

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: 74 (1983)

Heft: 7

Artikel: Die Aufladesteuerung von Wärmespeichern

Autor: Sturzenegger, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904788>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Die Aufladesteuerung von Wärmespeichern

1. Aufgaben der Aufladesteuerung

Die Anlagen der Elektrizitätsversorgung müssen für den von der Industrie geforderten Spitzenbedarf ausgelegt werden. Da die Industrie nur knapp einen Viertel der möglichen Belastungsstunden in Anspruch nimmt, ergibt sich eine ungleichmässige Belastung des Versorgungsnetzes. Die meisten Elektrizitätswerke räumen deshalb während der Schwachlastzeit (im allgemeinen von 22 bis 6 Uhr) einen günstigen Tarif für Heizzwecke ein. Während dieser Zeit kann verbilligte Elektrizität in Wärme umgewandelt werden.

Schon seit mehr als zehn Jahren werden in der Schweiz Wärmespeicheranlagen in grösseren Stückzahlen eingesetzt, und die ehemals schwachen Netzbelastungen der Nacht sind teilweise bereits aufgefüllt. Ursprünglich wurden die Wärmespeicher für 8 h Nachtladung ausgelegt, ohne Berücksichtigung jeglicher Tagnachladung. Es wurde auch oft eine grosszügige Anschlussdimensionierung vorgenommen, was zur Folge hat, dass die Nachtladezeit von 8 h auch bei tiefsten Aussentemperaturen nie voll ausgenutzt wird.

Speicheranlagen ohne Aufladesteuerung schalten bei Freigabe um 22 Uhr ein und sind teilweise schon um Mitternacht aufgeladen; die Aufladung erfolgt praktisch gleichzeitig mit dem Aufheizen der Wasserboiler. Anlagen mit Aufladesteuerungen werden dagegen so geschaltet, dass die Ladezeit in die Morgenstunden verschoben wird. Sie beginnt z.B. zwischen 2 und 3 Uhr und endet bei Niedertarifende. Langjährige Messungen haben aber gezeigt, dass die Ladezeit im Durchschnitt knapp 3 h pro Nacht beträgt. Mit den Zeitblöcken am Anfang und Ende der Nacht wird die Nachtbelastung somit nicht voll ausgenutzt. Der Wunsch nach einer Nachmittesteuerung war deshalb naheliegend, um die Nachtbelastung gleichmässig zu verteilen.

Eine weitere Massnahme besteht darin, die Speicheranlagen für eine längere Ladezeit (10 bis 16 h) auszuliegen. Dies bietet zwei Vorteile: Einerseits wird die Anschlussleistung kleiner, was beispielsweise bedeutet, dass mehr Heizanlagen am glei-

chen Leitungsstrang angeschlossen werden können. Andererseits wird die Ladezeit während der Nacht länger und die Schwachlastzeit besser ausgenutzt, da die Speicher bereits bei Aussentemperaturen um 0 °C voll aufgeladen werden, also praktisch im Durchschnitt 5 bis 6 h eingeschaltet sind.

Schwachlastzeiten während der Hochtarifzeit, z.B. morgens nach 9 Uhr und über die Mittagszeit, evtl. sogar abends, können für eine Nachladung von Speicheranlagen ebenfalls herangezogen werden. Um eine optimale Netzauslastung zu erhalten, ist es allerdings notwendig, dass das Netz genau überwacht wird und die Speicherheizungen abgeschaltet werden können, wenn Spitzen auftreten.

Ebenso ist es für den Speicherheizungsbesitzer wichtig, dass seine Heizanlage genau geregelt wird. Die Aufladesteuerung soll dafür sorgen, dass die Wärmespeicheranlage nur so viel Energie konsumiert, wie nötig ist, um im Haus Behaglichkeit zu erzielen. Dabei ist es wichtig, dass möglichst viel Heizenergie während der Niedertarifzeit bezogen wird. Die Aufladesteuerung ist somit ein wichtiger Bauteil in der ganzen Heizanlage.

2. Vereinheitlichung der Steuerung

Es gibt eine ganze Anzahl verschiedener Heizungssteuerungen, die zur Aufladung von Wärmespeicheranlagen dienen. Sie unterscheiden sich in ihren Möglichkeiten und sind oft nur für ein ganz bestimmtes

Wärmespeicherfabrikat geeignet. Es ist deshalb zu begrüssen, dass auf diesem Gebiet eine Normung durchgeführt wurde. Die DIN-Norm 44574 soll etwas Ordnung in die Vielfalt bringen. Nach dieser Norm werden folgende Kriterien festgelegt:

Steuerspannung: Früher erfolgte die Anpassung des Reglers an die Aussentemperatur meistens mit der Steuerspannung (z.B. $T > 21\text{ °C}$, hohe Spannung, keine Aufladung). Bei modernen Geräten wird der Regler bei konstanter Steuerspannung 220 V über die Einschaltdauer (ED) gestellt. In der DIN-Norm ist als oberer Grenzwert 80% ED festgelegt. Bei tiefster Aussentemperatur beträgt ED = 0%.

Witterungsfühler: NTC-Fühler mit genau festgelegten Werten, zwei Drahtanschlüsse.

Anschlussklemmen: Alle Klemmen nach DIN-Norm 44573.

Steuerungseingaben: separate Einstellmöglichkeiten für Klimazone, Heizgrenze, Nachtkenlinie und Tagkenlinie.

Die DIN-Norm ermöglicht es, die Modellvielfalt bei den Aufladesteuerungen und den dazugehörigen Zeitgliedern drastisch zu reduzieren. So konnte beispielsweise AEG-Telefunken die bisherige Modellpalette von etwa 35 Varianten, die notwendig waren, um alle EW- und Kundenwünsche zu erfüllen, durch ein einziges Gerät ersetzen.

Dank moderner Mikroprozessortechnik ist es ferner möglich, neuartige, kompakte Aufladesteuerungen zu entwickeln (Fig. 1). Steuerungsteil und Zeitwerk können in einem Gehäuse integriert werden. Die Ge-

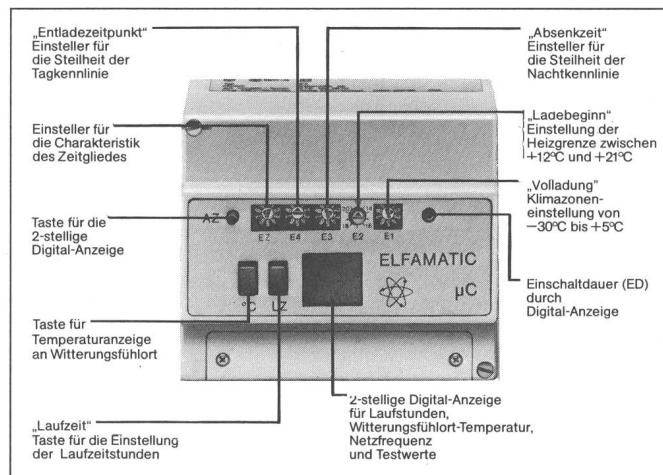


Fig. 1
Frontplatte
einer modernen
Aufladesteuerung
(Elfamatic µC von
AEG-Telefunken)

Adresse des Autors

M. Sturzenegger, H. P. Koch AG, 8604 Volketswil.

räte sind universell einsetzbar, für alle praktischen Anwendungsfälle für bestehende und zu erwartende Forderungen der Elektrizitätswerke. Ein Einchip-Mikrocomputer mit integrierten Analog-Digital-Wandlern ermöglicht z.B. 21 Funktionen und mehr als 160 000 Kennlinieneinstellungen. Die verschleissfreien Bauteile der Mikroelektronik und der Wegfall von mechanischen Bauteilen wie Getriebe und Nockenscheibe sowie motorgetriebener Potentiometer versprechen zudem eine lange Lebensdauer.

3. Möglichkeiten einer modernen Aufladesteuerung

Im folgenden werden einige der Möglichkeiten vorgestellt, die eine Aufladesteuerung dank Mikroprozessoren heute bieten kann (Elfamatic- μ C-Steuerung).

Vorwärts-, Rückwärts- und Nachtmittesteuerung ermöglichen eine ausgeglichene Nachtbelastung über die ganze Niedertarifzeit. Das EW kann für den entsprechenden Netzstrang eine der drei Möglichkeiten wählen, gegebenenfalls sogar jederzeit eine Umschaltung von Vorwärts- auf Rückwärtssteuerung oder umgekehrt vornehmen. Dadurch können Nachtspitzen vermieden werden.

Einsetzbar für jede Anlagegröße: durch zusätzliche Folgegeräte können je 15 weitere Wärmespeicher angeschlossen werden. Die Folgegeräte werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo verschiedene Zählerkreise oder eine galvanische Trennung nötig ist. Jeder Mieter zahlt so seine Heizrechnung direkt beim EW, eine Heizkostenabrechnung erübrigt sich.

Automatische Synchronisation der Zeitautomatik bei Netzausfällen, Störungen oder bei Sommer-/Winterzeit-Umstellung.

Nachtkennlinien-Absenkezeit verstellbar von 4 bis 9 h, d.h., es ist eine Nachtladezeit von 6 bis 10 h möglich (Fig. 2). Es ist z.B. auch möglich, dass die Ladezeit während der ersten sechs Nachtlaststunden unterbrochen wird, wenn eine Nachtspitze auftritt (Verriegelung Nachtkommando mit dem Spitzensperrekommando).

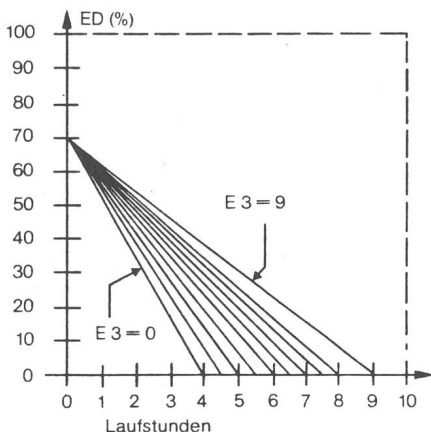


Fig. 2 Einstellmöglichkeit der Nachtkennlinie

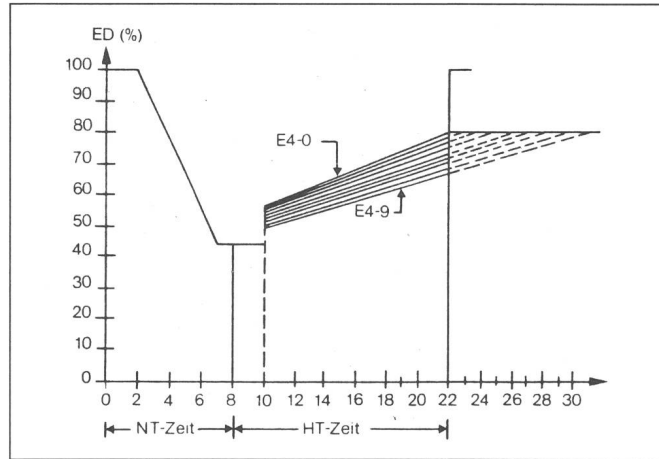


Fig. 3 Einstellmöglichkeiten der Tagnachladung

Tagkennlinien-Programmierung (vier Möglichkeiten)

Stundeneinstellung: Die Wärmespeicher werden je nach Tageszeit derart nachgeladen, dass die gespeicherte Energiemenge ausreicht, das Haus bis zur Nachtladung zu beheizen.

Stundeneinstellung mit Aussentemperaturbegrenzung: Die Lademenge wird bei der Tagnachladung von der Tageszeit sowie auch von der Klimazoneneinstellung abhängig gemacht; eine Tagnachladung erfolgt erst, wenn die Aussentemperatur unter die eingestellte Klimazone absinkt, und wird dann von der Tageszeit abhängig gemacht (Fig. 3).

Temperaturabhängig: Es kann eine feste Aussentemperatur eingestellt werden, ab welcher eine Tagnachladung beansprucht werden soll.

Volle Tagnachladung: Es werden sämtliche Tagnachladungen voll ausgenutzt, und die Wärmespeicher werden maximal auf diejenige Temperatur aufgeladen, die der vorhandenen Aussentemperatur entspricht.

Zeitgliederlaufzeiten: Das eingebaute Zeitglied hat die Aufgabe, die von der Tageszeit abhängige Ladungsvorgänge freizugeben oder zu unterdrücken. Es werden also die Nachtkennlinie sowie auch die Tagkennlinie zeitlich beeinflusst. Es sind verschiedene Einstellungen der Umlaufzeiten möglich: 12, 20 und 22 h. Normal wird eine Umlaufzeit von 22 h gewählt. Die Laufzeit beginnt bei Niedertarifbeginn oder wenn die Speicher-Nachtladezeit beginnt. Um 20 Uhr des folgenden Tages sind die 22 Laufstunden vorbei, und das Zeitglied steht still, bis um 22 Uhr die neue Nachtladezeit beginnt. Die Laufzeiten von 20 bzw. 12 h sind speziell für Elektrizitätswerke bestimmt, welche die Nachtladung unterbrechen wollen. Praktisch alle Zeitglieder sind so konstruiert, dass während Unterbrüchen in den ersten sechs Nachtlaststunden jeweils die Uhr stehen bleibt. Dies erfolgt, damit die Nachtkurve durch die Unterbrüche nicht beeinflusst wird.

Beispiel: Ein EW hat eine Nachtfreigabe von 21 Uhr bis 7 Uhr, also total 10 h. Die

Speicheranlagen seien so berechnet, dass die Vollladung innert 8 h erfolgt und die Ladezeit so verschoben wird, dass die notwendige Lademenge bei Niedertarifende erreicht ist. Es besteht nun die Möglichkeit, die Nachtladung während der ersten sechs Ladestunden maximal 2 h zu unterbrechen, wenn dies die Netzbelastung erfordert.

Klimazoneneinsteller: Damit kann diejenige Aussentemperatur gewählt werden, bei welcher die Wärmespeicher voll aufgeladen werden sollen (Fig. 4). Bei einer reinen Nachtladung ist diese Temperatur mit der Klimazonentemperatur identisch. Hat man jedoch eine zusätzliche Tagnachladung, so wird die Einstelltemperatur höher gewählt. Dabei wird diejenige Aussentemperatur ermittelt, bei welcher eine reine

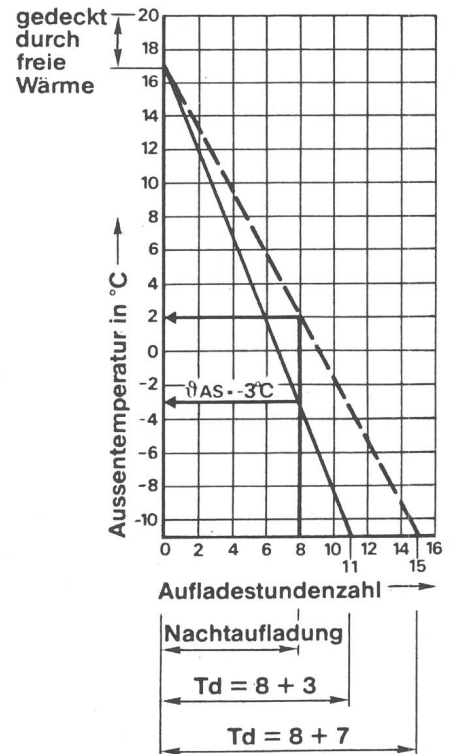


Fig. 4 Bestimmung der Speichergrenztemperatur (Klimazoneneinstellung)

Stellung	E1 in °C	E2 in °C	E3 in h	E4 in h	EZ
0	-30	+12	4	0	ohne Zeitglied
1	-20	+13	4,5	1	12 h - Zeitglied
2	-18	+14	5	2	20 h - Zeitglied
3	-15	+15	5,5	3	22 h - Zeitglied
4	-12	+16	6	4	22 h Nacht mit Zeit nur witterungsabhängiger Wert am Tag
5	-9	+17	6,5	5	12 h und E1-Sprung am Tag
6	-6	+18	7	6	20 h und E1-Sprung am Tag
7	-3	+19	7,5	7	22 h und E1-Sprung am Tag
8	0	+20	8	8	22 h Nacht ohne Zeit, Tag normal
9	+5	+21	9	9	22 h Nacht ohne Zeit und E1-Sprung am Tag
②					20 h Nacht ohne Zeit
③					22 h Nacht ohne Zeit
④					22 h/am Tag witterungsabhängiger Wert + E4-Wert ¹⁾
⑤					12 h/Nacht ohne Zeit/E1-Sprung am Tag
⑥					20 h/Nacht ohne Zeit/E1-Sprung am Tag
⑦					22 h/Nacht ohne Zeit/E1-Sprung am Tag

Zahl mit ○ bedeutet, daß an Klemme VR +5V anstehen muß.
¹⁾ Pro Stufe des E4-Schalters bedeutet 2 K, d. h. bei Stellung 5
5 x 2 K = 10 K höher als momentaner Wert der Witterung.

Fig. 5

Einstellanweisung

- E1 Klimazone bzw. bei welcher Aussentemperatur eine Vollladung nötig ist
- E2 Obere Heizgrenze, entspricht der Mauertemperatur, bei welcher nicht mehr aufgeladen werden muss
- E3 Nachtladung-Freigabestunden und EW-Vorschrift, wie die Ladezeitverschiebung erfolgen soll: Anfang, Mitte oder NT-Zeit
- E4 Tagnachladung bzw. Entladezeitpunkt
- EZ Laufzeit und Funktion des Zeitgliedes (h)

deautomatik sehr viele verschiedene Einstellmöglichkeiten bietet. Wesentlich ist deshalb auch eine übersichtliche Einstellanweisung mittels einfacher Codierung (Fig. 5). Notwendig ist ferner, dass zu Beginn alle Kriterien, Kundenwünsche und EW-Bedingungen genau ermittelt werden.

Testprogramm: Die moderne Elektronik ermöglicht es, ein vollständiges Testprogramm in das Gerät zu integrieren. Es erlaubt dem Elektriker, ohne komplizierte Messgeräte und ohne besondere Kenntnisse der Elektronik die ganze Steuerung zu überprüfen, wobei keinerlei Messgeräte notwendig sind. So lassen sich in einfacher Weise die Eingangsspannung sowie das einwandfreie Funktionieren des Computers und der Einsteller kontrollieren. Durchlaufen die Einsteller die Stellungen 1 bis 9, so muss die Anzeige mit der Codezahl übereinstimmen. Bei der anlagenbezogenen Prüfeinstellung ergibt sich das Diagramm nach Figur 6. Daraus sind die verschiedenen Einschalt Dauern bei den entsprechenden Laufzeiten ab Niedertarifbeginn ersichtlich, wobei 40 und 80% Einschaltdauer eingezeichnet sind (Umschaltmöglichkeit besteht). Dieses Diagramm trifft nur zu, wenn alle Einsteller sowie auch die Aussentemperatur nach obigen Angaben eingestellt bzw. vorhanden sind; jegliche Einstell- sowie Temperaturänderung hat eine Kennlinienveränderung zur Folge.

Nachtladung von z.B. 8 h gerade ausreicht, um das betreffende Objekt voll zu beheizen (Speichergrenztemperatur).

Heizgrenze: Der Einsteller der oberen Heizgrenze dient zur Festlegung derjenigen Mauertemperatur, bei welcher die Speicher nicht mehr aufgeladen werden müssen. Diese Temperatur ist abhängig vom

Verwendungszweck des Gebäudes. Für ein gut isoliertes Wohnhaus liegt er bei ca. 17 °C, für schlecht isolierte Gebäude, oder wenn eine tiefere Raumtemperatur als 20 °C gewählt wird, liegt er entsprechend höher bzw. tiefer.

Die vorhergehenden Beschreibungen zeigen, dass eine derartige moderne Aufla-

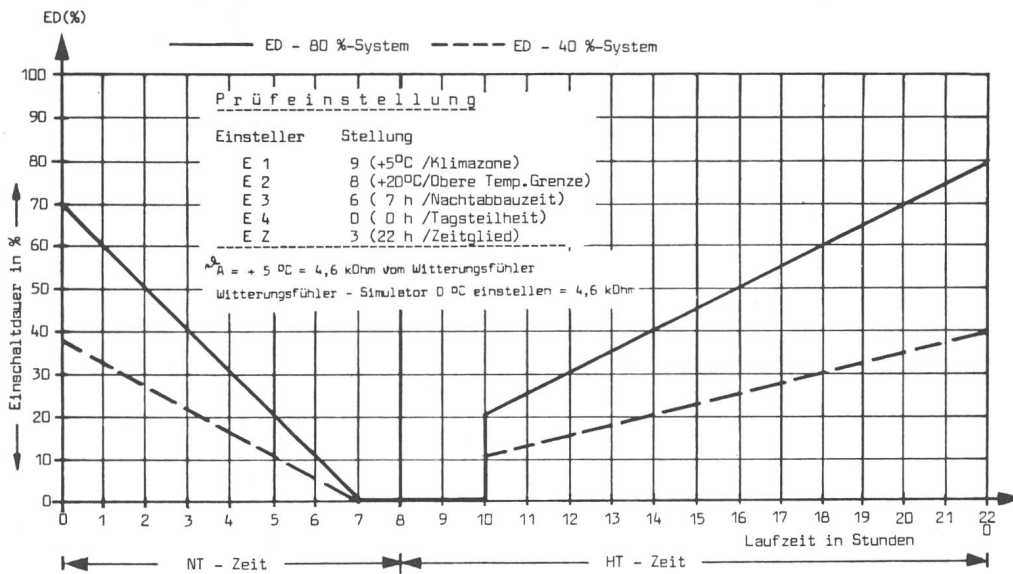


Fig. 6
Prüfdiagramm bei Prüfeinstellung der Einsteller