Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 76 (1985)

Heft: 22

Artikel: Die werkgesteuerte Mischheizung : eine frei steuerbare Lastgruppe

Autor: Strässler, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904713

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die werkgesteuerte Mischheizung – eine frei steuerbare Lastgruppe

W. Strässler

Auch bei Netzen mit Belastungsspitzen während der Nacht im Winter kann durch das neuartige Elektroheizungskonzept der werkgesteuerten Mischheizung ausserhalb der Hochlastzeiten noch Energie für die Raumheizung bereitgestellt werden. Bei dieser von den Elektrizitätswerken Wynau entwickelten Kombination aus Direkt- und Speicherheizung erfolgt die Steuerung von Ladung, Entladung und Direktheizbetrieb last- und temperaturabhängig von den Unterwerken aus über die Rundsteuerung.

La nouvelle conception de chauffage électrique combiné, commandé par l'entreprise, permet, même dans les réseaux ne présentant plus de creux de charge nocturne en hiver, de mettre en dehors des périodes de pointes de charge de l'énergie à disposition pour le chauffage des locaux. Cette combinaison de deux chauffages, direct et à accumulation, élaborée par les Entreprises électriques de Wynau, permet de commander par télécommande centralisée et depuis les sous-stations la charge, la décharge et l'exploitation du chauffage direct en fonction de la charge et de la température.

Adresse des Autors

Walter Strässler, El.-Ing. HTL, Elektrizitätswerke Wynau (EWW), 4900 Langenthal

1. Grundsätzliche Gedanken zum Energiesparen und zur Energieversorgung

Jede Energieart belastet die Umwelt in irgendeiner Form. Mit allen Energieträgern wie Öl, Gas, Elektrizität und Fernwärme ist deshalb haushälterisch umzugehen. Nicht zuletzt fehlen bei verschwenderischem Einsatz die fossilen Brennstoffe den Drittweltländern, welche diese zu ihrem Überleben dringend notwendig hätten.

Als erste Aufgabe muss daher das *Sparen* aller Energieträger ernst genommen werden.

Auf Energie kann aber trotz aller Sparmassnahmen nicht verzichtet werden. Als zweite Hauptaufgabe ist deshalb eine *Energieversorgungspolitik* zu suchen, die folgende Kriterien berücksichtigt und möglichst optimal in Einklang bringt

- Luftverschmutzung
- Gewässerverschmutzung
- weitere Abfallbelastungen
- Landschaftsbelastung durch Bauten und Verkehr
- Auslandabhängigkeit
- Versorgungssicherheit, Lagerbarkeit
- Wirtschaftlichkeit

Projektierte [1] oder bereits abgeschlossene Energiekonzepte in vielen Regionen unseres Landes versuchen, für die sich zum Teil widersprechenden oder gar ausschliessenden Kriterien einen verantwortbaren Weg für die künftige Energieanwendung und -bereitstellung zu finden. In diesem Sinne ist das bernische Energiegesetz vom Mai 1981 [2] eines der am weitesten gehenden Energiegesetze. Hier wird unter Zweckbestimmung gefordert (Art. 1):

a) das Energiesparen und die zweckmässige Verwendung der Energie zu fördern;
b) die einseitige Abhängigkeit der Energieversorgung vom Erdöl und von andern Energieträgern zu mindern;
c) eine wirtschaftliche, vielseitige, ausreichende und umweltschonende Energieversorgung zu fördern;
d) die Verwendung erneuerbarer Energien zu fördern.

Das Instrumentarium wäre vorhanden, der Weg für mutige Entschlüsse ist frei.

2. Die Situation der Elektrizitätswerke Wynau

Die Elektrizitätswerke Wynau (EWW) versorgen zusammen mit den Wiederverkäufern 58 Gemeinden in den Kantonen Bern, Solothurn und Aargau. Da es sich vorwiegend um typisch ländliche Gemeinden handelt, sind Wärmepumpen und Elektroheizungen in Gebieten ohne Gasversorgung oft die einzigen Alternativen, um gemäss Energiegesetz die Abhängigkeit vom Erdöl zu vermindern.

Im Detailversorgungsgebiet der EWW werden gut 11% der Wohnungen elektrisch beheizt. Dieser Anteil ist rund doppelt so hoch wie der gesamtschweizerische Durchschnitt. In Frankreich [3] oder den skandinavischen Ländern [4] ist man der Forderung nach Substitution mit einem 4- bis 7fach höheren Elektroheizungsanteil als in der Schweiz bereits wesentlich nähergekommen.

Die EWW empfehlen ihren Abonnenten, wenn immer möglich Wärmepumpen zu bevorzugen. Dort, wo dies nicht möglich ist, kann eine werkgesteuerte Mischheizung und in besonderen Fällen eine Direktheizung angeschlossen werden. Im Sinne der eingangs erwähnten Energieversorgungspolitik verlangen die EWW für die drei Heizsysteme Wärmepumpen, werkgesteuerte Mischheizungen und Direktheizungen keine Anschlussgebühren.

3. Die Idee der werkgesteuerten Mischheizung (WGM)

An kalten Tagen ist es nicht mehr sinnvoll, die bereits bestehende hohe Nachtlast zusätzlich durch konventionelle Speicherheizungen zu erhöhen. Hingegen kann in der Übergangszeit ohne weiteres Nachtenergie bezogen werden, ohne dass die vorhandenen Transformations- und Verteilkapazitäten weiter ausgebaut werden müssten. Dies führte zur Idee, eine Lastgruppe zu schaffen, welche sich in die Lasttäler verschieben lässt. Auswertungen zeigten, dass mit einem Speicher, welcher während fünf Stunden den Wärmeleistungsbedarf Q_H decken kann, nahezu alle Lastspitzen umgangen werden können. Dadurch wurde der Speicher im Vergleich zu bestehenden, konventionellen Elektro-Speicherheizungen kleiner.

Selbstverständlich könnte es den Abonnenten nicht zugemutet werden, bei einer Energiebewirtschaftung seiner Heizung durch das Werk die üblichen Hoch- und Niedertarife zu berappen [5]. Es musste gezwungenermassen ein Einfachtarif geschaffen werden, welcher einen zusätzlichen Zähler unerlässlich machte. Dies ist im Fall der EWW keine Neuigkeit, besassen doch alle bisherigen grösseren Heizungen bereits einen separaten Zähler.

Bei einer besseren Netzbewirtschaftung des EWs sollten die Abonnenten nicht zu kurz kommen. Mögliche, begrenzte Störeinflüsse wie z.B. extrem tiefe Temperaturen, ungenaue Berechnungen des Wärmeleistungsbedarfes, zu knapp berechnete oder ausgelegte Isolation des Gebäudes, Fehler im Heizsystem oder der Ausfall einzelner Heizelemente sollten noch zu keinem Wärmedefizit führen. Gleichzeitig verlangt die Speicheraufladung eine theoretische Leistungsreserve, welche mehr als 20% des Wärmeleistungsbedarfes Q_H beträgt.

Mit den aufgezählten Anforderungen können die wesentlichen Eckdaten der werkgesteuerten Mischheizung wie folgt festgelegt werden:

- Anschlusswert = 1,3 × Q_H nach SIA 384/2 (−8 °C)
- Energieinhalt-Speicher = 5 Std. × Q_H (bei Wasser und einem ΔT von 40 °C entspricht dies etwa 100 l Wasser pro installiertes kW)
- Einführung eines neuen Tarifes, genannt Einfachtarif TH
- Separater Zähler
- Mögliche Steuerung der Heizung durch die Netzkommandoanlage

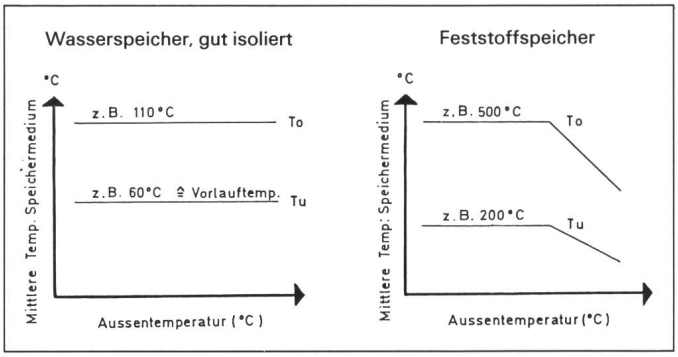

Fig. 2
Die Arbeitstemperaturen der WGM in Abhängigkeit vom Speichermedium

4. Aufbau und Funktion der WGM

Der hydraulische Kreislauf gemäss Figur 1 weicht nur unwesentlich von einem konventionellen Elektrospeicher ab. Lediglich das kleinere Speichervolumen, das Fehlen einer Aufladesteuerung, die Anordnung der Heizelemente im obersten Teil des Kessels und ein zusätzlicher Thermostat sind die Merkmale der WGM. Wesentlich ist, dass die Elektroheizung im Prinzip dauernd an Spannung bleibt, Ausnahmen werden später besprochen.

Die Heizung arbeitet gemäss Figur 2 zwischen zwei Temperaturebenen, welche bei Feststoff- und Einzelspeichern aussentemperaturabhängig beeinflusst werden können, um Standverluste zu reduzieren und ein Überheizen zu vermeiden. Das untere Temperaturniveau muss genügen, um den Wärmeleistungsbedarf Q_H nach SIA 384/2 erbringen zu können. Auf dem unteren wie auch auf dem oberen Temperaturniveau arbeitet die WGM als *Direktheizung*. Der jeweilige Thermokontakt bzw. die Elektronik halten die geforderte Temperatur.

Je nach Wärmeentnahme wird die Heizung mit unterschiedlichem Taktverhältnis Energie aus dem Netz beziehen. Das «Laden» bzw. «Entladen» des *Speichers* geschieht lediglich durch ferngesteuertes Umschalten von der oberen auf die untere Speichertemperatur oder umgekehrt. Material, ΔT und Volumen bestimmen das Speichervermögen.

Die Figuren 3 und 4 stellen zwei theoretische Verläufe dar. Bei Figur 3 hat das Werk genügend Nachtenergie zur Verfügung, die Aufladung des Speichers erfolgt ab 21.30 Uhr, die Entladung beginnt am Morgen um 7 Uhr. In dieser Betriebsart ist der Anteil Niedertarif relativ hoch. Die Aufladung und Entladung des Speichers darf nicht mit dem Wärmebezug des Abonnenten verwechselt werden. Das zusätzliche Netzkommando Sperren/Freigabe im bisher üblichen Sinn soll verhindern, dass bei falsch dimensioniertem Heizungssystem bzw. übermässigem Heizen die Phase des zu frühzeitig erfolgten Direktheizbetrie-

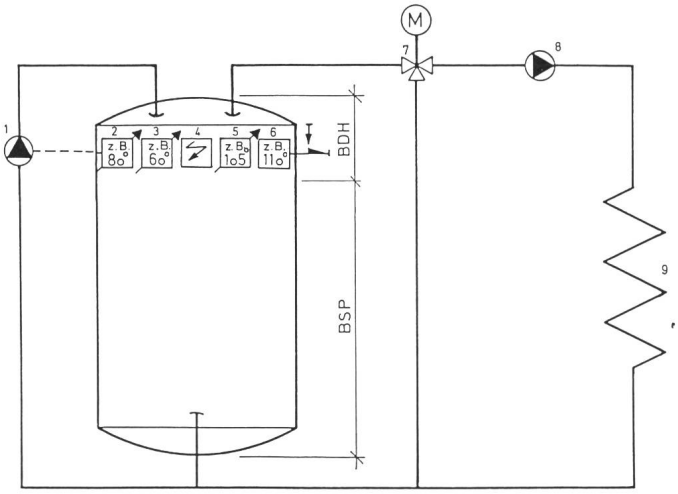

Fig. 1
Hydraulischer Kreislauf eines WGM-Wasserspeichers

1 Ladepumpe
2 Ladethermostat
3 Direktheizthermostat
4 Heizeinsatz
5 Maximumthermostat
6 Sicherheitsthermostat
7 Mischventil
8 Umwälzpumpe
9 Radiatoren/Bodenheizung
BSP Bereich Speicherheizung (95%)
BDH Bereich Direktheizung (5%)

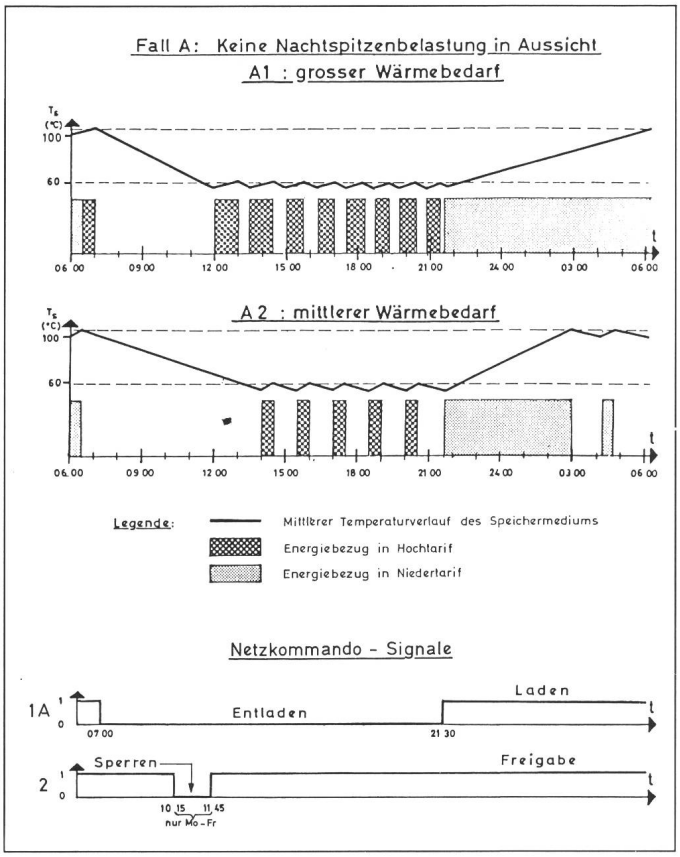

Fig. 4 Theoretischer Verlauf der mittleren Temperatur eines Wasserspeichers in Abhängigkeit der Netzkommando-Signale, wenn keine Nachtspitze erwartet wird

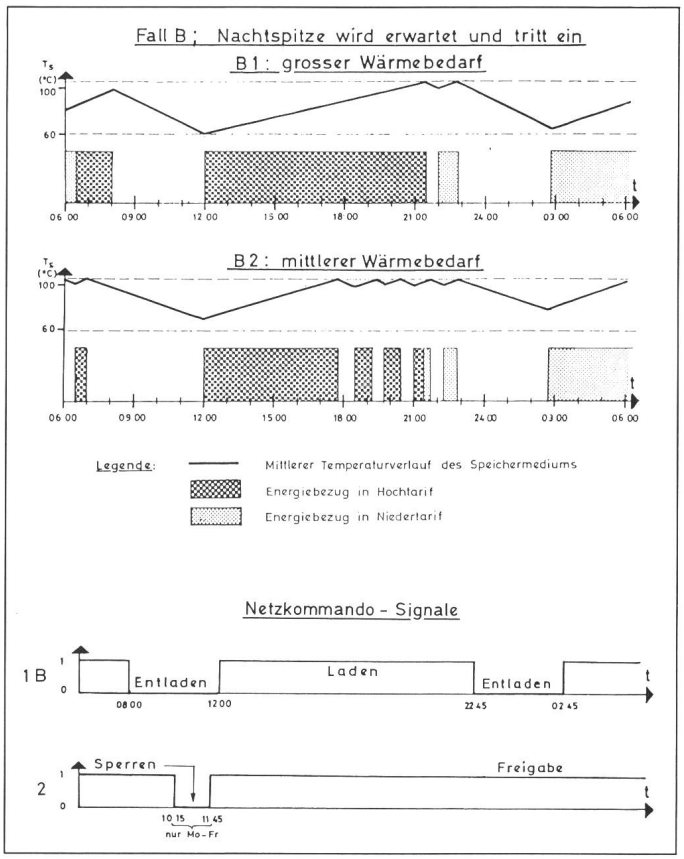

Fig. 3 Theoretischer Verlauf der mittleren Temperatur eines Wasserspeichers in Abhängigkeit der Netzkommando-Signale, wenn Nachtspitze erwartet wird

bes mit der Mittagsspitze zusammenfällt.

In Figur 4 wird eine Nachtspitze erwartet und der Speicher bereits am Nachmittag geladen. Es ist möglich, sowohl der Nachtspitze wie auch der Mittagsspitze auszuweichen. Selbstverständlich benötigt diese Betriebsart wesentlich mehr Hochtarifenergie.

5. Vorläufiges Entscheidungskriterium

Auswertungen von Kurven haben gezeigt, dass ein allfällig zu erwartendes Nachtmaximum zwischen 22 und 3 Uhr zu erwarten ist. Ein Indiz für eine mögliche «kalte Nacht» mit grosser Nachtspitze können die vorangehenden gemittelten Tagestemperaturen sein. Hier kann im Grenzbereich niemand mit Sicherheit voraussagen, ob die Nachtspitze auch tatsächlich auftritt; ein Wetterumbruch, ein unvorhergesehenes Konsumverhalten oder eine Störung irgend welcher Art kann die Prognose zunichte machen.

Bei den vorläufig bescheidenen Anteilen der Anzahl der werkgesteuerten Mischheizungen hat sich das Wynau-Werk für ein festes Steuerprogramm nach Figur 5 entschieden. Der Entschluss für die Umschaltung wird aufgrund der mittleren Tagestemperaturen jeweils täglich um 12 Uhr gemäss folgender Definition getroffen:

T_m $\geqq 0{,}5$ °C: Netzkommando gemäss Schema 1A in Figur 5

T_m $< 0{,}5$ °C: Netzkommando gemäss Schema 1B in Figur 5

$$T_m = \frac{T_N + T_V + T_M}{3}$$

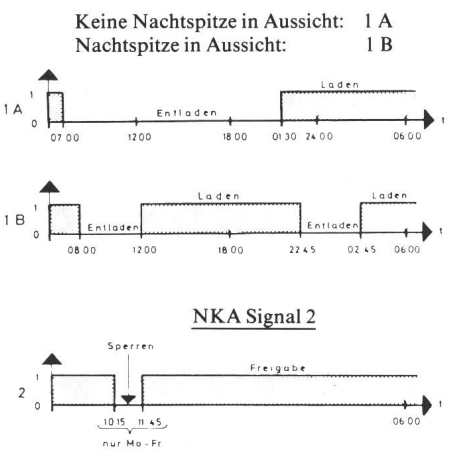

Fig. 5 Steuerungsprogramm der WGM (Beispiel)

wobei

T_N = Aussentemperatur in Wynau um 2.30 Uhr

T_V = Aussentemperatur in Wynau um 7.30 Uhr und

T_M = Aussentemperatur in Wynau um 12 Uhr

Selbstverständlich lassen sich die WGM-Heizungen auch nach andern Kriterien steuern, z.B. in Zusammenarbeit mit Rechnern abhängig von mehreren Kriterien, von Unterwerkskreis zu Unterwerkskreis differenziert, und vieles andere mehr.

6. Betriebserfahrungen mit der WGM

Die wichtigsten Schritte bei der Einführung der WGM können stichwortartig wie folgt zusammengefasst werden:

- *Sommer 1983:* Prototyp in Einfamilienhaus
- *März 1984:* Information an alle Wiederverkäufer, Detailabonnenten, Konzessionäre, Installateure,

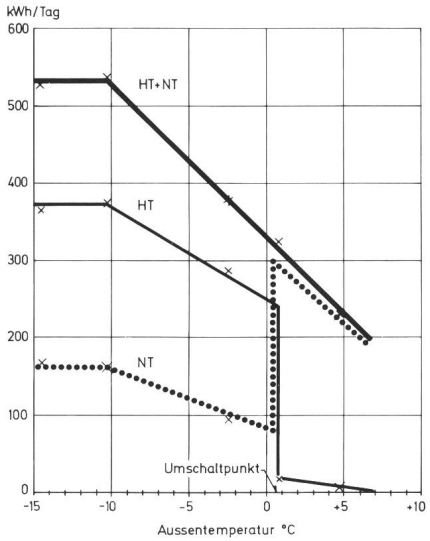

Fig. 6 Gemessene Energieaufnahme einer WGM-Heizung pro Tag in Abhängigkeit der Aussentemperatur

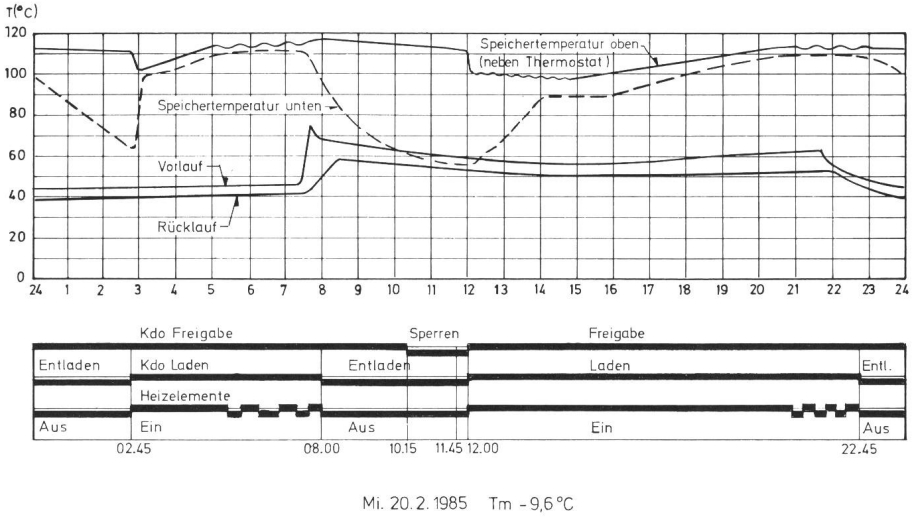

Fig. 7 Temperaturverläufe und Steuersignale an einem kalten Tag

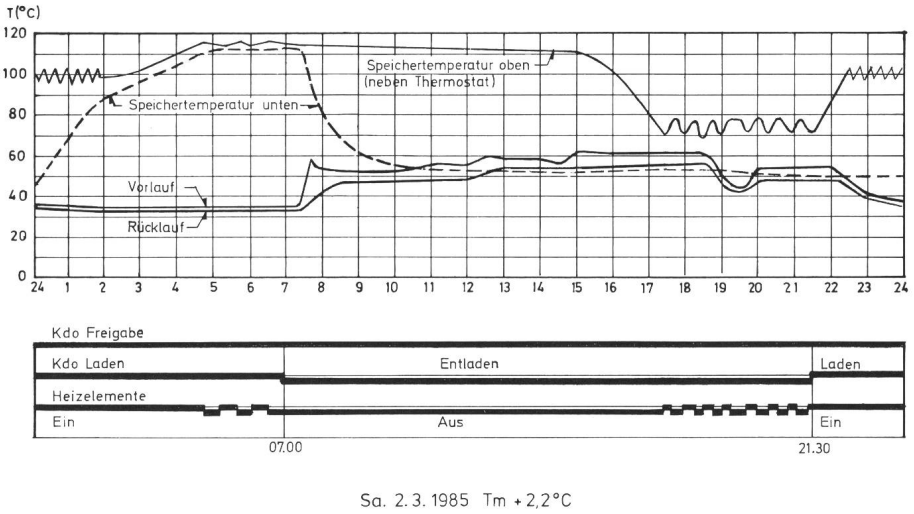

Fig. 8 Temperaturverläufe und Steuersignale an einem milderen Tag

FEA-Mitglieder Produktebereich Elektroheizungen und interne Stellen

- *April 1984:* Inkraftsetzung neues Heizungsreglement, Druck einer Informationsschrift für Anwender
- *August 1984:* Seriengerät in Mehrfamilienhaus der EWW in Betrieb
- *November 1984:* Informationsnachmittag für Konzessionäre
- *1984/85:* Kontakte mit 12 Herstellern von Elektroheizungen und Steuerungen
- *Viertes Quartal 1984:* 28 WGM-Heizungen in Betrieb
- *Erstes Quartal 1985:* 50 WGM-Heizungen in Betrieb

Das theoretisch gerechnete Verhältnis des Bezuges von Hochtarif- zu Niedertarif-Energie betrug 35:65%. Die effektiven Verhältnisse waren im 4. Quartal 1984 41:59% und im 1. Quartal 1985 51:49%. Das 1. Quartal 1985 muss jedoch als klimatisch ausserordentlich beurteilt werden. Die Basis für die Kalkulation des Einfachtarifes basierte auf dem Verhältnis 35:65%. Auswertungen verschiedener Kurven haben inzwischen gezeigt, dass das Umschaltkriterium von +0,5 °C in Zukunft tiefer gelegt werden kann.

Figur 6 zeigt die gemessenen Anteile Hoch- und Niedertarifenergiebezug bei einem mittleren Umschaltpunkt von +0,5 °C einer werkgesteuerten Mischheizung für ein älteres Vierfamilienhaus in Langenthal in Abhängigkeit von der Aussentemperatur. Es wurden die Mittelwerte aus jeweils drei Mittwochmessungen ausgewertet.

Die Figuren 7 und 8 zeigen die Verläufe der Vorlauf-, Rücklauf-, Speichertemperaturen und die Energieaufnahme, in Abhängigkeit von der Tageszeit bzw. der Netzkommandosteuersignale der gleichen Heizanlage. Ein Vergleich unterschiedlicher Heizsysteme hat gezeigt, dass die Wärmebezugspreise einer WGM unter Berücksichtigung der Investitionen und Grundpreise konkurrenzfähig sind.

7. Zusammenfassung

Mit der werkgesteuerten Mischheizung und den Wärmepumpen ist es möglich, den Substitutionsgedanken in die Tat umzusetzen. Die verschiebbare Last ermöglicht es, die noch freien Transformations- und Übertragungskapazitäten besser zu nutzen. Zusätzliche Spitzenbelastungen lassen sich auf diese Weise bei optimaler Steuerung weitgehend vermeiden. Für das Zustandekommen der positiven Ergebnisse sei an dieser Stelle auch der Elektroheizungsbranche, welche die EWW tatkräftig unterstützt hat, bestens gedankt. In der vergangenen Heizperiode mussten bei 50 in Betrieb stehenden WGM-Heizungen keine Reklamationen entgegengenommen werden. Sowohl aus der Sicht der EWW als auch der Abonnenten konnte mit der WGM eine brauchbare Lösung für die weitere Zukunft gefunden werden, getreu dem Motto: Immer weniger Strom für immer mehr Anwendungen.

Literatur

[1] Entwurf Energiekonzept für den Oberaargau.

[2] Energiegesetz des Kantons Bern, Mai 1981. Allgemeine Energieverordnung des Kantons Bern, Februar 1982.

[3] M. Kleinpeter: Das französische Energieprogramm, ÖZE Jg. 38, Heft 4, April 1985.

[4] Elektroheizungen: ÖZE Jg. 38, Heft 4, April 1985, S. 175.

[5] J. Mutzner: Elektrische Raumheizung in der Schweiz, VSE-Sonderdruck 3.51 d.