

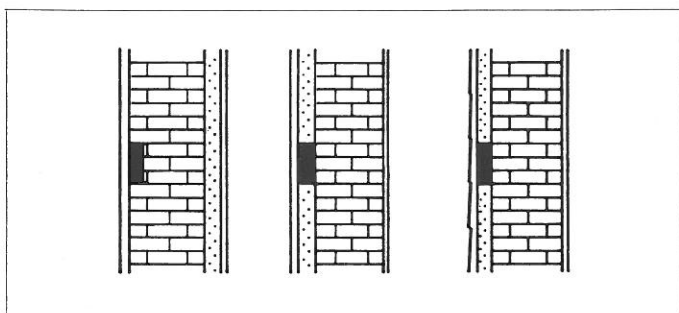
Die Grundforderungen an eine Aufladeregulung für elektrische Wärmespeicherheizungen können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Die Aufladung während der nächtlichen Niedertarifzeit soll abhängig von der Forderung des zuständigen EVU, den Wünschen des Kunden und der technischen Konzeption der Heizungsanlage entweder an das Ende oder in die Mitte, in einzelnen Fällen auch an den Anfang der NT-Zeit gelegt werden.
2. Die Lademenge soll abhängig sein von der Witterung (Durchschnittstemperatur) und nicht von der zum Zeitpunkt der Aufladung herrschenden Außenlufttemperatur.
3. Die im Speichergerät oder in der Speichermasse vom letzten Ladevorgang verbliebene Wärme muß berücksichtigt werden. Während des Speichervorganges muß diese Temperatur exakt geführt werden, um Überladungen zu vermeiden.
4. Nach erfolgter Einstellung der Regelknöpfe dürfen keine Nachregelungen notwendig sein. Die Anlage soll das ganze Jahr bedienungsfrei arbeiten.
5. Ohne Wartung und Pflege muß auf Jahre hinaus eine einwandfreie Funktion gewährleistet sein.
6. Für verschiedene Aufladeweiten (z. B. Tag und Nacht) sollte eine getrennte Einstellung der Ladeintensität möglich sein, um eine Anpassung an verschiedene Benutzungsgewohnheiten durchführen zu können.
7. Installation, Einstellung und evtl. einmal notwendiger Austausch müssen problemlos einfach durchführbar sein.
8. Um die Typenzahl auf ein Minimum zu beschränken, sollte ein Regelsystem universell für alle Elektroheizungen einsetzbar sein.
9. Durch lange Lebensdauer, optimalen Heizkomfort und kostensparende Betriebsweise soll nach einigen Jahren eine Amortisation der Kosten der Automatik erreicht werden.

Bei der Konstruktion der tekma-Regelgeräte sind die genannten Punkte als Mindestforderungen berücksichtigt worden. Es würde zu weit führen, weitere Details verschiedener Qualitäts- und Systemforderungen auszuführen.

Bei der durch eine Automatik geregelten Aufladung von elektrischen Wärmespeicheranlagen muß gewährleistet sein, daß in den von den Energieversorgungsunternehmen freigegebenen festen oder veränderlichen Niedertarifzeiten diejenige Wärmemenge gespeichert wird, die den Raum bzw. das Gebäude bei der zu erwartenden Außentemperatur mit einer vom Benutzer der Anlage gewünschten durchschnittlichen Temperatur beheizt, das heißt, die gespeicherte Wärmemenge muß gleich oder geringfügiger größer als die Gesamtwärmeverluste des folgenden Tages sein.

Bild 1



Montage des Witterungsfühlers bei Innenisolierung (links), bei Außenisolierung (Mitte) und bei Außenisolierung mit vorgeh. Fassade (rechts).

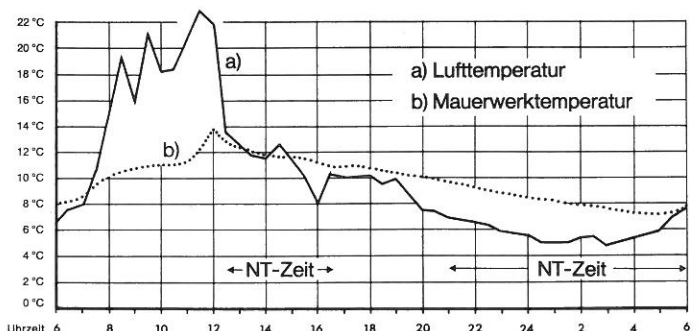
Um die Speicherung der erforderlichen Wärmemenge den Wärmeverlusten eines Gebäudes mit großer Näherung anzupassen, müssen außer Außentemperatur, Windrichtung und -stärke, Sonneneinstrahlung, Innentemperatur und Wärmedämmung der Umfassungswände auch die Wärmeträgheit des Gebäudes als entscheidender Faktor für die Bestimmung der Aufladeweite berücksichtigt werden. Durch die Speicherefähigkeit des Mauerwerks und dessen Wärmeträgheit gibt die Temperatur der Gebäudeaußenwand — normale Fenstergrößen vorausgesetzt — ein genaues Maß für den Wärmebedarf des nächsten Tages. Plötzlich sinkende oder steigende Außentemperaturen wirken sich daher auch nicht nachteilig auf die Behaglichkeit im Raum aus.

Der Witterungsfühler wird, um den Forderungen gerecht zu werden, im Mauerwerk mit eingeputzt, und zwar derart, daß der 1 bis 2 cm starke Außenputz den Fühler überdeckt bzw. Klinker oder Außenplatten darüberliegen. Wenn das Einputzen nicht möglich ist, wird er möglichst innig mit dem Mauerwerk verbunden. Da das Meßglied, ein Halbleiterwiderstand, in einem Kunststoffgehäuse wasserdicht mit Gießharz vergossen ist, ist es in jedem Fall dem direkten Einfluß der Außenlufttemperatur entzogen und erfäßt so die Temperatur der Wandoberfläche. Um diese Art der Witterungserfassung durchführen zu können, muß eine hohe Ansprechempfindlichkeit des Meßgliedes gefordert werden. Eine Fehlmessung von 4°C würde bereits eine Fehl- bzw. Mehraufladung von etwa einer Stunde bedeuten — das sind über 10%! Der tekma-Witterungsfühler hat in Verbindung mit den Regelgeräten eine Ansprechempfindlichkeit von unter 1°C. Ein weiteres Glied der Meßkette ist der Restwärmefühler. Die gegebenenfalls von der vorausgegangenen Speicherung noch vorhandene Restwärme wird durch den mit dem Speicherheizgerät oder der Fußbodenheizung thermisch verbundenen Halbleiterwiderstand stetig erfäßt und bei erneuter Speicherung berücksichtigt. Beim Speicherheizgerät fühlt er die Kerntemperatur indirekt ab und ist an einer Stelle anzuordnen, deren Temperatur bei Vollaufladung 120°C nicht überschreitet. Bei Fußbodenheizungen wird der Fühler im Kernzentrum in der Heizkabelebene eingebettet. Witterungs- und Restwärmefühler sind im elektrischen und mechanischen Aufbau gleich, können also gegeneinander ausgetauscht werden.

Die Temperaturrückmeldung des Restwärmefühlers während der Aufladeweite war bei der Fußbodenspeicherheizung immer ein wichtiger Faktor bei der automatischen Aufladung. Seit neue Erkenntnisse im Speicherheizgerätebau die Produktion bestimmen — ein größerer Teil des Wärmebedarfs wird durch die Oberflächenstrahlung des Gerätes gedeckt —, ist die exakte Erfassung der Restwärme eine Notwendigkeit geworden. Da die Auflademenge stärker als bisher ohne Ventilator- oder Klappeneinfluß die Raumtemperatur

Bild 2

## Luft- und Mauerwerktemperaturen



Verhalten der Mauerwerktemperatur über 24 h an einem Tag in der Übergangszeit (März) im Vergleich zur Außentemperatur.

# Temperaturkennlinien

Bild 3

## Witterungsfühler

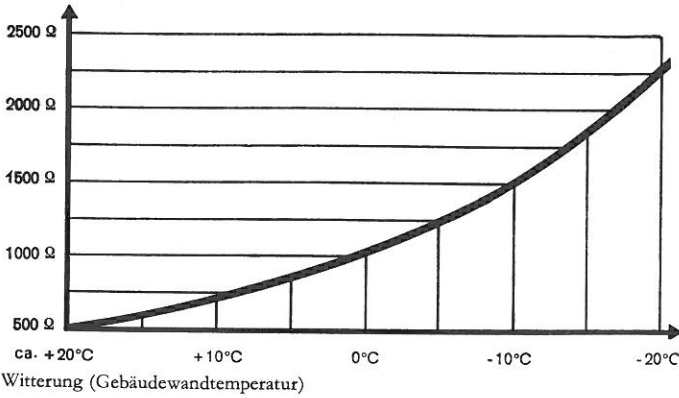
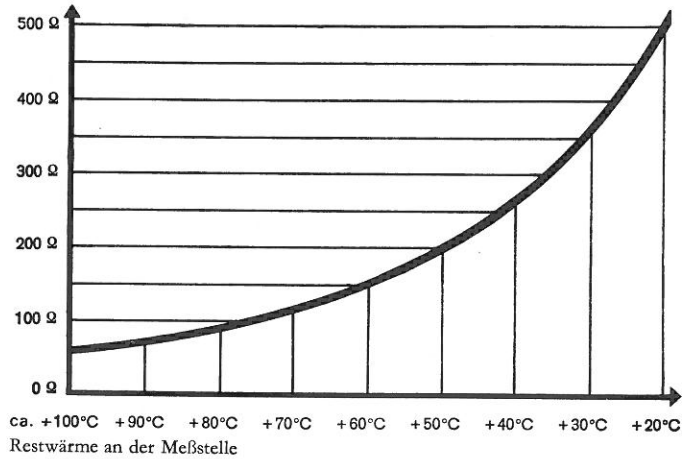


Bild 4

## Restwärmefühler



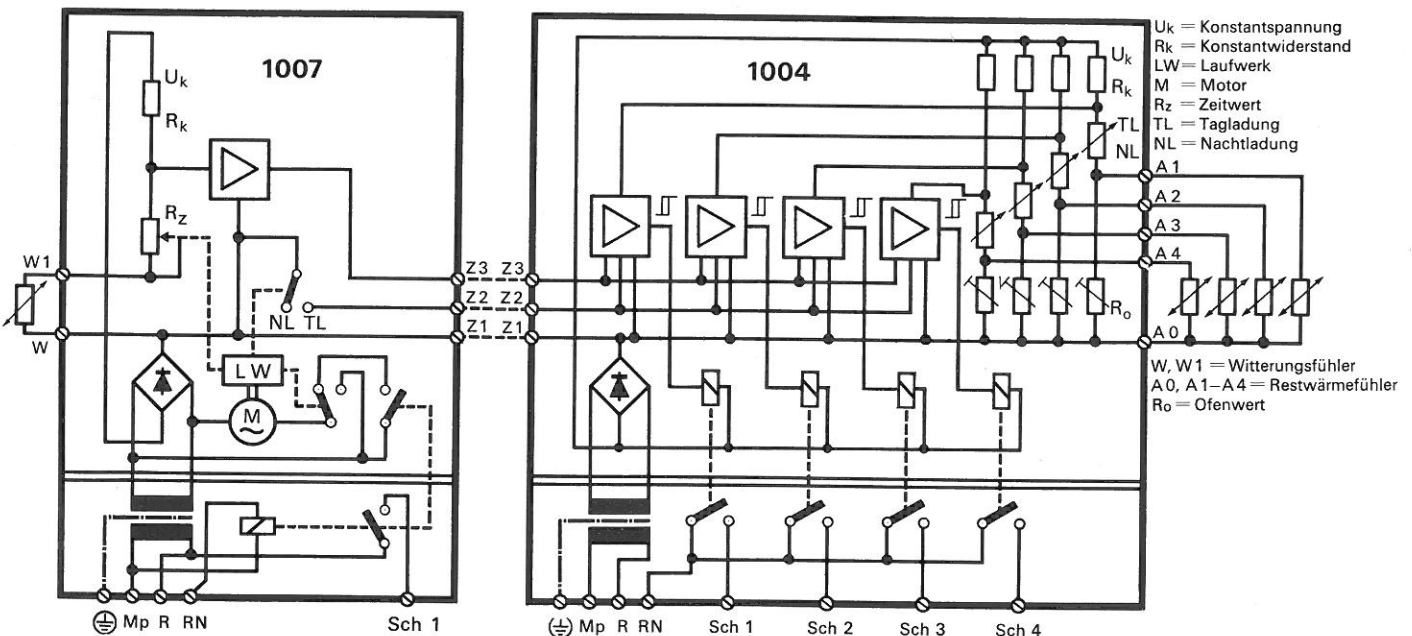
direkt beeinflusst, ist die witterungsabhängige Führung der Heizgeräte- oder Fußbodenoberflächentemperatur zusätzlich ein Faktor der Entladeregulierung geworden. Hinzu kommt, daß viele EVU Nachladezeiten während der Tagesstunden gewähren. Wenn während dieser Zeit keine oder eine ungenaue Rückmeldung der Speichertemperatur erfolgt, besteht die Gefahr der Überladung, da die Anlage bei entsprechender Witterung die gesamte Nachheizzeit zur Ladung ausnutzt. Die hohe Ansprechempfindlichkeit des tekma-Restwärmefühlers (etwa 1°C) garantiert die exakte Erfassung und Führung der Speicherheizgeräte- oder Fußbodentemperatur.

Die tekma-Vielstellen-Aufladeautomatik besteht aus mindestens einem Meßwertwandler (Zentralsteuergerät) und einer abhängig von der Anzahl der Restwärmestellen gegebenen Zahl von Ladereglern (Wohnungsstationen). Mit den Vielstellen-Ladegeräten im Baukastensystem, die jederzeit beliebig erweitert werden können, ist eine zeit-, witterungs- und restwärmeabhängige Aufladung einer Vielzahl von Speicherheizgeräten oder Fußbodenheizungen (auch kombiniert) mit einem wirtschaftlich günstigen Aufwand durchführbar. In der Regel wird in einem ein- bis sechsstöckigen Gebäude — wenn nicht die Haupträume extrem verschiedenen Himmelsrichtungen zugeordnet sind — ein Witterungsfühler und ein Meßwertwandler eingesetzt. Normale Größen vorausgesetzt, wird für jede Wohnungseinheit ein Laderegler mit der entsprechenden Anzahl von Restwärmefühlern benötigt. Es werden Laderegler mit einer, zwei, drei und vier Restwärmestellen geliefert. Der Laderegler hat jeweils eine den Restwärmestellen entsprechende Zahl von Stellgliedern, so daß jeder Regelkreis individuell beeinflusst werden kann.

Bei zentraler Anordnung der Regelgeräte kann also z. B. in Schulen ein Laderegler mit 4 Regelkreisen für die Regelung von 4 Klassenräumen verwendet werden. An einem Meßwertwandler können bis zu 1000 Laderegler angeschlossen werden.

Der Meßwertwandler enthält das von einem Synchronlaufwerk LW bewegte, durchdrehbare Potentiometer Rz. Es ist über den vom gleichen Laufwerk LW betätigten Kontakt TL/NL für die Tag-Nacht-Schaltung mit dem Halbleiterwiderstand des in der Außenwand des Gebäudes liegenden Witterungsfühlers hintereinandergeschaltet. Diese Reihenschaltung ist über einen Festwiderstand Rk an eine konstante Spannungsquelle Uk angeschlossen. Die vom Potentiometer Rz und dem Witterungsfühler ermittelten Werte werden von der Elektronik des Wandlers in eine Spannung umgewandelt und über die Leitungen Z1/Z3 an die Laderegler weitergegeben. Der Synchronmotor des Meßwertwandlers läuft mit der Freigabe der Niedertarifzeit, z. B. um 21 Uhr, an und dreht den auf der Achse angeordneten Widerstand Rz und erhöht damit stufenlos den Widerstand. Nach sechs Stunden wird die Stromversorgung des Laufwerks vom Kontakt RN auf R umgeschaltet, so daß der Synchronmotor noch 16 Stunden weiterläuft und sich nach Erreichen der Ausgangsstellung, hier um etwa 19 Uhr, wieder selbst abschaltet. Er korrigiert sich so täglich in seinem Zeitverhalten und arbeitet wartungsfrei. Der am Meßwertwandler vorn ausgeführte Zeitwertknopf hat eine Zeiteinstellung von 22 Stunden (zwei Stunden Standzeit vor dem Beginn der nächtlichen NT-Zeit). Dieser Knopf dient lediglich Kontrollzwecken, soll also nach einmaliger Einstellung nach der Installation nicht mehr verstellt werden.

Bild 5



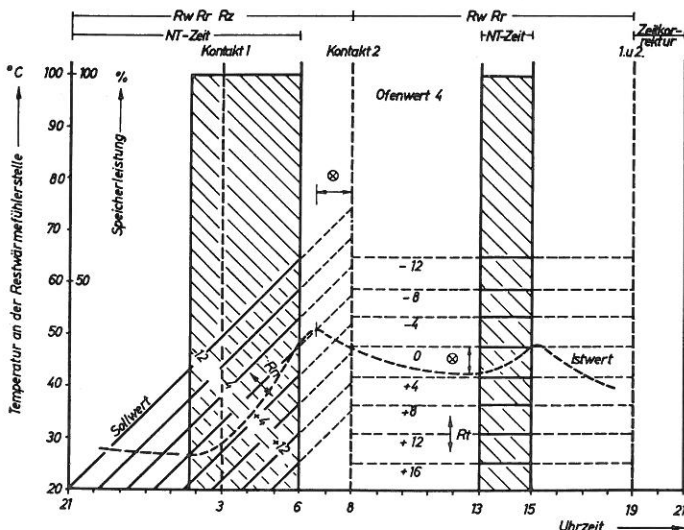
Auf der Rückseite des Meßwertwandlers befindet sich ein Knopf „Tagladeintensität“. Mit diesem Knopf kann zentral die Tagladeintensität der angeschlossenen Laderegler beeinflusst werden. Wenn also z. B. eine EVU-Bestimmung die vorrangige Ausnutzung der nächtlichen NT-Zeit vorschreibt, wird dieser Knopf auf einen entsprechenden Wert eingestellt, der es den Benutzern der Anlage erst ab einer bestimmten Außentemperatur ermöglicht, die Tagladung in Anspruch zu nehmen. Der Meßwertwandler ist plombierbar, so daß dieser Knopf dem allgemeinen Zugriff entzogen ist.

Die Laderegler können zentral angeordnet sein oder in jeweiligen Unter- bzw. Wohnungsverteilungen eingebaut werden. Der Laderegler enthält je Regelkreis einen Regelwiderstand für die Tagladung und einen Regelwiderstand für die Nachtladung, die, getrennt von außen einstellbar, eine Anpassung an individuelle Benutzungsgewohnheiten ermöglichen. Diese sind über die Parallelschaltung des Ofenwertwiderstandes und des Restwärmewiderstandes über einen Festwiderstand  $R_k$  an eine konstante Spannungsquelle  $U_k$  angeschlossen. Mit den Ofenwertwiderständen  $R_o$  kann die Anpassung der einzelnen Regelkreise an die Speicherheizung durchgeführt werden.

Die Anpassung ist erforderlich, weil die Oberflächentemperatur verschiedener Speicherheizgerätekfabrikate verschieden sind und z. B. die Temperatur im Kern der Fußbodenheizung erheblich niedriger liegt. Durch die richtige Einstellung des Ofenwertpotentiometers wird nicht nur die exakte Erfassung der Restwärme gewährleistet, sondern auch die Führung der Kerntemperatur der Speicherheizung abhängig von Außentemperatur und Zeit ermöglicht.

Mit den Stellknöpfen „Tag und Nacht“ kann also die Aufladekennlinie parallel mit dem Potentiometer „Ofenwert“ in der Steilheit verändert werden. Im Laderegler werden die Werte des Restwärmefühlers und der Stellpotentiometer in einen Differenzverstärker eingegeben. Hier findet ein Vergleich mit den vom Meßwertwandler vorgegebenen Werten statt. Als einfachste Möglichkeit der Erklärung bietet sich der Vergleich mit einer Waage an: Auf der einen Seite haben wir die Werte des Witterungsfühlers und des Drehwiderstandes in der Nacht und des Festwiderstandes am Tage im Meßwertwandler, auf der anderen Seite die Werte des Restwärmefühlers und der Stellwiderstände im Laderegler. Mit zunehmendem Widerstand des Drehwiderstandes  $R_z$  im Meßwertwandler oder/und des Witterungsfühlers bei geringer werdenden Temperaturen auf der anderen Seite wird bei einer bestimmten Spannungsdifferenz von der Elektronik das Schaltrelais eingeschaltet, das damit die Aufladung freigibt. In der Nacht wird die Aufladung bis zum Ende der Niedertarifzeit nur dann unterbrochen, wenn entweder die Außentemperatur höhere Werte annimmt oder die entsprechend der Witterung zu speichernde Wärmemenge bereits vor Ende der NT-Zeit vorhanden ist. Zehn Stunden nach dem Beginn der nächtlichen NT-Zeit entfällt durch das Abschalten des Drehwiderstandes  $R_z$  der Zeiteinfluss. Bis zum Beginn der nächsten Nacht-NT-Zeit ist ein Festwiderstand in Funktion. Außerdem werden über die Leitungen Z1/Z2 die Stellwiderstände

Bild 6  
Diagramm der elektronischen Aufladeautomatik (Speicheröfen der Bauart III).



„Tag“ in Betrieb gesetzt. Bei erneuter Freigabe der Niedertarifzeit am Tage erfolgt die Aufladung also nur noch abhängig von der Witterung, Restwärme und der Stellung des Potentiometers „Tag“.

In den Bildern 6 und 7 ist die Aufladezeit, abhängig von Witterung und Restwärme eingezeichnet. Auf der Senkrechten sind die Temperaturen an der Restwärmefühlerstelle von 20 bis 100 °C, auf der Waagerechten die Uhrzeiten von 21.00 bis 21.00 Uhr eingetragen.

Die Temperatur an der Restwärmefühlerstelle beträgt nach Vollaufladung bei Speichergeräten der Bauart I und II etwa 100 °C, bei Speichergeräten der Bauart III zwischen 60 und 100 °C und bei Fußbodenheizungen zwischen 40 und 65 °C. Um den Wärmeinhalt der Speicherheizung richtig zu regeln, wird — wie beschrieben — der entsprechende Ofenwert eingestellt.

In der Zeit von 21.00 bis 6.00 Uhr verläuft die „Sollwertkurve“ mit einer Steigung, die durch die Ofenwerteneinstellung bestimmt wird. Die Sollwertkurve ergibt sich aus der Restwärmefühler-temperatur. Unterschreitet die Istwertkurve die Sollwertkurve, so spricht die Automatik an, und der Stromkreis zur Erregung des Heizungsschützes wird durchgeschaltet.

In der Zeit von 8.00 bis 19.00 Uhr verläuft die Sollwertkurve, die nunmehr nur noch von der Gebäudewandtemperatur bestimmt wird, waagrecht. Die NT-Zeit kann durch eine Rundsteueranlage in dieser Zeit beliebig festgelegt werden. Die Temperatur an der Restwärmefühlerstelle ist durch die Wärmeabgabe des Speicherofens entsprechend abgesunken und demzufolge auch die Istwertkurve. Wird nun auf den Niedertarif umgeschaltet, beginnt sofort die Speicherung. Überschreitet in der NT-Zeit am Tage die Istwertkurve die Sollwertkurve, so wird die Aufladung unterbrochen. Durch die Drehknöpfe „Nacht“ und „Tag“ können die Sollwertkurven parallel verschoben werden. Hierdurch ist eine Anpassung der Automatik an den Behaglichkeitsanspruch möglich.

Für die in den Diagrammen festgelegten Sollwertkurven wurde eine gleichbleibende Gebäudetemperatur in den NT-Zeiten angenommen. Bei nach Einschaltung der Speicheröfen steigenden Außentemperaturen während der Nachtzeit wird die Aufladung vor Ende der NT-Zeit unterbrochen. Der Wärmeinhalt der Speicheröfen könnte am Ende der Niedertarifzeit nur dann zu gering sein, wenn nach dem einmal festgelegten Einschaltzeitpunkt die Außentemperatur plötzlich stark absinken würde. Durch die exakte Erfassung der Restwärme wird zu Beginn der nächsten Niedertarifzeit der Fehlbetrag durch vermehrte Wärmeaufnahme wieder ausgeglichen.

In geschlossenen Wohngebieten, die elektrisch beheizt werden, kann die für die automatisch geregelte Speicherheizung gleichzeitig in Anspruch genommene Leistung — wenn auch in der Übergangszeit nur kurzzeitig — sehr hoch sein.

Mit dem Einsatz verschiedener Meßwertwandler (siehe Bild 8) kann eine besonders günstige Lastverteilung erzielt werden. Durch Abschalten des Zeiteinflusses in der Mitte der nächtlichen Niedertarifzeit (Spreizung) wird die Aufladung z. B. in der NT-Zeit von 21.00 bis 6.00 Uhr in der Zeit bis 1.30 Uhr durch Zeit, Witterung und

Bild 7  
Diagramm der elektronischen Aufladeautomatik (Speicheröfen der Bauart I und II).

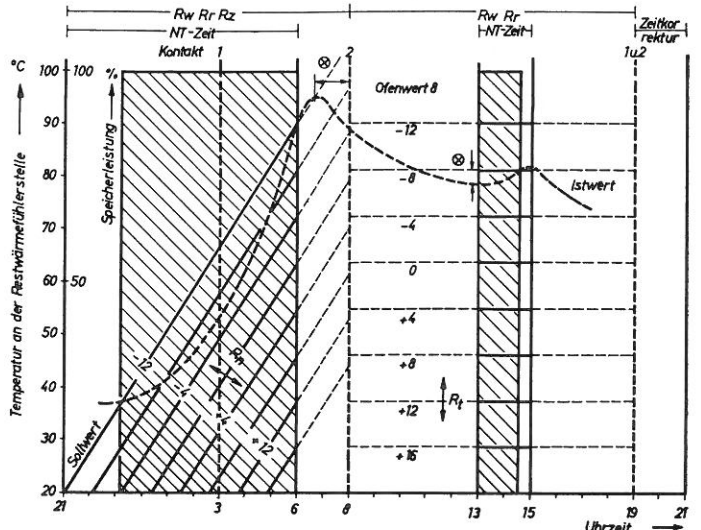
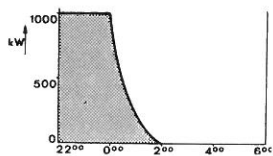


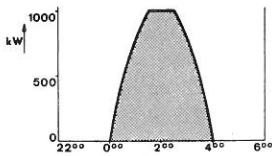


Bild 8

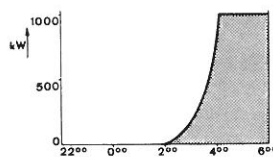
Schematische Darstellung der Netzbelastung durch Einsatz verschiedener Meßwertwandler bei einer Witterung entsprechend einer Außentemperatur von etwa 0°C.



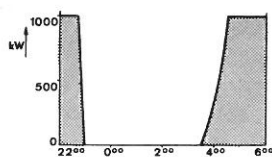
Meßwertwandler Typ 1005



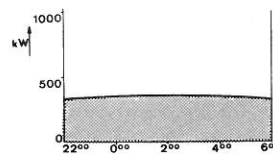
Meßwertwandler Typ 1006



Meßwertwandler Typ 1007



Meßwertwandler Typ 1008



Meßwertwandler-Kombination

Meßwertwandler-Kombination

Typ 1005 = ohne Zeitverhalten (Vorwärtsregelung)

Typ 1006 = Spreizung in der Mitte der Nacht

Typ 1007 = mit Zeitverhalten (Rückwärtsregelung)

Restwärme, in der Zeit von 1.30 bis 19.00 Uhr nur durch Witterung und Restwärme beeinflusst. Wenn die Temperatur an der Restwärmemessstelle gleich oder kleiner als 20°C ist, ist die Zeit der Aufladung vor 1.30 Uhr gleich der Aufladezeit nach 1.30 Uhr. Bei im Speichergerät verbliebener Restwärme wird ein größerer Teil der Aufladung nach 1.30 Uhr erfolgen.

Das stufenweise Einschalten der Speicherleistung ist gegeben durch die von Wohnung zu Wohnung unterschiedliche Einstellung der Automatik und durch unterschiedliche Restwärme der Speichergeräte.

Insbesondere für Fußbodenheizungen wird ein Meßwertwandler (Typ 1008) geliefert, der über die angeschlossenen Laderegler in der ersten Stunde der nächtlichen NT-Zeit die Ladung witterungs- und restwärmeabhängig freigibt. Die danach noch notwendige Aufladung zur Deckung des Wärmebedarfs für den nächsten Tag wird an das Ende der nächtlichen Niedertarifzeit gelegt. Diese Lösung bietet den Vorteil, daß zwar in den späten Abendstunden schon ein Teil der Wärme zur Verfügung steht, eine unnötig hohe Abstrahlung während der Nachtstunden jedoch vermieden wird, da die Hauptaufladung in den Morgenstunden erfolgt.

Es gibt heute einzelne EVU-Gebiete, wo statt der neunstündigen Nacht-NT-Zeit und einer begrenzten Tages-NT-Zeit über 24 Stunden die Heizleistung freigegeben wird. Der Freigabeimpuls wird

hier nur während der Spitzenlastzeiten für etwa zwei Stunden zweibis dreimal am Tage unterbrochen. An diese Teilspeicherheizung wird also nur die Forderung gestellt, daß der Wärmebedarf der Sperrzeiten durch den Speicher gedeckt werden muß, da in der übrigen Zeit die Direktleistung zur Verfügung steht.

Die Vorteile dieses Systems sind die günstigsten Anschaffungskosten und geringe Abmessungen.

Zur Regelung dieser Heizung werden Vielstellen-Ladegeräte angeboten, deren Funktion bei der üblichen Speicherheizung in Verbindung mit einem Meßwertwandler der vorher beschriebenen entspricht. Bei der Teilspeicherheizung können die Geräte ohne Zeiteinfluß betrieben werden. Der Witterungsfühler wird direkt an das Regelgerät angeschlossen, wo ein Vergleich zwischen Witterung und erforderlicher bzw. vorhandener Wärmemenge stattfindet. Der Ladezustand der Teilspeichergeräte oder der Fußbodenheizungen ist dann witterungsabhängig so, daß sowohl der momentane als auch der Wärmebedarf in der Sperrzeit gedeckt werden kann.

Alle beschriebenen Geräteausführungen sind ohne Nachinstallation gegeneinander auswechselbar, so daß auch bei Änderungen nach Fertigstellung der Anlage ohne Aufwand eine Umstellung möglich ist.

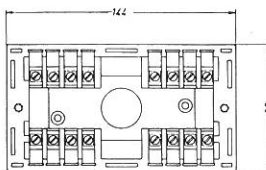
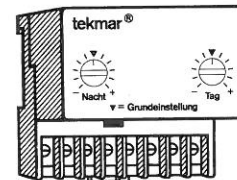
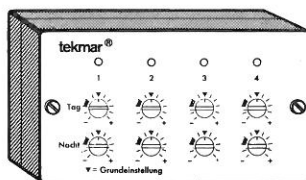
Wie beschrieben, läßt sich durch die Verwendung eines Meßwertwandlers und einer Vielzahl von Laderegeln die Aufladung von Elektro-Speicherheizungen aller Systeme in Mehrfamilienhäusern, Schulen, Kirchen, Büro- und Verwaltungsgebäuden usw. regeln. Da für die Aufladung der Speichergeräte oder der Fußbodenheizung einer einzelnen Wohnung oder eines Einfamilienhauses die Anschaffung eines Meßwertwandlers und eines Ladereglers nicht immer wirtschaftlich vertretbar ist, wurde für diese Fälle ein Einstellen-Ladegerät entwickelt. Dieses Ladegerät beinhaltet in einem Gehäuse die wesentlichen Bauteile des Ladereglers und Meßwertwandlers, ist also in Aufbau und Funktion diesen Geräten gleich.

Da für diese Lösung nur ein Gehäuse benötigt wird, außerdem durch Doppelfunktion mehrerer elektrischer und elektronischer Bauteile ein geringerer Material- und Bestückungsaufwand erzielt wird, kann das Gerät günstig angeboten werden. Dieses Einstellen-Gerät kann jedoch nicht, wie die Vielstellen-Geräte, durch weitere Laderegler erweitert werden. Das Gerät kann sowohl mit als auch ohne Restwärmeerfassung geliefert werden.

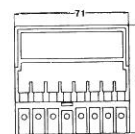
Die Erfahrung hat gezeigt, daß z. B. bei der Modernisierung eines Althauses ein solches preisgünstiges Gerät für die witterungsabhängige Steuerung der Heizung einer oder sogar mehrerer Wohnungen eingesetzt werden kann. Man darf zwar nicht den Komfort einer Vollautomatik erwarten, jedoch werden durch die witterungsabhängige Ladung und Verlegung der Aufladung an das Ende der Nacht für den Kunden ein wirtschaftlicher Betrieb und für das EVU eine günstige Netzbelastungskurve erzielt.

Das Gehäuse eines Regelgerätes ist nicht nur die Verpackung eines Funktionsteiles, sondern sollte selbst auch funktionell und zweckmäßig sein. Wir haben bei der Entwicklung unserer Gehäuse weniger Wert auf Schönheit oder Styling gelegt, sondern uns bemüht, ein zweckdienliches Teil mit großer Eigenfunktion zu konstruieren.

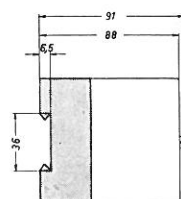
Die Geräte bestehen aus zwei Teilen: dem Sockel und dem Steck-einsatz. Im Sockel wird die Verdrahtung vorgenommen. Der Elektroneinsatz wird eingesteckt, wenn die Anlage in Betrieb genommen werden soll. Es besteht also nicht die Gefahr, daß auf ungesicherten Baustellen Geräte gestohlen oder unsachgemäß behandelt werden. Falls einmal eine Reparatur oder ein Geräte-austausch notwendig ist, wird der Steck-einsatz aus dem Sockel gezogen und ersetzt. Vergoldete Kontakte gewährleisten eine einwandfreie Kontaktgabe. Die Verdrahtung wird nicht berührt — es kann in Notfällen der Austausch von Nichtfachleuten vorgenommen werden. Die Löhne für Spezialisten klettern, der Kundendienst wird teurer und ist in der Saison überlastet. Der zweckmäßige Geräteaufbau ist ein mitverkaufter Kundendienst ohne Kosten — die mitgelieferte Funktionsgarantie der Anlage.



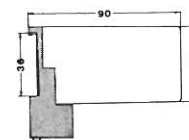
Sockel



Sockel



Sockel und Steck-einsatz



Sockel und Steck-einsatz