

# Die Entwicklung der kombinierten Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen

Autor(en): **Eigenmann, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **115/116 (1940)**

Heft 4

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-51129>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

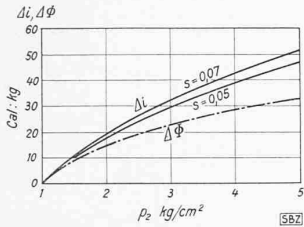


Fig. 5. Travaux de compression isothermique et de détente isentropiques

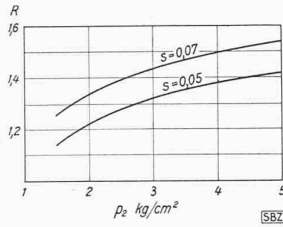


Fig. 6. Rapports entre les travaux de détente isentropiques et de compression isothermique (rapport de travail)

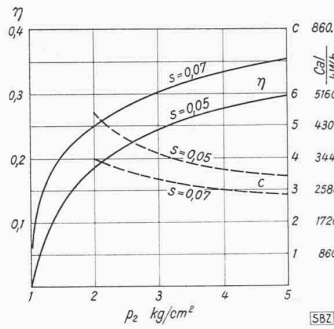


Fig. 7. Rendements et consommations spécifiques pour le cycle de l'installation thermo-aérodynamique dans le domaine examiné

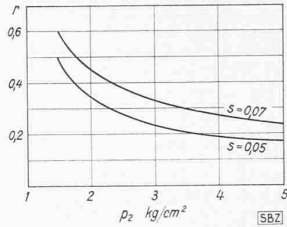


Fig. 8. Rapports de récupération

détente isentropique. Ces données qui résultent de lectures immédiates du diagramme ont été reproduites, à titre d'orientation générale, à la fig. 5 sous la forme suivante. Les abscisses sont les pressions de compressions et les ordonnées des travaux  $AL_c = \Delta\Phi$  et  $AL_m = \Delta i$ . Pour ce qui est de ces derniers, comme  $AL_m$  varie selon la valeur de  $s$ , on a reproduit, comme exemples, les quantités qui correspondent à  $s = 0,05$  et  $s = 0,07$  Cl/kg. Il apparaît de l'examen de cette figure que le travail de compression isothermique augmente, de la façon bien connue, avec la pression finale à atteindre et que le travail de détente isentropique varie dans le même sens, mais dans une mesure beaucoup plus accentuée. En outre ce dernier travail, entre les mêmes limites de pression, augmente avec la valeur de  $s$ . Cette constatation, presque intuitive au surplus, a des conséquences intéressantes que nous chercherons à mettre en évidence ci-après.

Une autre forme de comparaison entre les travaux  $L_m$  et  $L_c$ , plus nette encore peut-être sous certains aspects, est donnée par la fig. 6. Celle-ci a mêmes abscisses que la précédente, mais ses ordonnées correspondent au rapport  $R = (i_3 - i_4) : (\Phi_2 - \Phi_1) = L_m : L_c$  entre les travaux de détente et les travaux de compression. Comme la comparaison précédente, celle-ci est établie, à titre d'exemple, sur la base des détente isentropiques  $s = 0,05$  et  $s = 0,07$  Cl/kg. L'avantage que présente le choix d'une valeur de  $s$  élevée, donc d'une température initiale de la détente élevée également, apparaît nettement.

En appliquant aux équations (10) et (11) les valeurs qui résultent des courbes que l'on vient d'examiner, on aboutit aux résultats que met en évidence la fig. 7. Dans celle-ci les rendements  $\eta$  des cycles pour des détente avec  $s = 0,05$  et  $s = 0,07$  sont indiqués par des traits pleins, tandis que les consommations spécifiques figurent en pointillé. Au sujet de ces dernières deux échelles ont été notées: l'une porte simplement les indications relatives à  $c = 1 : \eta$  et l'autre les produits  $860 \cdot c$  qui ne sont autre chose que les consommations de chaleur du cycle par kWh fourni, soit une donnée absolument essentielle au point de vue pratique.

Mais si ce qui précède montre l'influence qu'exercent sur le rendement du cycle les relations qui existent entre le travail de compression et celui de détente, un autre facteur important pour l'économie du dit cycle et pour son étude en général n'a pas encore été élucidé; il s'agit de la récupération, supposée complète, que permet de réaliser l'échangeur de chaleur désigné par 8 dans le schéma de la fig. 1. Or c'est là encore une donnée que l'on peut aussi facilement que clairement déduire du diagramme de la fig. 3.

La récupération même étant représentée par la différence d'enthalpie  $(i_4 - i_1)$  ou  $(i_4 - i_2)$  et la quantité de chaleur que l'intermédiaire reçoit sous  $p = p_2$  étant  $(i_3 - i_2)$ , on peut définir la récupération par le rapport  $r = (i_4 - i_1) : (i_3 - i_2)$ . Or, si l'on porte ce rapport pour une détente définie par une valeur choisie de  $s$  en fonction de  $p_2$ , on obtient une relation graphique telle que celle de la fig. 8 dans laquelle les courbes tracées correspondent aux deux valeurs  $s = 0,05$  et  $s = 0,07$  déjà utilisées ci-dessus. On constate, d'après ce graphique, que le rapport de récupération, pour une détente isentropique choisie, diminue lorsque la pression augmente. Si l'on compare les fig. 6 et 8 on remarque que les deux rapports qui définissent les relations existantes entre le travail de détente isentropique et le travail de compression isothermique d'une part et, d'autre part, la récupération rapportée à la totalité de la chaleur livrée à l'intermédiaire sous la pression  $p_2$  sont des fonctions de la pression finale de compression (ou, ce qui revient au même, du rapport de compression). Mais le rendement du cycle est, lui aussi, une fonction de  $p_2$  de sorte que l'on peut dire que le rendement même est une fonction de  $R$  et de  $r$ , soit de deux rapports qui, à notre avis, définissent de façon claire et précise, du point de vue thermodynamique, les propriétés du cycle étudié.

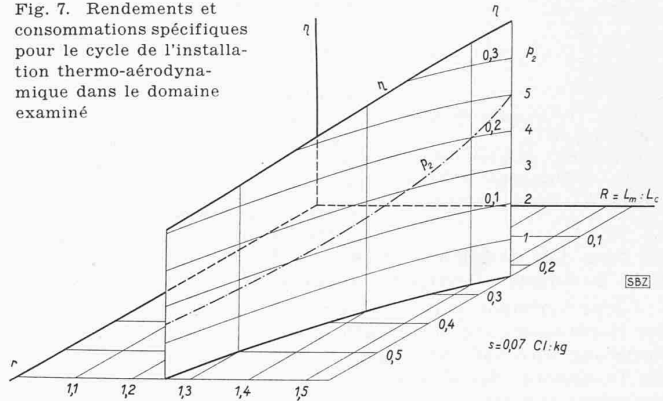


Fig. 9. Courbe de rendement en fonction des rapports de travail et de récupération

La dépendance entre  $\eta$  et les deux rapports  $R$  et  $r$  est mise en évidence par le graphique de la fig. 9 pour une des détente isentropiques considérées ci-dessus, celle correspondant à  $s = 0,07$  Cl/kg. Les coordonnées de ce graphique sont, avec les notations coutumières:  $x = R$ ,  $y = r$  et  $z = \eta$ . Dans le plan  $x - r$  on retrouve naturellement la ligne montrant l'une de ces deux quantités en fonction l'une de l'autre, ligne dont le tracé met en évidence que le rapport  $r$  diminue lorsque  $R$  augmente, ce qui signifie donc que le facteur de récupération est d'autant plus faible que le travail de détente est plus élevé par rapport à celui de compression. Cette ligne  $R = f(r)$  est la trace sur le plan  $x - r$  d'une surface  $\eta = f(r, R)$  qui figure au graphique discuté et que nous considérons naturellement comme limitée par la courbe du rendement même. On voit de suite que le rendement du cycle augmente lorsque le rapport  $R$  s'accroît, malgré que cet accroissement s'accompagne d'une diminution de la récupération représentée par le rapport  $r$ . Pour compléter ce graphique nous avons fait figurer sur la surface dont la trace est la ligne  $R = f(r)$  la courbe des pressions  $p_2$ , qui ne demande pas d'explications spéciales.

On pourrait facilement, toujours en partant du diagramme  $i - \Phi$ , discuter encore d'autres particularités du cycle de l'installation thermo-aérodynamique en cause, de même que montrer l'influence du rendement de la turbine et du compresseur sur celui d'ensemble du cycle et sur ses diverses caractéristiques. Ces questions, qui seraient d'ailleurs intimement liées à d'autres que nous avons étudiées au sujet de la théorie et des applications du diagramme  $i - \Phi$ , sortiraient du cadre que nous nous sommes tracés pour la présente notice: elles feront éventuellement et si possible l'objet de communications ultérieures.

## Die Entwicklung der kombinierten Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen

Von A. EIGENMANN, berat. Ingenieur ASIC, Davos

Trotz gelegentlicher Bedenken über die Wirtschaftlichkeit hat die Warmwasserbereitung in Verbindung mit der Heizungsanlage grosse Fortschritte gemacht. Besondere Förderung ist diesem Verbundbetriebe durch die zunehmende Verbreitung mechanischer Feuerungen zu teil geworden. Die hohen Anschaffungskosten der Oel-, Gas- und automatischen Kohlenfeuerungen einerseits und die weitgehende Regelungsfähigkeit ihrer Wärmeerzeugung andererseits verlangten und erlaubten die Erzeugung von Heiz- und Brauchwasser in ein und demselben Kessel. Bei Holzfeuerungen ist die Kupplung beider Zwecke erwünscht, weil zur Verminderung der Kondensation der Rauchgase ohnehin eine

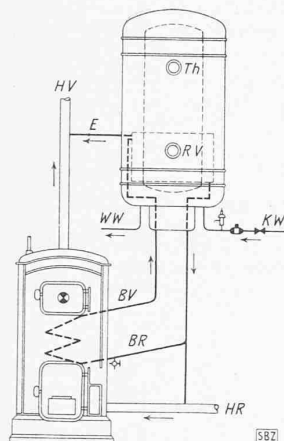


Abb. 1. Feuerraum-Einsatz Weco-Cipax.  
H Heizung, B Boiler; V Vorlauf, E Rücklauf, E Expansion, RV Regulierventil

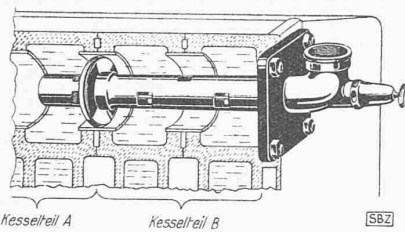


Abb. 2. Heizkessel-Unterteiler System Johma

möglichst über 60° liegende Kesselwassertemperatur gehalten wird. Wegen der Verminderung der Anlagekosten und der Vereinfachung der Bedienung geht man vielfach auch bei Koksfeuerungen zur Vereinigung der Heizung und Warmwasserbereitung im selben Kessel über, obschon im Sommerbetrieb der für die Warmwasserbereitung allein zu grosse Kessel, leicht unwirtschaftlich wird. Man verzichtet dann dort im Sommer oft auf die Warmwasserbereitung mit Koks zu Gunsten elektrischer Erwärmung.

Jede Verbundheizung verlangt eine unabhängige Regelung der Heizwasser- und der Brauchwassertemperatur. Diese Grundforderung wird auf vielfältige Art erfüllt. Bei Dampfheizung ist die Temperatur des Wärmeträgers (Dampf) stets höher als die Brauchwassertemperatur; es genügt also die einfache Drosselung der Dampfzufuhr in die Heizung oder die Warmwasserbereitung zur Regelung der Temperaturen. In besonderen Fällen, wo der Warmwasserbereiter besonders tief liegt, wird dieser statt mit Dampf mit dem Kesselwasser beheizt, auch da bedarf es keiner besonderen Einrichtungen zur Temperaturregelung, wohl aber gelegentlich zur Lastverteilung. Bei Luftheizung mit direkt gefeuertem Luftheizofen kann Warmwasser durch Einbau einer wassergekühlten Heizfläche in den Feuerraum oder in den Rauchgasweg erzeugt werden.

Solange die Wasserräume beider Systeme völlig oder teilweise getrennt sind, ist bei Warmwasserheizung eine unabhängige Regulierung einfach zu erreichen. Als Beispiele solcher Lösungen sind bekannt: die Gegenstromapparate oder Umformer; schmiedeiserne oder gusseiserne Feuerraumeinsätze (z. B. Weco-Cipax (Abb. 1); die Pyrax-Heizschlange, die vorzugsweise in Kochherde eingebaut wird, sowie der Johma-Heizkesselunterteiler (Abb. 2), der die Trennung bei Gliederkesseln durch Absperrung einer Anzahl Glieder bewirkt.

Weniger einfach ist es, mit dem gleichen Wasser zwei verschiedene Temperaturen zu halten, und doch ist diese Lösung schon recht alt. Ing. Strebel, der Konstrukteur des Strebelkessels, hat sie im Jahrgang 1897/98 der Zeitschrift für Heizungs-, Lüftungs- und Wasserleitungs-Technik schon beschrieben. Heute ist sie unter dem Namen Rücklaufbeimischung oder Shuntkuppelung allgemein bekannt. Sie beruht darauf, dass der Rücklauf des Heizungssystems (u. U. nur einzelner Teile davon) vor dem Wärmeerzeuger über eine Beimischung mit dem Vorlauf verbunden wird, sodass ein Teil des Rücklaufwassers direkt wieder in diesen eingeleitet wird und dort mit dem vom Wärmeerzeuger kommenden heissen Wasser eine Mischung eingeht, die weitgehend verändert werden kann. Dabei ist das einfachste und befriedigende Organ zur Regelung eine Drosselklappe, vorzugsweise im Rücklauf vor dem Kessel eingebaut, wobei die Ausdehnung durch den Vorlauf frei ist. Neuerdings bürgern sich die Dreiweg-Drehschieber (Abb. 3) ein, die schon vor einem Jahrzehnt angesagt, aber erst viel später in brauchbaren Formen und Weiten hergestellt wurden. Vollkommener, aber auch wesentlich teurer, ist das schwedische Mischventil Trimix (Abb. 4). Mit diesem können Vor- und Rücklauf gleichzeitig und gleichmässig geöffnet oder geschlossen werden. Es gestattet auch den völligen Abschluss der Raumheizung im Sommer, wofür bei andern Lösungen noch eine zusätzliche Absperrung notwendig wäre.

Diese Drosselklappen, Drehschieber und Mischventile können von Hand oder elektrisch bedient werden. Die Handbedienung ist bedeutend weniger exakt, sie vermag den raschen Wechseln im Aussenklima nicht zu folgen, was sich in einer übermässigen oder ungenügenden Beheizung der Räume auswirkt. Es wurde daher eine hydraulische Steuerung geschaffen, die den Misch-

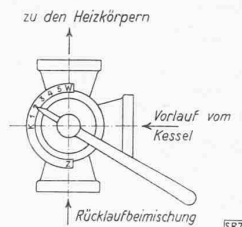


Abb. 3. Rücklaufbeimischung, Modell Oertli

vorgang im Misch-Ventil (Abb. 5) in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur der Heizung oder von der Ausentemperatur oder beider zusammen steuert, wobei durch eine sogenannte Sparschaltung bei Nacht ein anderes Mischverhältnis und damit z. B. eine mässiger Vorlauftemperatur erzielt werden kann. Vom Sparschalter wird einfach ein Teil der Ausdehnungsflüssigkeit aufgenommen oder ausgestossen und damit der Hub des Steuerventils verändert. Aber auch die elektrische Steuertechnik hat wertvolle Beihilfe geleistet und eine Reihe von Apparaten und Schaltungen entwickelt, deren Kosten durch die Annehmlichkeit konstanter Raumtemperaturen, genügenden Warmwasservorrates und durch Brennstoffersparnisse wettgemacht werden. Die elektrische Steuerung kombinierter Heizungen und Warmwasserbereitungen bot z. T. sehr schwierige Aufgaben, die nur stufenweise und auf Umwegen gelöst werden konnten.

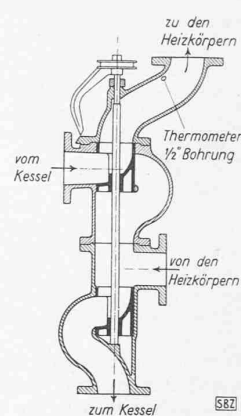


Abb. 4. Mischventil System Trimix

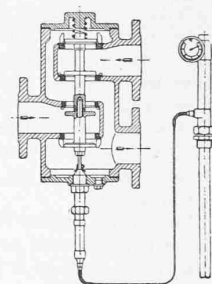


Abb. 5. Mischventil mit hydraulischer Steuerung

Die Regelung der Feuerung (Oel, Gas oder Kohle) hat nach der sogenannten *Vorzugslast* zu erfolgen, die je nach Grösse und Natur der Anlage einmal die Raumheizung, das andere Mal die Warmwasserbereitung sein wird; sie kann aber auch nach Jahreszeit, Tag und Witterung wechseln. Da nun die Umstellung der Steuerorgane auf diesen Wechsel nicht ohne grosse Verteuerung der Anlagekosten möglich ist, so müssen gewisse regelmässige Wechsel durch entsprechende Ausgleichseinrichtungen (Speicher) überbrückt werden. Ist z. B. der Wärmebedarf für die Raumheizung viel grösser als derjenige für Warmwasser (Normalfall), so wird man die Feuerregelung nach jener vornehmen und die Warmwasserbereitung (Boiler) mitlaufen lassen, d. h. während der Raumheizperioden mitaufheizen, bestenfalls noch durch einen Minimalkontakt auf einer untern Grenze halten. Die obere Grenze wird durch die Ueberschüttemperatur der Heizung, bei elektrischer Steuerung durch den Maximalthermostaten am Kessel festgelegt. Um bei abgestellter Raumheizung die Boilertemperatur nicht zu tief sinken zu lassen, wird also der Minimalkontakt die Heizungs-Steuerleitung kurzschliessen und die Feuerung wieder in Gang setzen bis ein Maximalthermostat am Kessel oder am Boiler diese wieder abstellt. Dabei würde die Raumheizung unnötigerweise mitlaufen, wenn nicht durch die Mischregelung diese vollständig abschliessbar wäre.

Die Steuerung der Raumheizung muss also wie eingangs gesagt unabhängig von der Warmwasserbereitung erfolgen, auch wenn bei der gemeinsamen Feuerung eine Brücke vorliegt. Als einfachste Steuerung der Raumheizung versuchte man, in Anlehnung an die altbekannte Drosselregelung, die Raumheizung gemäss Abb. 6 durch gedrosselte Zufuhr von auf Kesseltemperatur erhitztem Wasser zu regeln, wobei ein Raumthermostat (2) eine motorisierte Fernsteuer-Drosselklappe (4) je nach Bedarf öffnet oder schliesst bzw. eine Umwälzpumpe ein- oder ausschaltet. Es ist aber selten möglich, einen geeigneten Platz für die einwandfreie, von allen Fremdeinflüssen (Lampen, Bügel-eisen, Kamine, offene Fenster, Türen, Besonnung usw.) freie Aufstellung des Raumthermostaten zu finden. Wenn der Raumthermostat anspricht und die Wärmezufuhr abstellt, fliesst noch immer im Leitungsnetz gespeicherte Wärme nach, die Raumtemperatur steigt weiter, umgekehrt braucht es geraume Zeit zur Wiederaufheizung des Raumes nachdem der Thermostat wieder eingeschaltet hat. Die Schwankungen der Raumtemperatur sind darum zu gross. Man kam daher, wenigstens für grössere

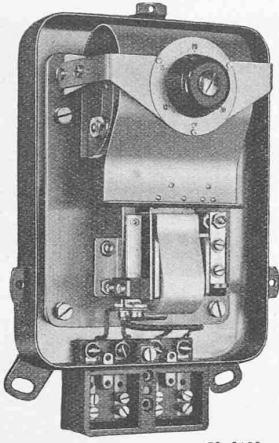


Abb. 7. Wärmeverlustmesser Landis & Gyr

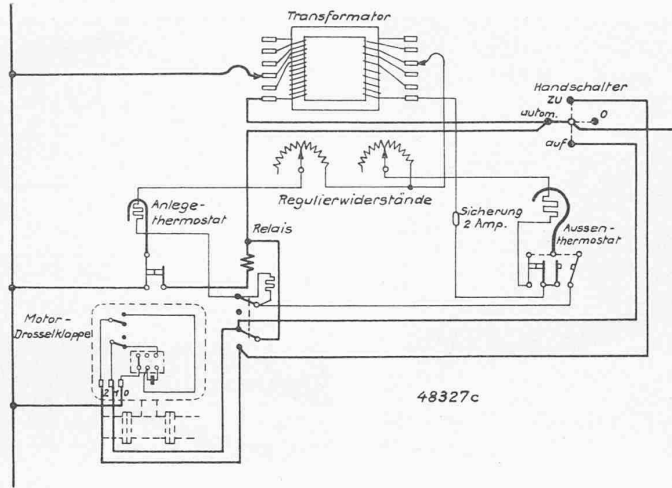


Abb. 8. Schaltung der automatischen Heizungsregulierung System Landis & Gyr

ausgeschaltet; sinkt die Aussen-temperatur auf die tiefste am Ort vorkommende, sodass der Heizwiderstand nicht mehr genügt um die Kammer über die gewünschte Raumtemperatur zu heizen, so bleiben Heizwiderstand und Heizanlage dauernd eingeschaltet. Dazwischen finden Ein- und Ausschaltperioden statt, deren Dauer nur vom Aussenklima abhängig ist.

Dank der kleinern Trägheit des Wärmeverlustmessgerätes wird die grössere Trägheit der Heizanlage ausgeglichen. Die Schaltung der einzelnen Apparate ist abhängig von den örtlichen Verhältnissen, im besondern auch von dem verwendeten Regulierorgan der Heizung und von der Einbeziehung oder Weglassung des Warmwasser-

bereiters und der Feuerung aus dem Schaltkreis oder deren getrennte Schaltung. Aus der Mannigfaltigkeit solcher Schaltungen zeigt Abb. 8 ein verhältnismässig einfaches Schema einer durch einen Aussenthermostaten (Wärmeverlustmessgerät) gesteuerten motorisierten Drosselklappe im Rücklauf einer Heizung. Eine etwas kompliziertere Schaltung findet sich in der «SBZ» Bd. 108, S. 115.

Eine besondere Gruppe kombinierter Heizung und Warmwasserbereitung bilden diejenigen Systeme, bei denen das warme Brauchwasser nicht mehr gespeichert, sondern im Durchfluss erwärmt wird (vgl. Abb. 10 und 11, S. 66, «SBZ» Bd. 112, 6. Aug. 1938). Dabei wird die Zapfwassertemperatur nach oben durch die Speichertemperatur, nach unten durch die Zapfmenge geregelt. Damit dieser Spielraum nicht zu gross wird, ist es üblich, die Feuerung mit einem Minimalkontakt oder -Thermostaten so zu steuern, dass eine tiefste Speicherwassertemperatur nicht unterschritten oder eine bestimmte maximale Zapfwassermenge nicht überschritten wird. Nach oben wird die Temperatur durch einen Maximalthermostaten oder Temperaturbegrenzer begrenzt. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, dass die Lage der beiden Thermostaten nicht belanglos ist, sondern dass der Minimalkontakt über dem Rücklaufanschluss der Kesselverbindung, der Maximalkontakt oben im Kessel (Speicher), eingebaut werden müssen. Die Heizung selbst wird bei dieser Gruppe wie bei den früheren Kombinationen durch Rücklaufbeimischung, Motorventile oder auch durch unterbrochenen Pumpenbetrieb nach ihren eigenen Bedürfnissen geregelt und zwar ebenfalls vorzugsweise elektrisch.

Eine letzte Möglichkeit des Verbundbetriebes besteht in der Hintereinanderschaltung. Es kann das heisse Wasser vom Kessel weg z. B. erst durch einen Warmwasserbereiter und nachher durch die Heizung gefördert werden. Das höhere Gefälle zwischen Vor- und Rücklauf-temperatur am Wärmeezeuger erhöht dessen Leistungsfähigkeit.

Welche der beschriebenen Möglichkeiten und ob Verbundbetrieb überhaupt in Frage kommt, ob Handbetrieb oder elektrische Steuerung zu wählen sei, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden. Sicher ist nur, dass die frühere oberste Maxime der Heizungstechnik «Einfachheit», die zu ungerechtfertigter Bevorzugung bestimmter Anordnungen, namentlich der teuren Schwerkraftanlagen, führte, heute, dank der Fortschritte im Pumpenbau und in der elektrischen Steuertechnik, aber auch dank dem zunehmenden Verständnis des Publikums für technische Dinge, immer mehr zu Gunsten verwickelterer, aber bequemerer und im Enderfolg wirtschaftlicher Lösungen verlassen wird.

### Rennbahn-Tribüne in Yodo bei Kyoto, Japan

Architekt TAKEO YASUI

Die japanische Bauzeitung «Kokusai-Kentiku» brachte in Nr. 3 des Jahrgangs 1939 eine ausführliche Beschreibung des Tribünenbaues für die Pferderennbahn von Kyoto, der sich durch leichte Eleganz und konstruktive Klarheit auszeichnet. Wenn auch das Objekt als solches hierzulande keine Aktualität besitzt, glauben wir doch auch unsere Leser damit bekannt machen zu sollen, als mit einem typischen Beispiel sachlicher Architektur im modernen Japan. Wir danken unserer japanischen Kollegin

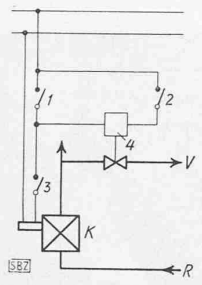


Abb. 6. Steuerungsschema  
1 Boilerthermostat,  
2 Raumthermostat,  
3 Temperaturbegrenzer  
4 Fernsteuer-Drosselklappe

Gebäude, von der Verwendung von Raumthermostaten völlig ab und versuchte die Vorlauf-temperatur, bei täglicher Voreinstellung entsprechend der Aussen-temperatur mittels Anlagethermostat konstant zu halten. Dabei zeigte sich aber, dass mechanische Feuerungen mit ihrer raschen Wärmeentwicklung infolge Erreichens der Vorlauf-temperatur wieder abgestellt wurden, bevor die Räume genügend erwärmt waren. Man versetzte diese Anlagethermostaten daraufhin in den Rücklauf, sodass die Abschaltung der Feuerung oder des Drosselorgans erst nach völligem Umlauf des Heizwassers erfolgte. Da Drosselklappen im Gegensatz zu Ventilen und Reiberhähnen kein lineares Oeffnungsverhältnis haben, eignen sie sich mehr für Maximal-Steuerung, während für eine einwandfreie progressive Regelung nur die teureren Ventile oder Reiberhähnen, Drehschieber und Trimixventile, in Frage kommen. Nachdem einige Jahre mit diesen Einrichtungen gearbeitet wurde, die nicht voll befriedigen konnten, weil sie zu grosse Schwankungen zulassen oder mehrmaliger täglicher Einstellung bedurften, suchte man die Steuerung direkt vom Aussenklima abhängig zu gestalten, welches viel häufigeren und stärkeren Schwankungen unterworfen, aber eben doch für die Beanspruchung einer Heizungsanlage massgebend ist. Ein im Freien aufgestellter Apparat wird von der Witterung wie das Gebäude direkt beeinflusst, also rechtzeitig die nötige Wärme verlangen oder die Produktion einstellen, bevor sich der Umschlag in den Räumen bemerkbar macht. Solche Apparate gibt es verschiedene. Sie lassen sich in folgende Gruppen einteilen: 1. Thermostate, die durch ein Kapillarrohr mit einem im Freien befestigten Fühler verbunden sind; 2. Elektrische Widerstandsgeräte, bei denen der unter dem Einfluss der Temperatur veränderliche Widerstand im Freien über eine Brückenschaltung die Heizanlage steuert; 3. Wärmeverlustmessgeräte.

Obschon die Aussen-temperatur für den Wärmeverlust eines Gebäudes der wesentlichste Einflussfaktor ist, so sind Wärmeverlustmessgeräte, die ausser auf Temperatur auch auf Regen, Wind und Sonnenschein, d. h. auf die Witterung ansprechen, gegenüber reinen Thermostaten als die höhere Stufe zu betrachten. Ein solches Gerät schweizerischer Präzisionsarbeit (Landis & Gyr, Zug, Abb. 7) besteht aus einer kleinen Kammer, ähnlich einem Zählergehäuse und enthält einen Thermostaten besonderer Bauart und einen Heizwiderstand, der diese Kammer heizt, also die gleiche Aufgabe hat, wie die Heizkörper im Gebäude. Diese Kammer wird im Freien aufgestellt und die Stärke des eingebauten Heizwiderstandes durch einen Regulierwiderstand so abgestimmt, dass der Apparat im kleinen Masstab ein thermisches Abbild des zu steuernden Gebäudes darstellt. Das Gerät wird so eingestellt, dass die Wärmeezeugung des Heizwiderstandes zu den Verlusten des Gerätes sich verhält wie die Wärmezufuhr der Heizanlage zu den Wärmeverlusten des Gebäudes. So wird das temperaturrempfindliche Element einerseits durch den Heizwiderstand, andererseits durch die Witterungsverhältnisse beeinflusst; erreicht die Aussen-temperatur die gewünschte Raumtemperatur, bleibt der Kontakt dauernd geöffnet und der Heizwiderstand