

## Elektrische Natursteinheizung und Bus-Steuerung

**Im Rahmen der Liberalisierung des Strommarktes sowie des Trends zu Niedrigenergiehäusern werden elektrische Heizungen wieder attraktiv. Mit der Möglichkeit zum erzeugerseitigen Lastmanagement sogar zunehmend konkurrenzfähig. Naturstein-Teilspeicherheizungen erzeugen zudem ein angenehmes Raumklima.**

Der Energiebedarf zum Heizen sinkt durch die höheren Anforderungen, z. B. an die Wärmeisolierung des Gebäudes, mit jeder neuen Energieeinsparverordnung. Niedrigenergiehäuser sind heute Neubau-Standard. Niedrigst- und Nullenergiehäuser sind bereits in der Entwicklung. Sinkende Strompreise machen die elektrische Wärmeversorgung eines Hauses wettbewerbsfähig.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Gebäude elektrisch zu beheizen. Grundsätzlich unterscheiden wir Direktheizungen und Speicherheizungen.

**Direktheizungen** sind

- Schnellheizer, Direktheizungen für einzelne, selten genutzte Räume
- Konvektionsheizgeräte
- Fußbodenheizungen
- Decken- und Wandflächenheizungen

Als **Speicherheizungen** bezeichnen wir

- Einzelraumheizungen mit Speicherheizgeräten (Bild 1)
- Fußboden-Speicherheizungen

Eine Zwischenstellung nehmen Naturstein-Teilspeicherheizungen (Bild 2) ein, die anschließend ausführlicher beschrieben werden.

### Heizprinzipien

Es ist zu unterscheiden zwischen dem Heizen durch Erwärmen der Luft oder durch die langwellige Wärmestrahlung wie bei Natursteinen.

**Heizen mit Konvektionswärme** (Ölofen, Zentralheizung usw.)

Diese Heizungsart erwärmt die Raumluft durch kurzweilige Wärmestrahlung ständig. Die Erwärmung bewirkt eine Luftzirkulation (Konvektion, Bild 3a). Dadurch sind kleine Schmutzteilchen, Viren, Staub und Bakterien ebenfalls ständig in Bewegung, werden herumgewirbelt und eingeatmet. Die Folgen können Erkrankungen der Atemwege, Infektionen oder Halskratzen sein. Die Konvek-

tionswärme wirkt ungleichmäßig auf den menschlichen Körper. Durch Thermik, unkontrollierte Zirkulation und ungünstige Wärmeschichtung sind die Füße kalt und der Kopf warm.

**Heizen durch Strahlungswärme** (z. B. Kachelofen und Marmorheizungen)

Die Wärme bei der Strahlungsheizung wird in Form von langwelligen Strahlen gleichmäßig an die Umgebung abgegeben. Wie bei den Sonnenstrahlen werden Menschen, Gegenstände, Wände, Decken und Boden direkt erwärmt (Bild 3b). Ein angenehmes und gesundes Raumklima entsteht und die Umwälzung der Luft entfällt größtenteils. In strahlungsbeheizten Räumen kann die Raumtemperatur bis zu 3 °C unter der von luftbeheizten Zimmern liegen. Wärmeempfinden und Behaglichkeitsgrad bleiben gleich. Strahlungswärme umhüllt den Körper gleichmäßig, großflächig und angenehm. Positiver Effekt sind zusätzliche Einsparungen.

### Typen von Natursteinheizungen

Es gibt zwei unterschiedliche Konstruktionen von Natursteinheizungen.

**Aufgeklebte Heizleiter.** Bei dieser Variante, z. B. von der Fa. WBO-Steindesign in Kirchensittenbach verwendet, werden Heizleiter rückseitig aufgeklebt. Die direkt aufgebrauchte Wärmeisolierung verhindert unnötige Abstrahlungsverluste nach hinten.

**Eingefräste Heizleiter.** In die Natursteinplatten wird an der Rückseite ein Rillensystem eingefräst. Die mit Silikon umhüllten Heizleiter werden darin verlegt und das ganze mit einem Marmor-Schamott-Gemisch verschlossen. Diese Technik wird beispielsweise von der Fa. Eurotherm aus Sulzbach-Rosenberg angewendet.

**Elektrischer Anschluss.** Naturstein-Speicherheizungen werden

über Thermostate gesteuert und mit 230 VAC betrieben. Durch die Einzelraumregelung kann die Temperatur und damit die erforderliche Heizleistung für jeden Raum individuell gesteuert werden.

### Effizienz durch Bus-Steuerung

Für komfortablere Anwendungen gibt es verschiedene Möglichkeiten mit der Bustechnik: Vom regelbaren Heizkörper über Einzelraumregelung bis zum zentral bedienbaren Heizungssystem mit erzeugerseitigem Lastmanagement. Das Fraunhofer-Institut IITB entwickelte eine flexible „aufwärts“ konfigurierbare Steuerung für ein elektrisches Heizungssystem mit Marmorplatten-Heizkörpern. Damit ein solches System allen Anwendungsfällen gerecht wird, ist es hierarchisch mehrstufig so aufgebaut, dass das Vorhandensein der nächsthöheren Stufe nicht zwingend notwendig ist (Bild 4). Im Einzelnen heißt das:

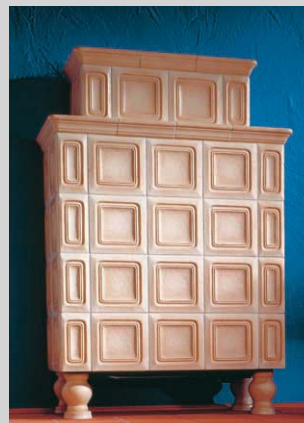
**Einzelner Heizkörper.** Ein Heizkörper (ohne Raumtemperaturfühler/

-geber) ist für sich allein funktionsfähig. An einem Drehknopf der Heizkörperelektronik läßt sich die Innentemperatur des Heizkörpers einstellen.

**Master-Heizkörper.** Ein Heizkörper mit Raumtemperaturfühler/-geber bildet einen Raumtemperaturregler. Am Geber wird die gewünschte Raumtemperatur eingestellt und der Heizkörper regelt auf diese Temperatur. Er kann außerdem noch bis zu 20 weitere Heizkörper (Slaves) steuern. Diese werden durch logische Installation dem Heizkörper mit Raumtemperaturfühler/ Geber (Master) zugeordnet. Mit dem Drehknopf an der Heizkörperelektronik kann die Heizleistung eines Heizkörpers individuell variiert werden.

**Unterzentrale.** Bis zu 100 Master-Heizkörper (mit oder ohne Slaves) können, nach ihrer logischen Installation, von einer „Unterzentrale“ aus mit zeitabhängigen Sollwerten versorgt werden, so dass Zeitprogramme gefahren werden können. Darauf wird später noch eingegangen.

**Hauszentrale.** Bis zu 253 Unterzentralen können mit einer PC-gestützten Hauszentrale als zentrale



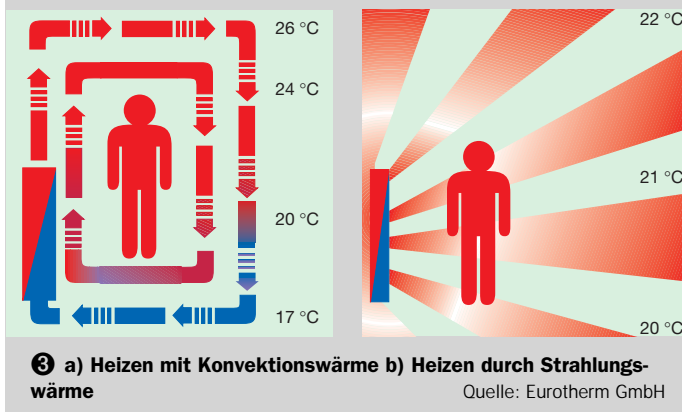
1 Elektrische Speicherheizung in Kachelofen-Optik

Foto: Fa. Roos



2 Naturstein-Teilspeicherheizung als dekorative Marmorplatte

Foto: Eurotherm GmbH





Bedien- und Beobachtungsstation verbunden werden.

### Systemarchitektur

Bild 4 zeigt die logische Systemarchitektur. Da, wie oben bereits beschrieben, das System stufenweise von unten konfigurierbar sein muss, ist die Kommunikation streng für jede Stufe geordnet, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass Geräte der höheren Hierarchiestufe vorhanden sind. Die Kommunikation zwischen den Hierarchiestufen wird nur dann aktiviert, wenn vorher das stattgefunden hat, was in der LON-Technologie gemeinhin „Installation“ genannt wird. Letzteres bedeutet, dass die Geräte untereinander „bekannt“ gemacht werden. Eine wesentliche Forderung für dieses System ist, dass diese Installation ohne besondere Kenntnisse und ohne jegliches Werkzeug erfolgen kann.

### Heizkörpersteuerung

Bei der Konzeption der Heizkörpersteuerung ist zu beachten, dass sowohl Inselbetrieb als auch vernetzter Betrieb möglich sein muss. Als Bedienelemente sind ein Schalter mit Mittelstellung (Heizkörper Ein), Tastfunktion in der einen (Installationstaste) und Raststellung (Heizkörper Aus) in der anderen Richtung gewählt und ein Drehpotentiometer zur Temperaturvorgabe der Heizkörper. Eine Dreifarben-LED zeigt die Betriebszustände an. Außer den Bedien- und Anzeigeelementen besteht jede Heizkörpersteuerung aus einem LON-Knoten mit 3150-Neuron und 32K OTPROM, FTT10-Transceiver, zwei Bussteckern, A/D-Wandler, Stecker für Fensterkontakt, Anschlussstecker für den externen Raumtemperaturfühler/geber, Triac mit Ansteuerung und Netzteil. Durch die Dreifarben-LED ist es möglich, eine Reihe von Fehlerzuständen anzuzeigen und damit den Servicetechniker zu unterstützen:

- A/D-Wandler defekt,
- Temperaturfühler defekt (intern und extern),
- externer Geber defekt,
- Triac schaltet nicht mehr aus,
- Drahtbruch im Heizdraht und
- Kommunikationsfehler.

Der Master-Heizkörper kann außerdem einen Brandalarm zur Unterstützung einer Brandmeldezentrale und einen Frostalarm auslösen. Die Alarme werden an die PC-Hauszentrale gesendet und dort ausgewertet. Die detektierten Fehlerzustände werden ebenfalls an die PC-Hauszentrale gemeldet.

### Installation eines Raumes

Sind in einem Raum mehrere Heizkörper in Betrieb, so können diese vernetzt betrieben werden. Dabei übernimmt der Heizkörper mit Raumtemperaturfühler/-geber die Masterfunktion (Einzelraumregelung), alle anderen sind Slaves. Master-Heizkörper und Slave-Heizkörper erkennen sich automatisch.

Der Benutzer kann den Raumtemperaturfühler/-geber von einem Heizkörper entfernen und an einen anderen Heizkörper des gleichen Raumes anschließen. Die für diesen Masterwechsel notwendigen kommunikationstechnischen Abläufe werden automatisch ausgelöst, so dass der Benutzer nichts zu tun braucht. Dies gilt für den Betrieb mit oder ohne Unterzentrale.

### Installation zur Unterzentrale

Das Verfahren, die Installation von den Slaves zum jeweiligen Master hin durchzuführen, wird auch bei der Installation der Räume zur Unterzentrale hin angewandt. Der Master, in diesem Falle die Unterzentrale, wird durch Anwählen des entsprechenden Menüs in den Installationszustand versetzt. Danach wird der Raumbezeichner eingegeben. Hierzu kann das sechs Tasten umfassende Bedienfeld der Unterzentrale oder eine PC-Tastatur benutzt werden.

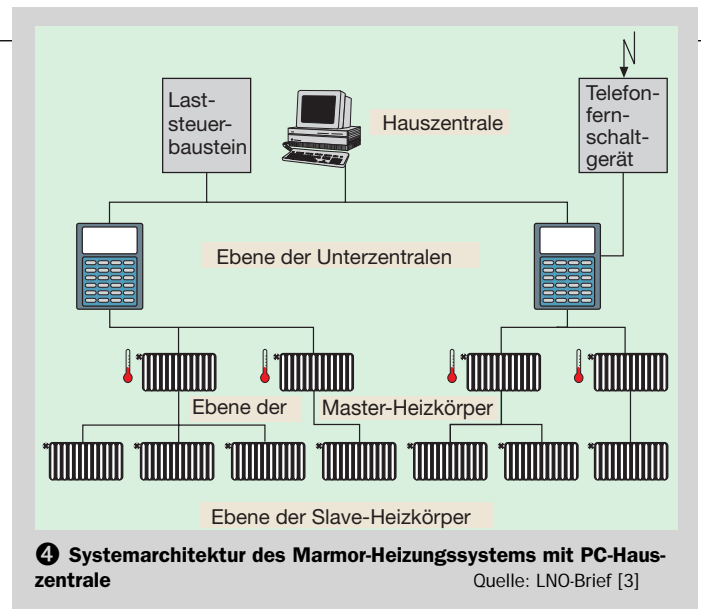
### Heizungsbetrieb

Im Heizungsbetrieb regeln die im Inselbetrieb arbeitenden Slaves ihre Innentemperatur nach der Stellung des Drehknopfes. Ein installierter Slave dagegen erhält seine Solltemperatur vom Master, diese kann durch den Drehknopf um +/-20% variiert werden, so dass eine individuelle Heizleistungsverteilung erreicht wird. Der Master erhält, sofern er nicht zu einer Unterzentrale hin installiert ist, seinen Sollwert vom Geber, mit dem die Default-Temperatur von 21 °C. Diese läßt sich um +5°C variieren.

Zur Verringerung von Lüftungsverlusten kann an jeden Heizkörper, gleichgültig ob Master oder Slave, ein Fensterkontakt angeschlossen werden. Beim Öffnen eines oder mehrerer Fenster wird der Sollwert der Raumtemperatur auf 8°C (Frostschutz) eingestellt bis alle Fenster wieder geschlossen sind.

### Unterzentrale

Die Unterzentrale bestimmt die Solltemperatur aller ihr zugeordneten Räume. Jeder Raum hat drei nur für ihn gültige vom Be-



4 Systemarchitektur des Marmor-Heizungssystems mit PC-Hauszentrale  
Quelle: LNO-Brief [3]

nutzer einstellbare Solltemperaturen, nämlich: Komforttemperatur, Nachtabsenkungstemperatur, Tagabsenkungstemperatur, deren Zeitraum ebenfalls individuell für jeden Raum festgelegt wird, sowie die fest eingestellte Temperatur von 8 °C für Frostschutz.

Die Unterzentrale ist ein Neuron-basierter LON-Knoten und mit 3150-Chip, 64-K Flash Speicher, 8K RAM, PC-Tastatur-Controller, Echtzeituhr und Netzteil ausgerüstet. Dieses ist in einem Handgehäuse untergebracht, damit bei der Installation in größeren Gebäuden der „Installateur“ die Unterzentrale von Raum zu Raum mitnehmen und damit vor Ort den Raumbezeichner eingeben kann. Im eigentlichen Betrieb wird die Unterzentrale an der Wand befestigt. Als Anzeige dient ein 4 x 20 Zeichen alphanummerisches LCD-Display. Mit sechs Tasten werden die Eingaben getätigt; zusätzlich ist eine Standard-PC-Tastatur anschließbar.

### Fernsteuerung

Das Marmorheizungssystem bietet die Möglichkeiten zur externen Beeinflussung der Raumtemperaturen mit einem Telefonfern-schaltgerät. Damit kann zwischen der momentan gültigen Betriebsart und Frostschutz hin- und hergeschaltet werden. Das eröffnet die Möglichkeit, die Heizung z. B. nach längerer Abwesenheit hochzufahren, bevor der Bewohner nach Hause kommt, oder die Heizung der Ferienwohnung auszuschalten, wenn man das vergessen hat.

### PC-Hauszentrale

In großen Gebäuden mit gemischter Nutzung, wie Büros, Wohnungen, Geschäften, kann es sinnvoll sein, eine einzige zentrale Bedien- und Beobachtungsstation zu haben.

Von dieser können die Zeitprogramme in die Unterstationen geladen werden.

Sie nimmt die Fehler- und Alarmmeldungen entgegen und alarmiert den Benutzer.

Ein bequemes Editieren der Raumbezeichner, der Sollwerte und der Zeitprogramme ist möglich.

Die Hauszentrale nimmt Auswertungen vor, welche die Unterzentrale nicht leisten kann, wie z. B. die Darstellung des Temperaturverlaufes in einem Raum oder des Minimal- und Maximalwertes der Raumtemperatur.

### Fazit

Insgesamt ist ein optisch attraktives, extrem flexibles Heizungssystem vorhanden, das insbesondere für den „Häuslebauer“ eine nachdenkswerte Alternative zu klassischen Heizungssystemen darstellt. Die Einzelraumregelung mit Zeitprogramm für jeden Raum, die Anschlussmöglichkeit für Fensterkontakte, die Fernsteuerung und das erzeugerseitige Lastmanagement nutzen alle Energiesparpotentiale. Eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung all dieser Funktionen ist der Einsatz der LON-Technologie.

### Literatur

- [1] Baade, W.: Elektrische Raumheiztechnik. Berlin: Verlag Technik 1997
- [2] Lüders, R.: Elektrische Raumheiztechnik im Überblick. Elektropraktiker, Berlin 52 (1998) 11, S. 1044-1047.
- [3] Heil, W.: LON gesteuerte intelligente Marmorheizkörper. LNO-Brief Nr. 18, Aachen (2000) 3, S. 83-86. Der LNO-Brief ist eine Publikation der LNO - LON Nutzer Organisation e. V.

S. Wagner ■