

6 Optimierung mit Klimacomputern

Größere Gartenbaubetriebe verfügen über Klimacomputer, die die beschriebenen Funktionen erheblich einfacher lösen können. Die Optimierung der Funktionen ist jedoch nicht immer Standard. Am Beispiel der Abb. 2 können einige Besonderheiten der Computerregelungen aufgezeigt werden.

Wenn die Kesselzentrale, sehr häufig Zweikesselanlagen, über Niedertemperaturkessel verfügt, kann meist auf den Hauptmischer 1 verzichtet werden. Seine wesentliche Funktion besteht in der Begrenzung der kalten Rücklaufwassermenge in der Phase der Rücklauf temperaturanhebung. Bei der Einfachregelung kann dies nur über den Hauptmischer 1 erfolgen, der Computer kann dazu aber auch alle Motormischer der Häuser etwas zufahren, so daß ebenfalls der gewünschte Effekt eintritt. Da der Klimacomputer alle Gewächshäuser regelt, kann anhand des berechneten Wärmebedarfs direkt zwischen Ruhe-, Aufheiz- und Betriebsphase unterschieden werden.

Sicherlich wirkt sich eine kontinuierliche Warmwasserversorgung durch die Ringleitung positiv auf die Regelqualität aus, doch die Verluste sind dabei erheblich. Wird dazu noch ein Abgaskondensator betrieben, sollte die Ringleitung zugunsten der niedrigen, für die Brennwertnutzung benötigten Rücklauf temperatur geschlossen werden. Um dennoch eine schnelle Regelung in der Aufheizphase zu erhalten, kann z. B. das Motorventil 1 (Abb. 2) für kurze Zeit öffnen. Damit wird schneller warmes Wasser zu den Gewächshauskreisen gebracht, nach der Anlaufzeit aber der Abgaskondensator optimal versorgt.

7 Heizkesselwahl

Für die Ausnutzung der beschriebenen Optimierungen sind die am Markt angebotenen Kessel unterschiedlich geeignet. Die besten Voraussetzungen dürften sicherlich Niedertemperaturkessel bieten. Sie sind für niedrigere Kesselwassertemperaturen konstruiert worden, und das zur Grundausstattung gehörende Regelgerät ermöglicht das außentemperaturabhängige Gleiten der Kesselwassertemperatur zwischen etwa 40 und 90 °C (genaue Temperaturen sind den typenspezifischen Herstellerangaben zu entnehmen). Dadurch sind sie toleranter gegenüber niedrigeren Rücklauf temperaturen und verursachen geringere Verluste durch niedrige Kesselwassertemperaturen beim Betrieb in Übergangszeiten und im Sommer.

Heizkessel mit angehobener, konstanter Wassertemperatur sind preiswerter, für Heizungsanlagen im Gartenbau aber nur bedingt geeignet. Sie verursachen höhere Abstrahlungsverluste, und die zulässige Kesselwassertemperatur liegt um etwa 20 °C höher als bei Niedertemperaturkesseln, entsprechend geringer fällt die Toleranz gegenüber niedrigen Rücklauf temperaturen aus. Die Kesseltemperatur ist nur manuell veränderbar; sie ist im Sommer und Winter anzupassen, um die Verluste zu begrenzen.

Es ist aus technischer Sicht schwer nachvollziehbar, warum einige Hersteller wieder zu Kesseln ohne Rücklauf temperatortoleranz und den damit verbundenen Nachteilen zurückkehren. Berücksichtigt man den zu erwartenden um 1 % verminderten Jahresnutzungsgrad, wird der scheinbare Kostenvorteil in der Anschaffung während der Nutzungszeit unmerklich wieder verschlungen.

Im niederländischen Gartenbau sind Kessel mit großem Wasservolumen noch weit verbreitet. Das größere Kesselwasservolumen kann hier aber nicht, wie immer wieder behauptet wird, ausreichend als Wärmespeicher dienen. Die meist höhere Kesselwassertemperatur und ständige Bereitschaft bringen zwar eine verbesserte Regelreaktion, aber auch erhebliche Verluste. Daneben benötigen diese Kessel eine Kesselkreislaufpumpe, die für zusätzliche Verluste sorgt. Moderne Kessel kommen dagegen meist ohne Kesselkreislaufpumpe aus, da sie keinen Mindestvolumenstrom benötigen. Auch diese Hilfsenergiemengen sind in der Gesamtenergiebilanz zu berücksichtigen.

Wichtiges kurzgefaßt:

- Bei Neuanlagen oder auch Kesselerneuerungen muß die erforderliche Heizleistung vom Fachmann ermittelt und die Heizkesselleistung entsprechend angepaßt werden.
- Für die Beheizung von Gewächshäusern nur Niedertemperaturkessel mit „sicherheitstechnischer“ Grundausstattung wählen.
- Klimacomputer oder gewächshauspezifische Regelung der Temperaturführung „aufsatteln“.
- Schornsteine müssen der Feuerungsleistung angepaßt und gut isoliert sein, um Kondensatbildung zu vermeiden.
- Bei allen Planungen und Installationen Stromverbraucher beachten; Leistungsaufnahme und Laufzeiten kritisch bedenken.

Gartenbau

Technik im Gartenbau unter Glas

KTBL

Arbeitsblatt

Heizzentrale und gartenbaugerechte Regelung

1 Einleitung

Wirtschaftliche und ökologische Bedingungen, aber auch gesetzliche Vorgaben zwingen immer stärker dazu, die zum Heizen eingesetzte Energie zu minimieren. Es kommt entscheidend darauf an, die gerade erforderliche Wärmemenge mit niedrigem technischem Aufwand, mit minimaler Hilfsenergie (Strom) und geringsten Verlusten aus dem jeweiligen Heizmaterial umzusetzen und zur Verfügung zu stellen. Auch in der Gewächshausbeheizung stecken noch erhebliche Einsparungsreserven.

Die von den Kesselherstellern angegebenen und von den Schornsteinfegern gemessenen feuerungstechnischen Wirkungsgrade (92–96 %) helfen nur wenig und wiegen einen in falscher Sicherheit. Gärtner, die Heizungsanlagen betreiben, erneuern wollen oder neu planen, werden mit Wirkungsgradangaben bis 107 % in die Irre geführt. Tatsache bleibt dabei, daß nur etwa 50–75 % der zum Heizen eingesetzten Energie im Gewächshaus ankommen und effektiv genutzt werden.

Doch die fortschreitende technische Entwicklung kommt uns entgegen. Bei Neu- oder Umbauten gärtnerischer Heizzentralen sollten die neueren Erkenntnisse und technologischen Möglichkeiten gewächshauspezifischer Anlagen- und Regelungstechnik in der Heizzentrale des Gartenbaubetriebes genutzt werden.

2 Spezifische Eigenschaften von Heizungsanlagen im Gartenbau

Heizungsanlagen in Gartenbaubetrieben sind in vielerlei Hinsicht anders als „normale“ Heizungsanlagen. Diese wichtigen „anderen“ Kriterien sind in Planung und Ausführung, hydraulischer Einbindung, Steuerung sowie Regelung zu berücksichtigen.

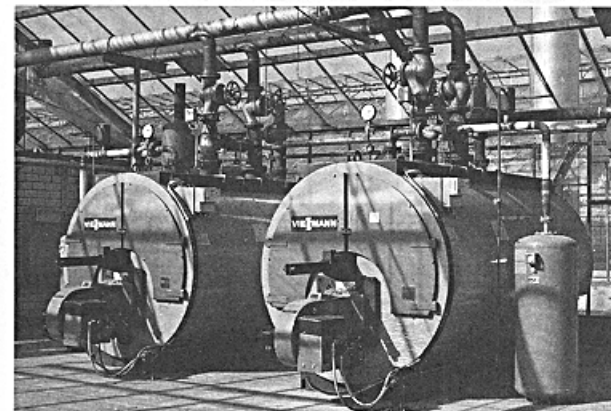


Abb. 1: Blick in das Kesselhaus eines Gartenbaubetriebes

Foto: Gabloffsky

Großes Wasservolumen

Heizungsanlagen in Gewächshäusern haben fast immer ein großes Wasservolumen. Dies hemmt die Reaktionsgeschwindigkeit auf Bedarfsänderungen – das System reagiert träge. Ursache hierfür sind die immer noch mehrheitlich eingesetzten 2-Zoll-Heizrohre (Durchmesser 50 mm) als Heizungssystem in den Gewächshäusern. Hinzu kommen die relativ hohen Heizleistungen pro m² Gewächshausgrundfläche mit den entsprechenden Dimensionierungen in den Zuleitungen und die zum Teil großen Entfernungen zwischen Heizzentrale und Gewächshäusern.

Wichtiges kurzgefaßt:

- Heizkörper mit größeren Oberflächen und kleineren Wassermengen wählen. Hier bieten sich Tropfenrohre, Flügelrohre oder Konvektoren an.
- Heizleistungsbedarf auf mehrere Heizkreise im Gewächshaus aufteilen (Untertisch- und Oberheizung, Vegetationsheizung).
- Für die Regelung in den Gewächshäusern Mischkreise anstatt Pumpen-ein-aus-Schaltungen vorsehen.
- Mischeinrichtungen und Pumpen richtig dimensionieren; bei Maximalast überprüfen, Pumpen gegebenenfalls in Stufen zurücknehmen, um Heizenergie und Strom einzusparen.
- Geringere Temperaturdifferenzen zwischen Vor- und Rücklauf wählen: 15, 10 oder gar 5 K, besonders in Pflanzennähe.
- Kurze Wege und lastabhängig gesteuerte oder selbstregelnde Pumpen in der Ringleitung.

Schnelle Änderungen des Heizbedarfs und Kesselschutz

Die für den Heizenergiebedarf des Gewächshauses relevanten Bedingungen ändern sich sehr schnell. Deshalb ist auch der Heizbetrieb sehr großen Schwankungen unterworfen. Außentemperatur, Regen, Schnee und Wind wirken stark und unverzüglich über die meist nur 4 mm dünne Glasbedachung und über konstruktive Gewächshausteile mit zum Teil hohen Wärmeleitfähigkeiten (Stahlrinnen, ungeschützte Aluminiumsprossen und Firste) auf das Klima im Gewächshaus ein. Die konstruktiv bedingte relativ hohe Undichtigkeit des Gewächshauses steigert mit Luftwechselzahlen von 0,5–2 h⁻¹ noch diesen Effekt.

Entscheidend für die Schnelligkeit der Heizleistungsbedarfsänderung ist jedoch die Transparenz der Gewächshaushülle für die Globalstrahlung. Diese sorgt dafür, daß auch bei sehr tiefen Außentemperaturen im Winter bei Sonne stundenlang keine Heizenergie erforderlich ist. Das Wasser in den Heizrohren kühlt dann auf Raumtemperatur, z. B. 15 °C ab. Mit Sonnenuntergang aber wird schnell die tiefe Außentemperatur wirksam und der volle Heizleistungsbedarf setzt plötzlich ein. Pumpen laufen an, Ventile und Mischer öffnen, große Mengen Rücklaufwasser kommen auf den Kessel zu und die Kesselmindesttemperatur gerät in

Gefahr, unterschritten zu werden. Trotz richtig dimensionierter Kesselrücklaufbeimischung (50 % Wassermenge) können sich kritische Bedingungen für die Bildung von rauchgasseitigem Kondensat an Kesselwänden (Korrosion) und Schornstein (Versotung) einstellen.

Wichtiges kurzgefaßt:

- Die Regelung muß kritische Situationen früh und schnell erkennen sowie in Steuerbefehle umsetzen (Wetterstation, Klimacomputer, Pumpen-aus-Info).
- Feuerung sofort auf volle Leistung bringen und halten, wenn größerer Bedarf zu erwarten ist.
- Feuerung abschalten, wenn zu erwarten ist, daß die Sonne demnächst das Gewächshaus erwärmen wird.
- Wirksame Abhebung der Rücklauftemperatur vorsehen:
 - Bei Klimacomputersteuerung Einsatz einer Rücklaufbeimischpumpe (50 % der Auslegungswassermenge) und Übergriff auf Heizkreisgruppen zur Reduzierung der zurückfließenden Wassermenge (falls erforderlich).
 - Bei Analog-Einzelregelgeräten Einsatz einer Rücklaufbeimischpumpe (wie oben) und Mischer im Vorlauf mit Außentemperaturabhängiger Vorlauftemperaturregelung; über Rücklauffühler Einschränkung der zurückfließenden Wassermenge (falls erforderlich).
- Die Mindesttemperaturen von Rücklauf- und Kesselwasser müssen bei der Verfeuerung von Erdgas oder Flüssiggas etwa 10 °C höher als bei Heizölfeuerungen eingestellt sein (genaue Temperaturen sind den typenspezifischen Herstellerangaben zu entnehmen); bei Heizöl EL setzt die Kondensatbildung erst bei niedrigeren Kesselwandtemperaturen ein.
- Zwei- und Dreistufenbrenner müssen bei Niedertemperaturheizkesseln in der ersten Stufe auf mindestens 60 % der Gesamtfeuerungsleistung eingestellt sein (Vorgabe der Kesselhersteller zum Kesselschutz).
- Modulierende Brenner sind für Niedertemperaturheizkessel nur unter der Einschränkung zugelassen, daß die Kesselmindesttemperatur wirksam gesichert wird (Vorgabe der Kesselhersteller zum Kesselschutz).

Zu den genannten spezifischen, bautechnischen und klimatischen Gegebenheiten kommen Eingriffe des Gärtners, die den Leistungsbedarf ebenfalls stark beeinflussen:

- Energieschirme schließen/öffnen während der Dämmerung. Abends sinkt dann der Heizleistungsbedarf um 30–50 %, morgens steigt er um 50–100 % an, wobei zusätzlich der kalte Luftraum über dem Schirm zu erwärmen ist.
- Abgesehen von besonderen Temperaturstrategien kommt die Temperaturabsenkung bei Nacht noch immer verbreitet zur Anwendung. Dies bedeutet morgens fast zeitgleich zum Öffnen des Schirms eine Anhebung der Raumtemperatur von z. B. 12 auf 15 °C.

Wichtiges kurzgefaßt:

- Energieschirme früh schließen und spät öffnen (Richtwert an der Wetterstation um 2000 lx, im Gewächshaus um 800–1000 lx).
- Energieschirme je nach Pflanzenart in Lichtstufen (1500–2500 lx bzw. 700–1100 lx) steuern, um Heizleistungs- und Strombedarfsspitzen zu vermeiden.
- Energieschirme in Schritten öffnen.
- Tag-/Nachttemperatur morgens und abends mit ausreichendem Zeitabstand (15–30 min) vor der Schirmbewegung einregeln.

3 Heizungsanlagen im Gartenbau

Mit den von den Kesselherstellern angebotenen Standardregelungen läßt sich im Gartenbau nur wenig anfangen, da sie für den Wohnbereich konzipiert sind. Sie berücksichtigen z. B. nicht das typische Verhalten der Gewächshäuser, sich bei Licht selbst aufzuheizen, so daß trotz niedriger Außentemperatur kein Heizbedarf zu verzeichnen ist. Die reine Außentemperaturführung, wie im Wohnungsbau üblich, kann hier zu einer überhöhten Heizanforderung führen. In der Praxis hat es sich bewährt, mit gartenspezifischen Reglern zu arbeiten. In der Zwischenzeit haben aber auch einige Kesselhersteller spezielle Anlagenvorschläge für den Gartenbau erarbeitet.

Am Abend, wenn die Sonne nicht mehr zur Beheizung der Gewächshäuser beiträgt, stellt sich sehr schnell ein hoher Heizbedarf ein. Dieser plötzliche Leistungsbedarf, kombiniert mit dem oben beschriebenen, auf Raumtemperatur abgekühlten großen Wasservolumen in den Heizrohren, muß bei der Heizzentralenplanung berücksichtigt werden. Es gilt, einen wirkungsvollen Kesselschutz vorzusehen und bei der Kesselauslegung zu beachten,

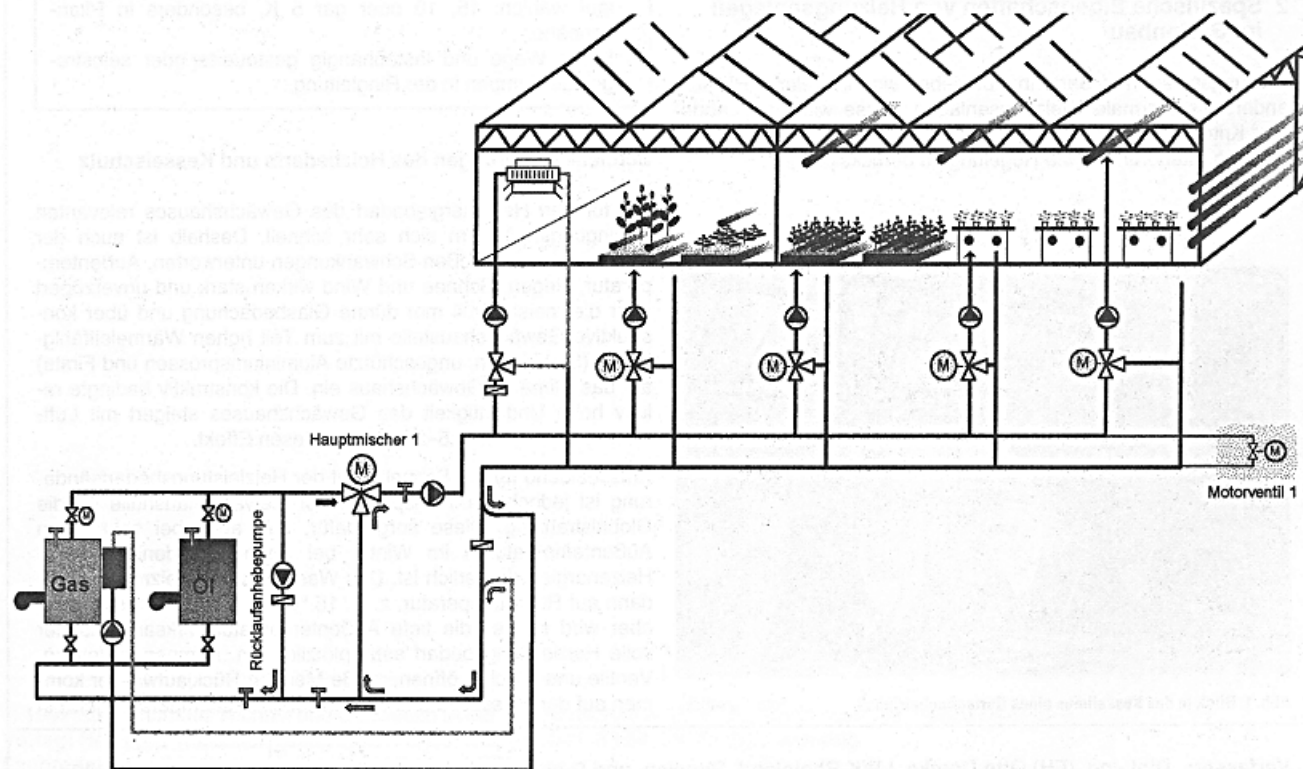


Abb. 2: Beispiel einer Gas-Öl-Gartenbauheizung

Rücklauftemperatur gehalten werden muß. Der vermeintliche Kostenvorteil wird in wenigen Jahren durch den erhöhten Stromverbrauch aufgezehrt. Der bessere Jahreswirkungsgrad spricht zu dem für diesen Kesseltyp.

Zusammenfassung

Die drei Betriebszeiten lassen sich folgendermaßen charakterisieren (vgl. auch Abb. 4):

- Ruhephase:**
 - Die Gewächshäuser melden keinen Energiebedarf.
 - Die Kesseltemperatur wird auf dem kesseltypisch minimalen Wert gehalten.
 - Die Beimischpumpe ist aus, da kein kaltes Rücklaufwasser zu erwarten ist.
 - Der Ringleitungsmischer ist zu und die Ringleitungspumpe ist aus, um keine unnötigen Wärmeverluste zu verursachen.
- Aufheizphase:**
 - Wesentliche Gewächshäuser melden einen Energiebedarf nach der Ruhephase an.
 - Die Kesseltemperatur wird auf maximale Leistung gesteuert.
 - Die Rücklaufbeimischpumpe wird wieder in Funktionsbereitschaft gesetzt, d. h., wenn zu kaltes Rücklaufwasser ankommt, wird sie eingeschaltet.
 - Der Ringleitungsmischer wird freigegeben und schließt proportional, wenn zu kaltes Rücklaufwasser trotz Beimischpumpe zum Kessel fließt (konventionell) oder über den Klimacomputer wird Einfluß genommen, daß die Rücklaufwassermenge begrenzt wird.
 - Reicht die Beimischpumpe zur Rücklaufanhebung, regelt der Mischer die bedarfsabhängige Vorlauftemperatur aus.
 - Die Ringleitungspumpe sollte nur bei wirklichem Bedarf einschalten.
- Betriebsphase:**
 - Die Gewächshäuser haben noch immer Energiebedarf.
 - Die Kesselwassertemperatur wird nach dem Wärmebedarf der Gewächshäuser (beim Einsatz eines Klimacomputers) oder nach der Außentemperatur geregelt.
 - Die Beimischpumpe schaltet nur beim Unterschreiten der Mindestrücklauftemperatur ein.
 - Der Ringleitungsmischer regelt bedarfsgerecht die Zuleitungstemperatur.
 - Die Ringleitungspumpe wird nur bei Bedarf zugeschaltet.

5 Funktionsbeispiel einer einfachen Heizungsanlage

Das gute Zusammenspiel der Heizungsbauer und Regeltechniker/Elektriker ist für einen optimalen Betrieb unerlässlich. Leider stellt man immer wieder fest, daß Kenntnisse über die speziellen Möglichkeiten der Kesselregelung fehlen. Anhand einer Einkes-

selanlage soll hier beispielhaft eine Anlagenoptimierung beschrieben werden. Es sollte dazu beim Kesselhersteller besonders nach den Einbauempfehlungen für den Gartenbau gefragt werden. Die örtlichen Niederlassungen geben dazu leider allzuoft falsche Auskunft. Im zugrundeliegenden Beispiel (Abb. 5) sind durch einige spezielle Anpassungen die oben beschriebenen Funktionen mit einer Originalkesselregelung eines Herstellers realisierbar.

1. Ruhephase: Wenn alle Pumpen der Gewächshausheizkreise aus sind, kann z. B. über eine einfache Zweidrahtschaltung das Anforderungsrelais 1 abfallen. Über dieses Hilfsrelais wird der Kesselzentrale mitgeteilt, daß der Absenkbetrieb eingeschaltet werden kann. Die Kesselregelung schaltet dann auf die Mindesttemperatur des Kesselwassers zurück, schaltet die Bereitschaft der Rücklaufanhebungpumpe sowie die Ringleitungspumpe aus und fährt den Mischer zu, um möglichst wenig Stillstandsverluste zu erzeugen. Eine einfache Kodierung in der normalen Kesselregelung ermöglicht dies bereits bei einigen Herstellern.

2. Aufheizphase: Mit dem Einschalten der ersten Heizkreispumpe wird über das Anforderungshilfsrelais 1 der Kesselregelung Wärmebedarf angezeigt. Der Kessel schaltet über dieses Signal von der Mindestkesselwassertemperatur wieder zurück auf die außentemperaturabhängige Kesselwassertemperatur, aktiviert die bedarfsabhängige Rücklaufbeimischpumpe, gibt den Ringleitungsmischer frei und schaltet bei Bedarf die Ringleitungspumpe ein.

In der Aufheizphase ist mit einem erhöhten Wärmebedarf zu rechnen. Diese Sonderzeit wird durch ein zusätzliches Zeitrelais 2 realisiert. Über eine entsprechende Codierung der Kesselregelung wird beim Aktivieren dieses Eingangs der Sollwert der Kesseltemperatur auf z. B. 90 °C heraufgesetzt. So wird für 15 bis 30 Minuten mit maximaler Leistung möglichst schnell, d. h. ohne Brennerunterbrechung, sowohl das kalte Rohrwasservolumen aus den Häusern als auch die Gewächshäuser selbst aufgeheizt. Erfahrene Elektriker unterscheiden bei der Anforderung noch zwischen kleinen, gleichbedeutend mit geringem Leistungsbedarf, und großen Gewächshäusern. Bei den kleinen wird nur die Heizbedarfsanforderung mit dem Anforderungsrelais 1 übergeben und kein Zeitrelais aktiviert, so daß bei kleinem Heizbedarf keine maximale Aufheizung erfolgt.

3. Betriebsphase: Nach Ablauf der Aufheizphase, bestimmt durch das Zeitrelais, wird der normale Heizbetrieb mit der durch die Außentemperaturkurve bestimmten Kesselwassertemperatur und Mischertemperatur aufgenommen. Schalten nun alle Pumpen der Heizkreise wieder ab, fällt die Regelung durch Öffnen der Anforderungsrelais wieder in die Ruhephase zurück und der Kreislauf kann von vorn beginnen.

Sicherlich stellt die beschriebene Anordnung nur einen Kompromiß dar. Sie kann jedoch durch die regeltechnische Berücksichtigung der langen Nichtheizzeiten die Stillstandsverluste erheblich reduzieren.

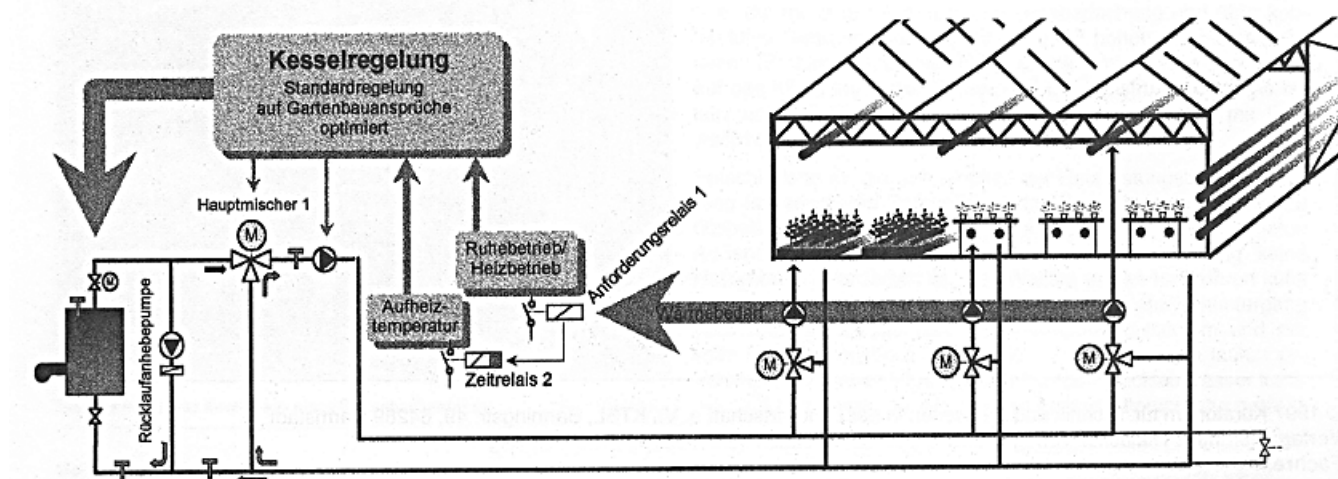


Abb. 5: Beispiel einer Einkesselanlage mit Kesselregelung und Gartenbauoptimierung

daß in der plötzlichen Aufheizphase sowohl der anfallende Energiebedarf der Gewächshäuser durch ihre Wärmeabgabe als auch der zusätzliche Aufheizenergieaufwand für die kühlen Rohrwasserinhalte zu decken sind. Eine zu geringe Kesselleistung verursacht zu lange Aufheizphasen, die dann zu Pflanzenschäden führen können. Für Neuplanungen sind daher Heizungsrohre mit geringerem Wasserinhalt zu empfehlen. Neben den Vorteilen im Aufheizverhalten lassen sich solche Heizungsanlagen auch schneller und damit besser regeln.

In der Beispielsgewächshausheizung (Abb. 2) sind verschiedene in der Praxis anzutreffende Heizungsanlagen dargestellt. Von links nach rechts: Der warmwasserbetriebene Luftheizer ist in der anspruchsvolleren Kulturführung seltener zu finden. In Verbindung mit einem Folienschlauch zur besseren Verteilung der warmen Luft jedoch durchaus einsetzbar. Die nötige Hilfsenergie für die Ventilatoren ist zu beachten.

Die pflanzennahen Heizungsanlagen werden durch Rohre im Pflanzenbestand oder kurz über den Pflanzen realisiert, mit Stahlrohren z. B. in Rosen oder über Gerberakulturen. Als bewegliche Heizung („Hebeheizung“) kommen meist $\frac{3}{4}$ -Zoll-Rohre zum Einsatz, die aus Stahl oder Aluminium gefertigt sind. Die Vegetationsheizung, das Heizungsrohr direkt in oder an der Kultur, ist aufgrund der schwierigeren Arbeitswirtschaft heute etwas in den Hintergrund getreten, zumal die Diskussion um Sauerstoffdiffusion durch die Kunststoffrohre noch nicht abgeschlossen zu sein scheint.

Heizungsrohre unter den Tischen stellen eine gute Grundlastversorgung dar. Die hohe Rohrheizung sollte dennoch nicht fehlen, da der Wärmestrahlungsanteil für den guten Kulturerfolg oft wichtig ist. In Verbindung mit Energieschirmen ist deren Wirkungsgrad im Vergleich zur niedrigen Rohrheizung oder Untertischheizung auch nicht mehr so negativ zu beurteilen.

Alle vorgestellten Heizungsanlagen benötigen einen konstanten Volumenstrom, um an allen Stellen des Gewächshauses eine gleichmäßige Wärmeverteilung zu gewährleisten. Ältere Auslegungen mit 20 K Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf sind heute nicht zu empfehlen. Je pflanzennäher ein Heizungsanlage verlegt wird, um so enger muß die Temperaturspreizung sein. Vegetationsheizungen, aber auch pflanzennahe Hebeheizungen, sollten nicht mehr als 5 K Temperaturdifferenz

zwischen Vor- und Rücklauf aufweisen. Für die anderen Heizungsanlagen sollte mit einem maximalen Temperaturunterschied von 10 K geplant werden. Die Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung ist hier sehr wichtig und vermeidet manchen Pflanzenschutzmitteleinsatz.

Die Forderung der Heizungs-Anlagenverordnung, regelbare Pumpen einzusetzen, ist für die Gewächshausheizkreise nicht anzuwenden, da, wie beschrieben, keine veränderlichen Volumenströme wie im Wohnungsbereich bei Thermostatventilen auftreten. Anders sieht es bei den Zuleitungen, d. h. den Rohrleitungen vom Kesselhaus zu den Verbrauchern (Gewächshäusern) aus. Hier treten betriebsbedingt unterschiedliche Volumenströme auf, so daß eine lastabhängige Schaltung der Umwälzpumpen in Abhängigkeit vom Förderbedarf sinnvoll ist – von der Heizungsanlagen-Verordnung sogar vorgeschrieben wird –, um Strom zu sparen.

Grundsätzlich gilt, daß die Zuleitungen groß genug dimensioniert werden sollten, damit für die Versorgungspumpen kleine Förderhöhen und damit geringe Leistungsaufnahmen möglich werden. Hier werden in der Praxis noch zu viele Fehler gemacht. Es sind oft Pumpen mit einer zu großen Förderhöhe zu finden, die den Stromverbrauch unnötig in die Höhe treiben.

Eine Minimierung der Hilfsenergieaufwendungen wird auch erreicht, wenn die Zuleitungen als bedarfsabhängig geführte Verteilerleitung (Zuleitung ohne Kurzschluß am Ende) betrieben werden. Dadurch muß nicht das gesamte Wasservolumen ständig energieaufwendig umgewälzt werden, sondern nur bei erhöhtem Leistungsbedarf der Zufluß durch eine Umwälzpumpe in der Verteilerleitung unterstützt werden. Dies erfordert allerdings mehr Abstimmung in der Regelung, verspricht aber unter Berücksichtigung der Jahresstromrechnung eine erhebliche Einsparung.

4 Betriebszustände einer Gewächshausheizung

Eine gartenbaugerechte Regelung muß die beschriebenen Besonderheiten beachten. Analysiert man die Betriebszustände einer Heizung im Gartenbau, so treten drei wesentliche Funktionszeiten auf:

1. *Ruhephase* = kein Heizenergiebedarf
2. *Aufheizphase* = besonders hoher, spezieller Energiebedarf
3. *Betriebsphase* = normaler Heizbetrieb

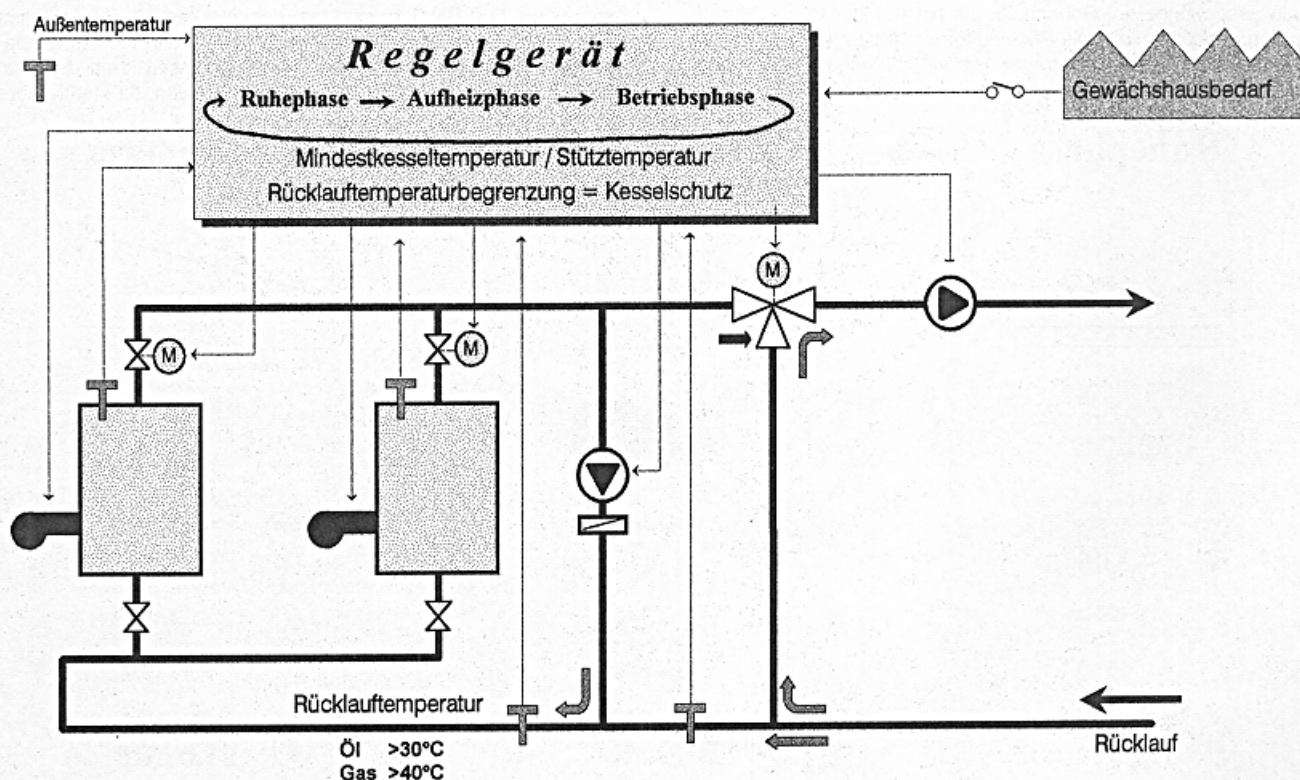


Abb. 3: Zusammenspiel der Heizzentrale mit dem Gewächshauswärmebedarf

Diese drei Betriebszeiten sind als Kreislauf zu betrachten und sollten sowohl von der Hydraulik als auch der Regelung berücksichtigt werden (Abb. 3).

Ruhephase

Eine klar definierte Ruhephase gibt es bei Wohnungsheizanlagen meist nicht. Ob noch ein Raum Wärme anfordert, ist meist nicht ersichtlich. Im Gewächshaus sieht dies ganz anders aus. Jedes Gewächshaus verfügt meist über eine eigene Regelung, sei es auch nur ein einfacher Thermostat, der eine Pumpe ein- oder ausschaltet. Gerade über diese klaren Zustände kann der Kesselzentrale der Bedarfzustand mitgeteilt werden. Sind alle Pumpen ausgeschaltet, liegt *kein* Wärmebedarf vor.

Diese Zeiten können im Gartenbau sehr lang sein, denn je geringer der Temperatursollwert ist, um so länger vermag die Sonne die gewünschte Gewächshausinnentemperatur zu halten. Kann in dieser Zeit die Zuleitung auskühlen und werden auch die Versorgungspumpen sowie die Kesselbeimischpumpen ausgeschaltet, so lassen sich die Verlustwärmemengen erheblich verringern, vom Strombedarf ganz zu schweigen. Schaltet man auch noch die Kesselsolltemperatur auf den unteren Grenzwert herunter, wird der Brenner am Tage oft nicht mehr nachheizen müssen.

Aufheizphase

Besonders im Gartenbau wird in der Aufheizphase, d. h. beim Auftreten des ersten großen Energiebedarfs, eine spezielle Berücksichtigung in der Heizzentralenregelung erwartet. Meist fordern zum Abend fast alle Gewächshäuser gleichzeitig Heizenergie an. Dies kann wiederum durch das Einschalten der Pumpen erkannt werden. Im einfachsten Fall werden zur Bedarfsmeldung zwei Adern vom Elektriker zur Kesselzentrale verdrahtet. Größere Betriebe mit Klimacomputern lösen diese Aufgabe sicherlich einfacher über diese Geräte, obwohl dies leider nicht immer als Standardfunktion im Programm zu finden ist. Der Klimacomputer „kennt“ den Leistungsbedarf der Gewächshäuser und kann deshalb relativ genau berechnen, wie groß die Brennerleistung nun gefahren werden muß. Bei der einfacheren Ansteuerung über das Pumpensignal wird für eine feste Zeit von einem hohen Leistungsbedarf ausgegangen.

Neben dem Wärmebedarf des Gewächshauses ist auch noch die Kaltwassermenge der Rohrinhalte als zusätzlicher Wärmebedarf zu berücksichtigen. Da die Rücklauftemperaturen je nach Raumtemperatur 5° bis 18 °C betragen können, ist in jedem Fall, auch bei Niedertemperaturheizkesseln, der Kessel durch eine Rück-

laufenhebung zu schützen. Es ist aber schon von Bedeutung, ob die Rücklauftemperatur für einen Niedertemperaturkessel nur auf 30 °C (z. B. bei Öl) angehoben werden muß oder wie bei Normalkesseln auf 53 °C aufzuheizen ist. Dieser zusätzliche Energiebedarf kann ein verzögertes Aufheizen von ca. 30 Minuten bedeuten. Durch die Wahl eines temperaturtoleranteren, mehrschaligen Niedertemperaturkessels kann diese Zeit oft halbiert werden.

In der Aufheizzeit werden die Gewächshäuser in der Regel nicht genügend mit Wärme versorgt. Je nach Empfindlichkeit der Pflanzen sind hierdurch Kulturprobleme zu erwarten. Aus diesem zusätzlichen Leistungsbedarf heraus ist auch die Kesselleistung zu bestimmen, die damit etwas größer ausfallen sollte, als es die reine Gewächshauswärmebedarfsberechnung vorgeben würde.

Einige Einfachregelungen schließen beim Unterschreiten der Mindestrücklauftemperatur eine Motorklappe. Dies ist unbedingt zu vermeiden, da der Brenner erfahrungsgemäß dann zu schnell ausschaltet, obwohl noch immer ein erhöhter Wärmebedarf besteht. Der Schub Kaltwasser beim Öffnen der Motorklappe stellt dann ein weiteres Problem dar. Die gartenbaugerechte Regelung muß in dieser Aufheizphase den Kesseltemperatursollwert auf den Maximalwert schieben, damit in kürzester Zeit die Solltemperatur erreicht wird und nicht durch hydraulische Probleme Energie verzögert zu den Gewächshäusern gelangt. Nach Erreichen der erforderlichen Rücklauftemperatur und der gewünschten Raumtemperatur kann die Regelung auf die Betriebsphase umschalten.

Betriebsphase

In der normalen Betriebszeit kann durch den Klimacomputer die Kesseltemperatur direkt über den Wärmebedarf der Gewächshäuser geführt werden. Dabei sind sowohl die notwendige Vorlauftemperatur als auch die damit verbundene Wärmeabgabe berechenbar. Steht nur eine einfachere Regelung zur Verfügung, so kann die Außentemperatur, nach Möglichkeit mit Lichtaufschaltung, ein brauchbares Maß für die Regelung der Kessel- bzw. Zuleitungstemperatur darstellen.

Die Rücklaufbeimischpumpe sollte in der Betriebsphase nicht ständig durchlaufen, sondern nur bei Bedarf zuschalten. Oft sind hier unangepaßte Lösungen zu finden. Obwohl der Kessel in der Regel nur einen geringen wasserseitigen Widerstand aufweist, werden Pumpen mit großer Förderhöhe eingesetzt, die den Stromverbrauch verdrei- bis vervierfachen. Versteckte Stromkosten von 1 000 DM/Jahr sind hier keine Seltenheit. Dazu kommt die Wahl des verwendeten Kessels. Kommt kein rücklauftemperaturtoleranter Kessel (Niedertemperaturkessel) zum Einsatz, muß die Beimischpumpe erheblich länger laufen, da eine höhere

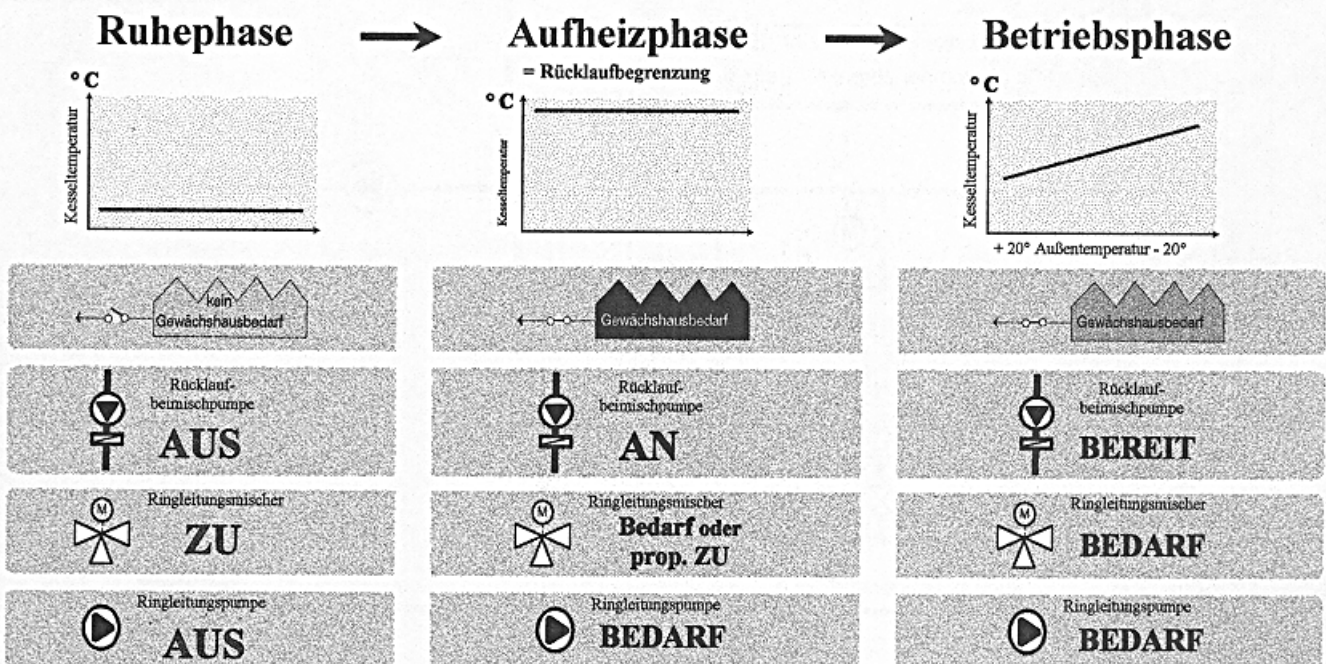


Abb. 4: Funktionszustände in den drei Betriebszeiten