem Tastbügelregler zugeordnet. Zur ersten Gruppe gehören die Heizer und der obere Lüfter am Südgiebel, zur zweiten Gruppe die Heizer am Nordgiebel und die unteren Lüfter am Südgiebel. An den beiden Tastbügelreglern werden insgesamt acht Temperatursollwerte eingestellt: „Heizen nachts“, „Heizen am Tage bei trübem Wetter“, „Heizen am Tage bei hellem Wetter“ und „Lüften“,

jeweils für Gruppe 1 und 2. Die Umschaltung der Sollwerte erfolgt automatisch mit Schaltuhr- und Dämmerungsschalter. Diese Art der Regelung mit den Temperaturstufen — Nachtwert, Temperaturwert bei trübem und Temperaturwert bei hellem Wetter — stellt die einfachste Form einer lichtabhängigen Temperaturregelung dar. Die Photozelle des Dämmerungsschalters, der die Umschaltung der Sollwerte von „trüb“ auf „hell“ vornimmt, ist im Gewächshaus über dem Pflanzenbestand installiert.

Die Regelung der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur erfolgt nach dem Prinzip der Mischregelung. Da ein Zweiwegmischventil nicht zur Verfügung stand, wurden zwei gegensinnig arbeitende und von einem Tastbügelregler gesteuerte Einweg-Motorventile verwendet. Wie aus dem Regelschema hervorgeht (Bild 1), wird mit dem Motorventil im Vorlauf bei absinkender Außentemperatur heißes Vorlaufwasser, mit dem Motorventil in der Kurzschlußleitung zwischen Vor- und Rücklauf bei ansteigender Außentemperatur das im Verbraucherkreis abgekühlte Wasser beigemischt. Als Temperaturfühler finden Doppelwiderstandsthermometer im Vorlauf des Verbraucherkreises und außerhalb des Gewächshauses zur Erfassung der Außentemperatur Verwendung. Durch die angewendete Schaltung der

Bild 1. Prinzipschaltbild der geprüften Temperaturregelanlage



* Institut für Gemüsebau Großbeeren der D.M. zu Berlin

Widerstandsthermometer entsteht eine lineare Kennlinie mit einem Anstieg von etwa 30 bis 40 grd Vorlauftemperatur/10 grd Außentemperatur. Durch Verstellen der Sollwerte am Tastbügelregler kann die Kennlinie parallel verschoben werden.

Die automatische außentemperaturabhängige Vorlauftemperaturregelung konnte im Untersuchungszeitraum jedoch nur zeitweise in Betrieb genommen werden, da die hierfür notwendige Einstellung einer hohen Vorlauftemperatur des sekundären Kesselkreislaufs nicht möglich war, ohne die anderen am gleichen Heizkreislauf angeschlossenen Anlagen dauernd zu überheizen. Deshalb wurde zusätzlich eine Konstantregelung der Temperatur des Vorlaufwassers an dem zwischen Kessel- und Verbraucherkreislauf geschalteten Wärmeaustauscher durchgeführt, wobei der Sollwert von Hand je nach Außentemperatur unterschiedlich eingestellt wurde (Bild 2).

In einem Schaltschrank sind an zentraler Stelle die Teile der Regelsysteme, wie Meßwertregler, Schaltschütze, Relais, Schaltuhr, Dämmerungsschalter usw., zusammengefaßt. Mit Handschalter kann wahlweise automatischer oder Handbetrieb eingestellt werden. Signallampen zeigen den jeweiligen Betriebszustand an, z. B. Luftheizer der ersten Gruppe entsprechend Sollwert „tags trüb“ in Betrieb. Durch Ausschalten der im Schaltschrank installierten Schutzschalter ist es möglich, einzelne Luftheizer oder Lüftungsventilatoren aus den Gruppen herauszunehmen und auf diese Weise ebenfalls eine Anpassung der Heiz- oder Lüftungsleistung an den tatsächlichen Wärme- oder Lüftungsbedarf zu erzielen. Bei der Gurkenkultur wurde z. B. nur mit dem oberen Ventilator am Südgiebel gelüftet.

Der Schaltschrank ist in einer vom Gewächshausraum abgetrennten Meß- und Regelkabine (Bild 3) aufgestellt, um so die für die Regelgeräte geforderten Umgebungsbedingungen zu schaffen.

Die Investitionskosten für die gesamte Temperaturregelanlage betragen rund 13 000 MDN. Bezogen auf eine Gewächshausfläche von 3 000 m² ergeben sich Kosten in Höhe von 4,36 MDN/m². Dieser Investitionsaufwand ist als durchaus ökonomisch zu betrachten und entspricht auch den bisher veröffentlichten Werten [3]. Wird beispielsweise eine Energieeinsparung von 10 % durch die Anwendung der automatischen Temperaturregelung angenommen, so errechnet sich bei Zugrundelegung einer Gewächshausfläche von 3 000 m² eine Zeitdauer von etwa 5,9 Jahren für die Amortisation der aufgewendeten Investition. Ferner ist zu berücksichtigen, daß

sich durch die Temperaturregelung die Ertragsleistung steigern läßt, allerdings ist es schwierig, hierfür begründete Werte einzusetzen.

2. Einstellung der Temperaturregler

Während des Versuches wurde der Dämmerungsschalter so eingestellt, daß die Umschaltung im März bei unbedecktem Himmel zwischen 8.00 und 9.00 Uhr erfolgte. Die zu diesem Zeitpunkt im Gewächshaus erreichte Helligkeit entspricht einer Beleuchtungsstärke von etwa 15 000 lx.

Für die Umschaltung von Nacht- auf Tagbetrieb und umgekehrt wurden zu Beginn der Vegetationsperiode die Zeitpunkte 8.00 und 16.00 Uhr gewählt. Mit fortschreitender Jahreszeit verändert man die Zeitpunkte entsprechend der zunehmenden Tageslänge, im Mai erfolgte die Umschaltung jeweils um 6.00 und 18.00 Uhr.

Die im Untersuchungszeitraum vorgegebenen Temperatursollwerte sind in Tafel 1 zusammengestellt, sie entsprechen den Wärmeansprüchen einer Gurkenkultur [4]. Die Schalthöhe zwischen den beiden Gruppen beträgt jeweils 1 grd und der Temperaturunterschied zwischen den drei Stufen „nachts“, „trübes Wetter“ und „helles Wetter“ durchschnittlich 3 grd. Die Lüftungstemperatur liegt um durchschnittlich 3 bis 4 grd über dem höchsten Sollwert für das Heizen.

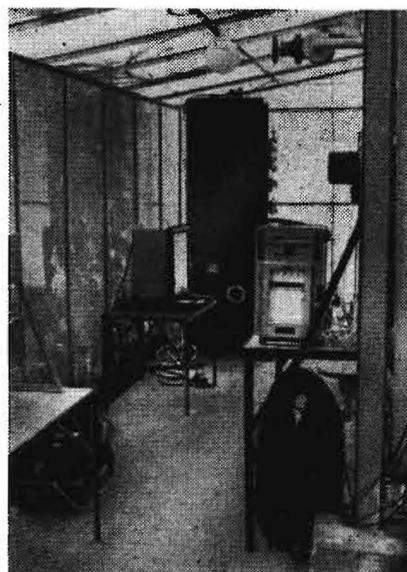
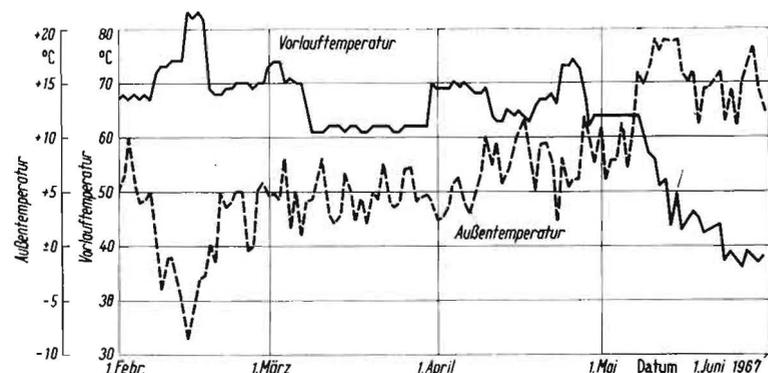
Die Prüfung der automatischen Temperaturregeleinrichtung erstreckte sich im wesentlichen auf die Messung der Raumtemperatur. Darüber hinaus wurden die Schalthäufigkeit der Luftheizer und die Wärmeleistung fortlaufend erfaßt.

Tafel 1. Einstellung der Temperaturregler

Sollwert	Temperatur [°C]		
	ab 1. Febr.	ab 27. Febr.	ab 13. April
Temperatur nachts			
2. Gruppe Luftheizer	18,0	20,0	21,0
1. Gruppe Luftheizer	19,0	21,0	22,0
Temperatur tags bei trübem Wetter			
2. Gruppe Luftheizer	20,0	22,0	23,0
1. Gruppe Luftheizer	21,0	23,0	24,0
Temperatur tags bei hellem Wetter			
2. Gruppe Luftheizer	24,0	24,0	26,0
1. Gruppe Luftheizer	25,0	25,0	27,0
Lüftungstemperatur	28,0	28,0	28,0

Bild 3. Meß- und Regelkabine ▶

Bild 2. Jahreszeitliche Veränderung der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur



3. Ergebnis der Untersuchungen

3.1. Einfluß der Vorlauftemperatur auf die Regelung der Raumtemperatur

Um den Einfluß der Vorlauftemperatur auf den Regeleffekt der raumtemperaturabhängigen Steuerung der Luftheizer zu ermitteln, wurde die Vorlauftemperatur bei annähernd gleichen Witterungsbedingungen systematisch verändert und der zeitliche Verlauf der Raumtemperatur beobachtet.¹ Unter den gegebenen Versuchsbedingungen erweist sich eine Vorlauftemperatur von 40 °C als am günstigsten.² Die Regelschwankung beträgt in diesem Falle $\pm 0,2$ grad, die Schaldauer ist größer als 1 min, während sich für eine Vorlauftemperatur von 70 °C eine Regelschwankung von durchschnittlich ± 1 grad und eine Schaltzeit von etwa 1 min ergibt. Eine entsprechend den Witterungsbedingungen variierte Vorlauftemperatur kann somit das Regelergebnis wesentlich verbessern.

3.2. Temperaturverlauf in Abhängigkeit vom eingestellten Temperaturprogramm

Ein entscheidendes Kriterium für die Eignung eines Regelsystems besteht darin, inwieweit es das eingestellte Temperaturprogramm im Laufe z. B. einer Vegetationsperiode tatsächlich einzuhalten vermag. Um hierüber eine Vorstellung zu vermitteln, seien einige typische Tagesverläufe der Temperatur gegenübergestellt (Bild 4). Die diesen Tagesverläufen zugrundegelegten Daten sind halbstündliche Mittelwerte für die Meßstelle in unmittelbarer Nähe der Temperatugeber der automatischen Temperaturregelung.

Bei der Messung am 16. Febr. 1967 herrschte sonniges Wetter. Ab 8.00 Uhr stieg die Temperatur von den niedrigen Nachtwerten relativ schnell an und erreichte nach etwa 1 1/2 h den gewünschten Sollwert bei hellem Wetter. Ab 16.00 Uhr nahm die Temperatur entsprechend dem vorgegebenen Zeitprogramm wieder ab. Gegen 17.00 Uhr hatte sich die niedrige Nachttemperatur von durchschnittlich 18,5 °C wieder eingestellt.

Entsprechend den geringen Beleuchtungsstärkewerten stieg die Temperatur am 14. Febr. tagsüber nur auf durchschnittlich 20,5 °C an.

Der Tagesverlauf vom 7. April zeigte zunächst den Anstieg der Temperatur entsprechend dem Übergang vom Nachtsollwert zum Tagsollwert bei trübem Wetter. Die allmähliche Auflockerung der Bewölkung hatte zur Folge, daß infolge zunehmender Einstrahlung die Temperatur im Gewächshaus ab etwa 11.00 Uhr Werte erreichte, die ein Einsetzen der Ventilatorlüftung bedingten. Erst ab 15.00 Uhr sank die Temperatur allmählich ab und erreichte gegen 18.00 Uhr wieder den vorgegebenen Wert der Nachttemperatur.

Die am 10. und 25. April registrierten Temperaturverläufe — die Witterungsbedingungen waren ähnlich — unterschieden sich nur insofern, als entsprechend den höher eingestellten Sollwerten die Temperaturwerte am 25. April nachts zwischen 21 bis 22 °C und am Tage zwischen 23,5 und 24,5 °C lagen.

Der Temperaturverlauf am 21. Mai veranschaulicht noch einmal den allmählichen Übergang von den Nachtwerten der Temperatur bis zu solchen Tageswerten, die ein Einsetzen der Lüftung zur Folge haben.

Insgesamt ist auf Grund der im Bild 4 dargestellten Temperaturverläufe festzustellen, daß das überprüfte Regelsystem die Anforderungen hinsichtlich Einhaltung eines gewünschten Temperaturprogramms weitgehend erfüllt. Die Abweichungen der Temperatur von dem in den Darstellungen eingezeichneten

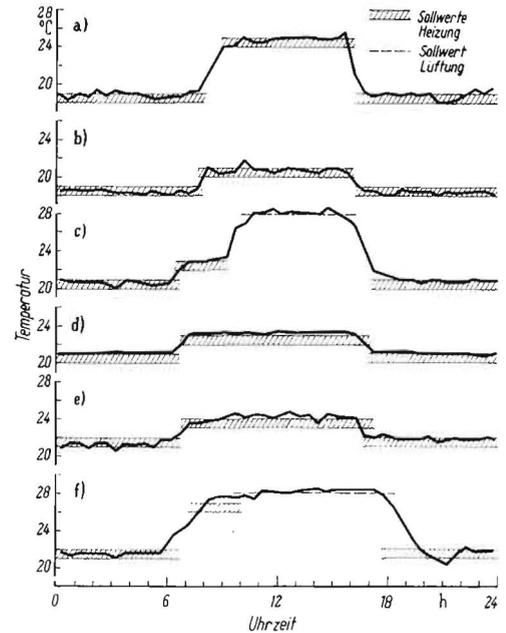


Bild 4. Tagesgänge der Temperatur (halbstündliche Mittelwerte)
 a) 16. Febr., helles Wetter; b) 14. Febr., trübes Wetter;
 c) 7. April, trübes bis helles Wetter; d) 10. April, trübes Wetter; e) 25. April, trübes Wetter; f) 21. Mai, helles Wetter

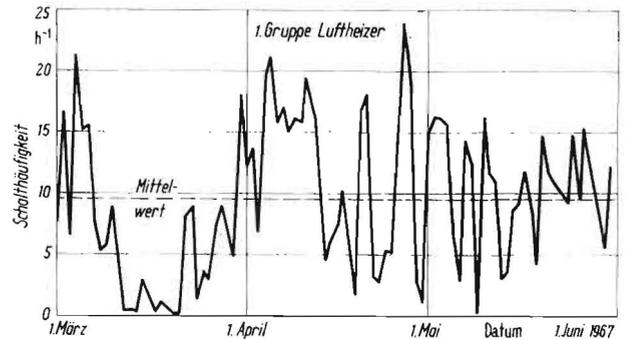


Bild 5. Schalthäufigkeit der Luftheizer in der Nacht

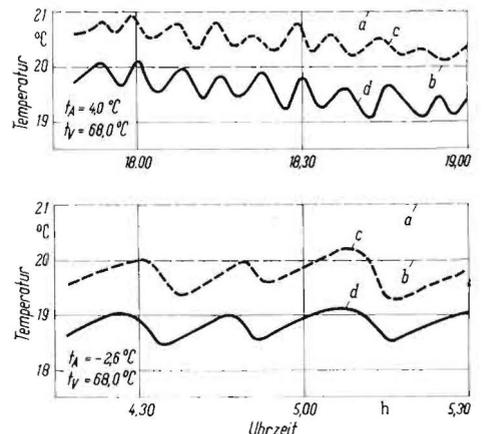


Bild 6. Einfluß der Störgröße Außentemperatur; Untersuchung am 2. April 1967, t_A Außentemperatur, t_V Vorlauftemperatur, a Sollwert 1. Gruppe, b Sollwert 2. Gruppe, c Hausmitte, d 6 m vom Sügiebel

¹ Diese Untersuchungen wurden vom VEB GRW Teltow durchgeführt [5]

² s. Bild 5 auf S. 508

neten Toleranzbereich, der durch die Schaltpunkte der beiden Luftheizergruppen festgelegt ist, lagen im Durchschnitt unter 0,5 grd.

3.3. Schalthäufigkeit der Luftheizer

Durch eine zu große Schalthäufigkeit werden der Anwendung der Zweipunktregelung Grenzen gesetzt. Hohe Regengenauigkeit hat im allgemeinen eine große Schalthäufigkeit zur Folge. Um die Beanspruchung der Stellglieder durch das An- und Ausschalten abschätzen zu können, wurden systematische Messungen der Schalthäufigkeit durchgeführt. Dies war um so notwendiger, als das mit Luftheizung ausgestattete Gewächshaus eine dynamisch schnell reagierende Regelstrecke darstellt. Die Schalthäufigkeit unterliegt großen zeitlichen Schwankungen (Bild 5). Maximal werden z. B. die Luftheizer der 1. Gruppe im Durchschnitt einer Nacht etwa 20 mal, im Mittel etwa 10 mal je Stunde geschaltet. Im Mittel ist die Schalthäufigkeit der 1. Gruppe größer als die der 2. Gruppe. Weiterhin ist für die 2. Gruppe der Luftheizer eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit zu erkennen. Infolge des von Monat März bis Mai abnehmenden Wärmebedarfs verringert sich die Schalthäufigkeit der 2. Gruppe, die entsprechend der Einstellung der Regler erst dann den Betrieb aufnimmt, wenn der Sollwert der ersten Gruppe um 1 grd unterschritten worden ist. Auf Grund der Messungen folgte für die Periode vom 1. März bis 31. Mai 1967 eine Gesamtanzahl von 19 241 Schaltungen für die 1. und von 4 807 Schaltungen für die 2. Gruppe. Eine Beeinträchtigung der Stellglieder infolge dieser Schalthäufigkeit wurde nicht festgestellt.

3.4. Einfluß von Störgrößen auf die Temperaturregelung

Die am 2. April 1967 beobachteten Temperaturverläufe (Bild 6) zeigen, wie bei gleichbleibender Vorlauf-, aber unterschiedlicher Außentemperatur durch das gruppenweise Schalten der Luftheizer der Einfluß der Störgröße Außentemperatur vermindert wird. Bei einer Außentemperatur von 4,0 °C liegt die Temperaturkurve der Meßstelle in Hausmitte — das ist die Meßstelle in der Nähe des Temperaturgebers für die Regeleinrichtung — innerhalb des Toleranzbereiches. Die Regelung erfolgte ausschließlich durch Schalten der Luftheizer der 1. Gruppe. Die Amplitude der Regelschwankungen ist kleiner als $\pm 0,5$ grd. Bei der niedrigen Außentemperatur

von $-2,6$ °C jedoch konnte die 1. Gruppe den Wärmebedarf nicht mehr decken. Geregelt wurde jetzt durch An- und Abschalten der 2. Gruppe. Trotzdem sank die Temperatur infolge einer entsprechend den Außenbedingungen noch zu hohen Regellast um durchschnittlich 0,75 grd ab. Es entstand also eine bleibende Regelabweichung. Eine Erhöhung der Vorlauftemperatur auf etwa 75 °C wäre zweckmäßig gewesen.

Der am 8. Febr. 1967 in der Zeit von 4.00 bis 6.30 Uhr gemessene Temperaturverlauf (Bild 7) stellt ein Beispiel für die Beeinflussung des Regelvorgangs durch den Wind dar. Innerhalb von etwa 30 min stieg die mittlere Windgeschwindigkeit von 5,9 auf 6,6 m/s an. Das hatte zur Folge, daß — mit einer gewissen Verzögerung — die 2. Gruppe der Luftheizer anliefe, um den erhöhten Wärmebedarf zu decken. Das Zu- und Abschalten der zweiten Luftheizergruppe löste Regelschwankungen mit einer maximalen Amplitude von etwa ± 1 grd aus. Gleichzeitig entstand eine geringe bleibende Regelabweichung, d. h. eine Verschiebung des zeitlichen Temperaturmittelwertes, die etwa $-0,5$ grd betrug.

Die stärksten Störungen werden im allgemeinen durch Niederschläge hervorgerufen. Deutlich geht dies aus dem am 2. März 1967 gemessenen Temperaturverlauf (Bild 8) hervor. An diesem Tag schwankte die Außentemperatur zwischen 2,4 und 5,2 °C, während die Vorlauftemperatur konstant auf 71,5 °C eingestellt war. In der Zeit von 9.15 bis 10.00 Uhr und von 11.40 bis 12.45 Uhr fiel Niederschlag in Form von Regen mit einer Niederschlagsmenge von insgesamt 3,2 mm. Mit dem Einsetzen des Niederschlags begannen jeweils die Luftheizer der zweiten Gruppe anzulaufen. Trotz der relativ hoch eingestellten Vorlauftemperatur reichte die Wärmeleistung der beiden Luftheizergruppen beim ersten Niederschlag jedoch nicht aus, um die Temperatur konstant zu halten. Die starke Abkühlung durch den Regen bewirkte, daß die Temperatur um etwa 1,5 grd unter den niedrigsten Sollwert absank. Am Nachmittag war die Abkühlung offensichtlich geringer, da der Sollwert nur unwesentlich unterschritten wurde.

4. Schlußfolgerungen

Insgesamt kann man einschätzen, daß das geprüfte Temperaturregelssystem den gestellten Anforderungen genügt. Vorübergehend aufgetretene stärkere Regelabweichungen sind im allgemeinen durch eine nicht optimal eingestellte Vorlauftemperatur bedingt. Hieraus ergibt sich die Forderung, im Falle höherer Ansprüche an die Regengenauigkeit eine witterungsabhängige Regelung anzuwenden, da das Gewächshaus mehr als jeder andere abgeschlossene Raum durch die Witterung beeinflusst wird.

Obwohl die Kosten der derzeit empfohlenen Temperaturregeleinrichtungen durchaus ökonomisch zu vertreten sind, sollte unbedingt versucht werden, durch neue Varianten der Temperaturregelung zu einer Verbillichung der erforderlichen Einrichtungen zu kommen, zumal damit zu rechnen ist, daß in den nächsten Jahren neben der Regelung und Steuerung der Temperatur andere wesentliche Wachstumsfaktoren, wie z. B. Luftfeuchtigkeits- und CO_2 -Gehalt der Luft, systematisch in den BMSR-Komplex einbezogen werden, was zwangsläufig zu einer Erhöhung der Kosten führt. Lösungsmöglich-

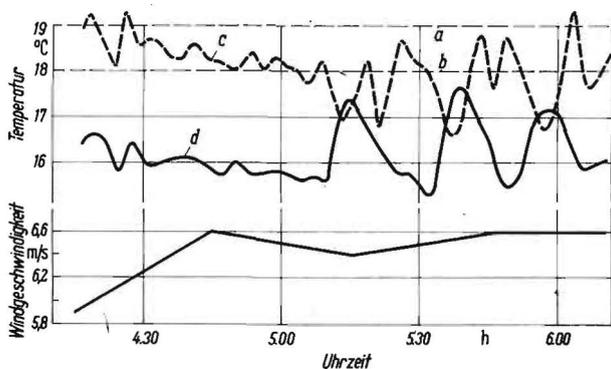
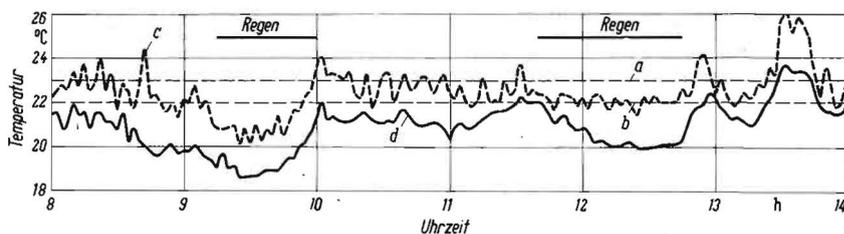


Bild 7 ▲
Einfluß der Störgröße Wind; Untersuchung am 8. Febr. 1967, Außentemperatur $t_A = -3,5$ °C, Vorlauftemperatur $t_V = 66,5$ °C; weitere Erläuterung s. Bild 6

Bild 8
Einfluß der Störgröße Niederschlag; Untersuchung am 2. März 1967, Außentemperatur $t_A = 2,4 \dots 5,2$ °C, Vorlauftemperatur $t_V = 71,5$ °C, Niederschlag 3,2 mm; weitere Erläuterung s. Bild 6



keiten für dieses Problem ergeben sich beispielsweise durch die Verwendung eines zentralen Regelgerätes für mehrere Regleinheiten, indem in Verbindung mit geeigneten Umschalteneinrichtungen Meßgeber und Stellglieder der verschiedenen Regleinheiten nacheinander mit dem Zentralgerät zu Regelkreisen vereinigt werden.

Schließlich ist es notwendig, systematische Untersuchungen über den Einfluß der physikalischen Umweltfaktoren auf die Ertragsbildung von gärtnerischen Pflanzenarten durchzuführen, um detailliertere und präzisere Empfehlungen, als sie auf Grund unserer jetzigen Kenntnisse möglich sind, für die Einstellung der im Gewächshaus angewendeten Regel- und Steuereinrichtungen geben sowie die Anforderungen an solche Einrichtungen ökonomisch exakt begründen zu können.

Temperaturregelung in Gewächshäusern unter Berücksichtigung einer Störgrößenaufschaltung

Ing. P. KRASPER, KDT*

1. Einleitung

Die Ausführungen beschränken sich auf Gewächshäuser, die mit Luftheizgeräten für Pumpenwasser 90/70 °C und Ventilatorlüftung ausgestattet sind. Bisher erfolgte die Regelung der Gewächshausinnentemperatur durch Zu- und Abschalten von Luftheizermotoren bzw. Lüftungsventilatoren. Der Vorteil der un stetigen Regelung liegt in dem geringen gerätetechnischen Aufwand, von Nachteil ist das Auftreten von Dauerschwingungen und das dadurch bedingte häufige Schalten der Stellglieder.

Hauptstörgröße Z für die Temperaturregelung ist die Witterung. Im folgenden werden einige Verfahren zur meßtechnischen Erfassung der Witterung aufgezeigt. An Beispielen soll die Aufschaltung der Hauptstörgröße erläutert werden.

2. Meßtechnische Erfassung der Störgröße

Ein Gewächshaus besitzt eine geringe Wärmespeicherefähigkeit und einen relativ hohen Wärmedurchgang, d. h. Änderungen der Witterung wirken sich ungedämpft auf die Regelgröße aus. Dadurch treten zeitweise erhebliche Abweichungen vom Sollwert auf. Um die Regelgüte zu erhöhen, soll als Führungsgröße ein Summensignal sämtlicher Witterungseinflüsse auf die Regelung der Gewächshausinnentemperatur einwirken. Neben der Höhe der Außentemperatur interessiert die Windgeschwindigkeit in Nähe der Gewächshausoberfläche, die Wandnässe während und nach Regenfällen und die Sonneneinstrahlung.

Diese vier Faktoren können prinzipiell mit handelsüblichen Geräten gemessen und dann zu einem Signal zusammengefaßt werden. Dabei muß die Möglichkeit bestehen, den Einfluß der einzelnen Komponenten auf das Summensignal einzustellen. Diese Lösung erscheint aber ökonomisch nicht vertretbar.

Da der Wärmeverlust des Gewächshauses im wesentlichen vom Wärmestrom durch die Gewächshaus hülle bedingt ist, scheint die Messung des Wärmestroms nach der „Hilfswandmethode“ als geeignet.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit Hilfe eines Gewächshausmodells die Veränderungen der Witterung zu erfassen.

Da die Regelung der Innentemperatur durch Heizung und Lüftung unabhängig voneinander sein soll, um Energieverluste zu vermeiden, werden beide Regelungen nacheinander erläutert.

Literatur

- [1] FÜRTSCH, CH./A. HEISSNER: Der Einsatz von Re-Reglern zur Temperaturregelung in Gewächshausanlagen. Deutscher Gartenbau 12 (1965) Nr. 11, S. 296 bis 298
- [2] VOGEL, G.: Gewächshaus aus freitragenden glasfaserverstärkten Polyesterschalen — Mikroklimatische, pflanzenbauliche und ökonomische Untersuchungen — Habilitationsschrift, Landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin 1965, 176 S.
- [3] HEISSNER, A./CH. FÜRTSCH/R. SAHRMÜLLER: Anwendungsmöglichkeiten der Steuer- und Regeltechnik im Treibgemüsebau. Fortschrittsbericht für die Landwirtschaft, Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 1967 (im Druck)
- [4] Autorenkollektiv (unter Leitung von J. REINHOLD): Ratgeber für den Gemüsebau unter Glas, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 3. Aufl., Berlin 1966, 407 S.
- [5] KRASPER, P./W. WILHELMJ/U. HILBIG: Simulation der Temperaturregelung der Gewächshäuser auf dem Analogrechner. Abschlußbericht, VEB Geräte- und Reglerwerke Teltow, 1966 (unveröffentlicht) A 7024

3. Temperaturregelung durch Heizung

Die Regelgröße, die Gewächshausinnentemperatur ϑ_i , kann über zwei Stellglieder beeinflusst werden. Stellgröße y_1 ist die Anzahl der eingeschalteten Luftheizer, Stellgröße y_2 ist die Stellung des Ventils zur Rücklaufbeimischung. Mit der Stellgröße y_2 soll die Heizleistung je Luftheizer variiert werden. Da die Messung der übertragenen Wärmemenge aufwendig ist, wird auf Grund der Beziehung zwischen Heizleistung und Vorlauftemperatur letztere meßtechnisch erfaßt.

Das erste Beispiel zeigt Bild 1:

Die Störgröße Z wirkt auf die Stellgröße y_1 , d. h. entsprechend dem Summensignal des Witterungsgebers wird eine Anzahl von Luftheizern eingeschaltet. Das Stellglied y_2 , das Mischventil, ist der Regelgröße ϑ_i zugeordnet. Dadurch kann es vorkommen, daß durch Eingriff der Innentemperaturregelung auf Grund einer Störung das Stellglied eine dieser Begrenzungen erreicht, ohne daß die Regelabweichung beseitigt werden konnte. In diesem Fall wird durch Zu- oder Abschalten eines Luftheizers der Regelbereich für die Innentemperaturregelung verändert, die Störung kann dann ausgeregelt werden. Zur Erhöhung der Regelgüte kann noch die Vorlauftemperatur als Hilfsregelgröße auf den Regelkreis über einen Verschwindimpuls aufgeschaltet werden.

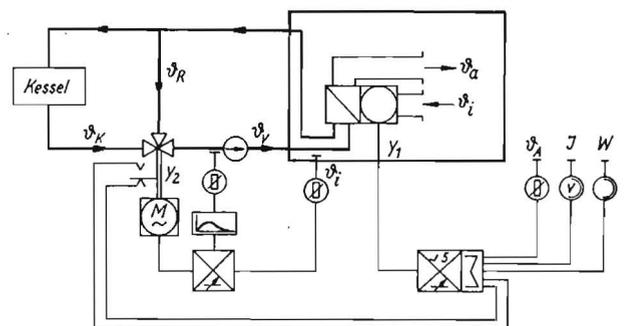


Bild 1. Regelschema für Heizung (Beispiel 1)

* VEB GRW Teltow, Betriebsteil Berlin, Abt. Analogtechnik