



# Funk-Haus-Zentrale FHZ 1000

## Haus- und Heizungssteuerung kompakt

**Die FHZ 1000 sorgt nicht nur für modernstes, funkgesteuertes Energiemanagement bei der Heizungssteuerung, sondern kann auch als Funk-Schaltzentrale für das Fernschalt-system FS 20 agieren. Wir stellen das System, seine Technik und die Einsatzmöglichkeiten ausführlich vor. Zusätzlich wird das zur reinen Funk-Heizungssteuerung in einem Raum einsetzbare System Einzelraum-Heizungsregelung FHT 8 beschrieben.**

### Elektronischer Hausmeister

Energiemanagement ist angesichts ständig steigender Brennstoffpreise und der heute gegenüber früher stark veränderten Lebensgewohnheiten kein bloßes Schlagwort mehr, das den privaten Verbraucher nicht tangiert.

Wohl kaum jemand wird es sich heute noch leisten, während der Abwesenheit oder nachts die Heizung voll weiterarbeiten zu lassen - sparsamer Umgang mit wertvollen Ressourcen ist angesagt.

Andererseits ist es auch nicht gerade angenehm, immer wieder lange warten zu müssen, bis sich der nach dem abendlichen Herabregeln des Heizungsthermostats abgekühlte Raum erwärmt hat. Also muss hier ein gewisser Komfort her, der die gesamte Heizung individuell regelt. Und da hier auch moderne Einzelraumregelsysteme bald relativ unbequem zu managen sind, hat ELV eine Funk-Haus-Zentrale entwickelt, die bequem Funk-Heizkörper-Thermostate in bis zu 15 Räumen individuell steuern kann. Das mikroprozessorgesteuerte System arbeitet völlig unabhängig

von Leitungsverbindungen, es kommuniziert ausschließlich per Funk. Eine gute Störsicherheit der Übertragung wird zum einen durch den verwendeten Frequenzbereich von 868 MHz erreicht. Hier sind Dauersender wie z. B. Funkkopfhörer und Babyphone nicht erlaubt, sodass Überschneidungen durch das gleichzeitige Senden zweier Geräte unwahrscheinlich sind. Zum anderen vermeidet das digitale Übertragungsprotokoll, in dem eine mehrere tausend Möglichkeiten umfassende Adressierung enthalten ist, Konflikte mit anderen Geräten, wie z. B. Funkschaltern oder

weiteren Funk-Heizkörper-Thermostaten in Nachbarräumen.

### Mehr als nur regeln

Aber die Heizungssteuerung, auch, wenn sie hier durch umfangreiche Programmiermöglichkeiten besonders komfortabel ausfällt, ist nicht das Einzige, was das System kann. Ergeben sich Fehlfunktionen der Heizanlage, z. B. Ausfall und folgende Temperaturabweichungen, macht die Zentrale ihren Besitzer auf mehrere Arten auf die Störung aufmerksam. Zunächst kann eine Störungsmeldung direkt akustisch/optisch über die Zentrale erfolgen. Diese kann aber Störungsmeldungen auch per Funk an ein Telefonwählgerät übermitteln, das wiederum bis zu drei vorprogrammierbare Nummern anrufen und Störungsmeldungen weitergeben kann. Wie wertvoll solch eine Mitteilung besonders im Winter sein kann, wird jeder bestätigen, der schon einmal mit einem Frostschaden wegen Heizungsausfalls zu tun hatte. Denn wenn man schnell reagiert, statt ahnungslos weiter 14 Tage im Winterurlaub zu weilen, kann großer Schaden vermieden werden.

### Schalten - manuell, zeitgesteuert, per Telefon...

Nun, wenn schon einmal viel gute Mikroprozessor- und Funktechnik „verbaut“ ist, liegt es nahe, die vorhandene Technik auch noch vielfältiger zu nutzen. So ent-

stand auch der Gedanke, die Zentrale auch an das ELV-Funkschaltsystem FS 20 anzubinden und von hier aus die Schaltkomponenten dieses bewährten Haus-Steuer-systems bedienen zu können. Es bietet Einzel- und Mehrkanalschalter, die je Kanal bis zu 3,68 kVA schalten können, Dimmer mit Belastbarkeiten bis 200 VA (die mit vorprogrammierten Abläufen bzw. Helligkeitswerten von der Zentrale aus geschaltet werden können), eine Markisen- bzw. Torsteuerung und wird ständig erweitert. Was liegt also näher, als die Funk-Haus-Zentrale auch als Fernsteuersender hierfür auszulegen?

Dank leistungsfähigem Prozessor hat man hier sogar die Möglichkeit, mehrere Prozesse miteinander zu verbinden und diese automatisiert ausführen zu lassen. So genannte Makrobefehle, von denen sich in der Zentrale bis zu 4 Stück abspeichern lassen, erlauben die Ausführung ganzer Szenarien. Beispiel „Wintermakro“: Um 17.00 Uhr schließen sich die Jalousien, die Heizung wird auf eine angenehme Temperatur hochgefahren und die Außen- bzw. Einfahrt-Beleuchtung eingeschaltet.

Für außerplanmäßige Schaltbefehle, etwa vorzeitige Rückkehr ins Haus, steht ein Telefon-Funkschaltgerät zur Verfügung (FS20 TS), das sowohl die Funk-Haus-Zentrale als auch die FS20-Geräte direkt ansteuern kann, wenn man es anruft und vom Telefon aus Schaltbefehle sendet.

So ergibt sich insgesamt ein vielfältig

einsetzbares und sehr flexibles Haus-Steuer-system, das ständig erweitert und perfektioniert wird.

Um einen Überblick über die gesamte Funktionalität des Systems zu bekommen, betrachten wir im Folgenden zunächst die globalen Funktionen der Zentrale und der mit ihr kommunizierenden Komponenten, bevor wir uns detailliert der Heizungssteuerung widmen.

### Funk-Haus-Zentrale

In erster Linie steuert die Zentrale die Funk-Heizkörper-Thermostate in den einzelnen Räumen des Gebäudes. Von der Zentrale aus können die Einstellungen für die einzelnen Räume vorgenommen werden und die Zentrale sendet die Soll-Daten dann an die Thermostate in den Räumen. Umgekehrt informieren die Thermostate die Zentrale laufend über Änderungen ihrer Einstellungen und den aktuellen Betriebszustand. So ist es dann z. B. möglich, die Zeitprogramme für alle Räume jederzeit bequem „vom Sofa aus“ zu programmieren.

Die Darstellung in Abbildung 1 zeigt beispielhaft, wie ein solches System arbeitet. Die Raumthermostate (FHT 8b) senden unidirektional Stellbefehle an die Ventiltriebe innerhalb des Raumes. Über eine bidirektionale Funkverbindung tauschen sie Daten mit der Zentrale aus.

Da in die Zentrale die Funktionalität des

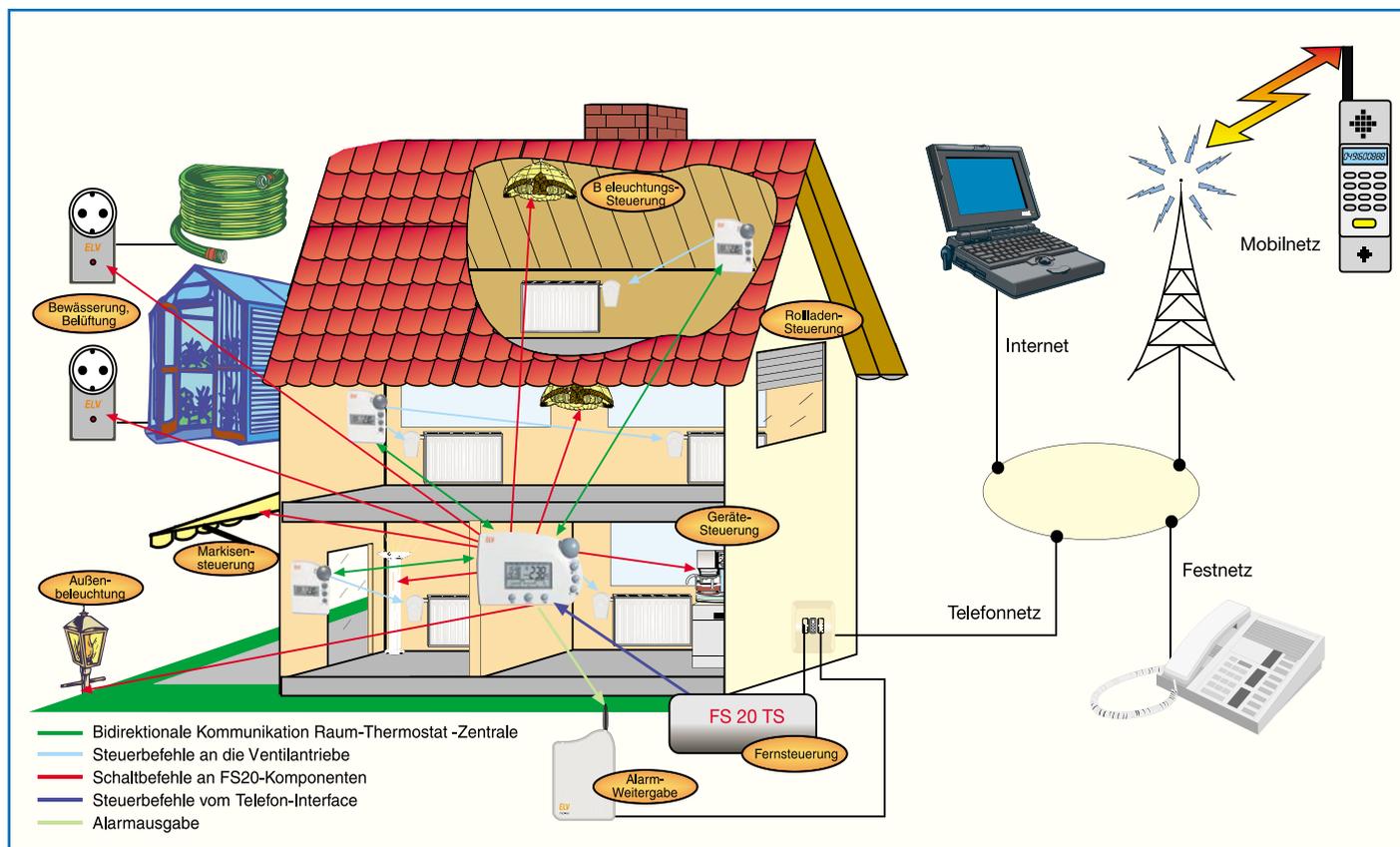
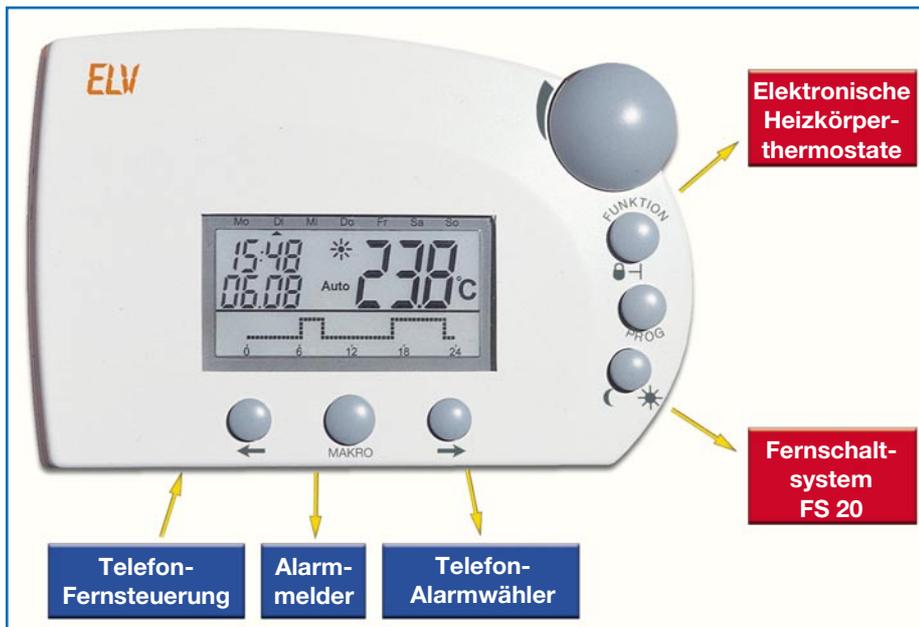


Bild 1: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des FHZ 1000-Systems.



**Bild 2: Die Zentrale kommuniziert per Funk mit der gesamten Peripherie.**

normalen Raumthermostaten integriert ist, ist für den Raum, in dem sich die Zentrale befindet, kein zusätzlicher Thermostat erforderlich.

Für die Fernsteuerung der einzelnen Raumthermostate sind sowohl Bedienelemente als auch die Displayansicht identisch mit den Raumthermostaten, sodass man hier nicht für Zentrale und Thermostaten jeweils neue Bedienabläufe erlernen muss. Lediglich wurde bei der Zentrale die Möglichkeit des größeren, hinterleuchteten Displays genutzt, die Heizabläufe grafisch noch übersichtlicher als Kurve statt als einfache Segment-Balkenanzeige darzustellen.

### Einbindung des FS20-Systems

Neben der Verwaltung von bis zu 15 bidirektionalen Raumthermostaten können über die Funk-Haus-Zentrale als zusätzliches Feature auch noch bis zu 15 Komponenten aus der FS20-Funkschalter-Familie gesteuert werden. Dabei beschränkt sich die Funktionalität der Zentrale nicht nur auf einfaches Schalten, sondern es stehen auch Wochen-Schaltprogramme und verschiedene Betriebsarten zur Verfügung. So sind auch zeitgesteuerte Aktionen, wie etwa eine Anwesenheitssimulation durch wechselnde Beleuchtung im Haus programmierbar.

Natürlich bleiben die FS20-Schaltaktoren parallel von den Fernbedienungen des FS20-Systems steuerbar, sodass man etwa zum Schalten der Beleuchtung bei Anwesenheit nicht extra zur Zentrale, die wohl meist einen Platz an der Wand finden wird, gehen muss. Dieser Komfort wird möglich durch das gestaffelte Adress-System des FS20-Funksystems, in das sich die FHZ 1000 mit den Raumthermostaten und den Funk-Stellantrieben natürlich einreicht. So ist je-

des Gerät, auch wenn mehrere davon in der Reichweite der Sender betrieben werden, eindeutig anzusprechen und gegen Störungen durch andere Sender sicher.

### Zentrale inside

Das zentrale Element des Steuergerätes (Abbildung 2) ist ein 4-Bit-Mikrocontroller, der viele der benötigten Funktionalitäten bereits on-board zur Verfügung stellt. Dies sind u. a.:

- Ein LCD-Treiber zum direkten Ansteuern der 503 Segmente des Displays mit per Software verstellbarem Kontrast
- Suboszillator als Zeitbasis für die Uhr
- Interrupt-gesteuerte Eingänge (für den Inkrementalgeber)

- Eingänge mit Schmitt-Trigger-Funktion (für die Temperaturmessung)
- Mit 32 kByte ROM und 4 kBit RAM ausreichend Speicher für Programm und Daten
- Mehrere Timer (u. a. zum Erzeugen der digitalen Sendesignale)

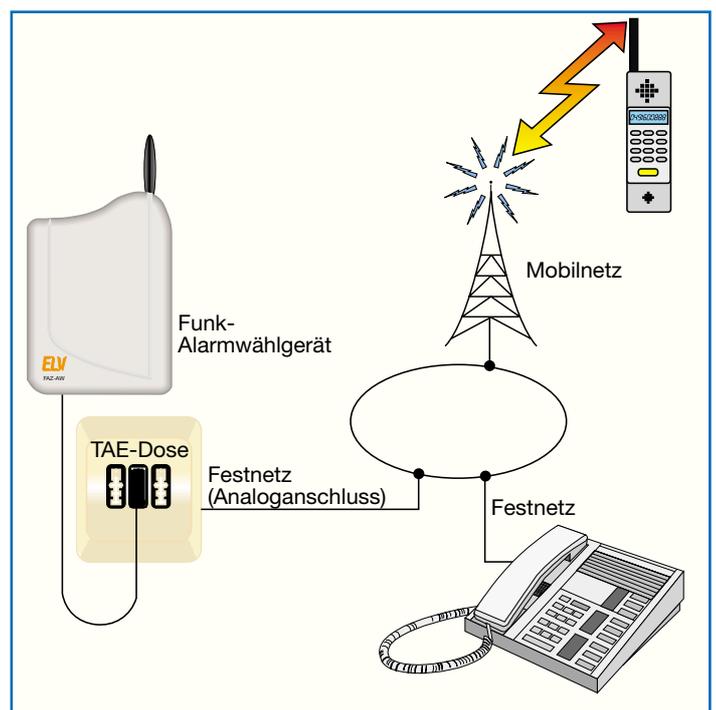
Da das interne RAM nicht ausreicht, um die große Datenmenge (Raumnamen, Schaltzeiten etc.) vorzuhalten, ist über eine PC-Schnittstelle ein serielles EEPROM mit großer Speicherkapazität (4096 Byte) angeschlossen. Dies gewährleistet außerdem auch bei einem längeren Wegfall der Spannungsversorgung einen sicheren Erhalt aller Daten.

Zum Senden und Empfangen der Daten dienen ELV-868-MHz-Funkmodule vom Typ HFS 868 und HFE 868 HQ.

Die Zentrale wird mit einem Wandhalter geliefert, über den auch die Spannungsversorgung per Netzteil erfolgt. Nimmt man die Zentrale aus dem Wandhalter, übernimmt eine 9-V-Batterie die Spannungsversorgung. Das Wegfallen der Netzversorgung wird vom Prozessor detektiert, so dass dieser bei Batteriebetrieb die Displaybeleuchtung abschalten und damit die Batterien schonen kann. Solange Einstellungen vorgenommen werden bleibt die Beleuchtung natürlich aktiv. Um eine abnehmende Batteriekapazität rechtzeitig erkennen und anzeigen zu können, ist außerdem eine Schaltung zur Überwachung der Batteriespannung implementiert.

### Verbindung nach außen

Wie bereits eingangs kurz erwähnt, kann die FHZ 1000 über zwei Funk-Telefonin-



**Bild 3: Mit dem Funk-Telefonwählgerät kann die Zentrale Alarmmeldungen in das Telefonnetz absetzen.**



**Bild 4: Mit der Telefon-Funkfernsteuerung FS20 TS ist eine bequeme Fernsteuerung von einem Telefon aus möglich.**

terfaces per Telefonleitung mit der Außenwelt kommunizieren.

### Funk-Telefonwählgerät

Das eine Interface ist das Funk-Telefonwählgerät (Abbildung 3), das aufgrund der vollständigen Steuerung und Programmierung per Funk nahe am Telefonanschluss seinen Platz finden kann. Es arbeitet als analoges Endgerät und ist sowohl an einen Amtsanschluss direkt als auch an den Apparateport einer Telefonanlage anschließbar. Bei Betrieb an einer Telefonanlage erfolgt die Amtsholung vollautomatisch. Der Betrieb ist sowohl mit Batterien (4 x Babyzelle) als auch über ein Netzteil möglich.

Die Programmierung und Ansteuerung erfolgt an der Zentrale FHZ 1000. Hier werden sowohl die bei bestimmten Zuständen anzurufenden Nummern (bis zu 3 Nummern mit je bis zu 22 Ziffern) als auch der Auslösegrund zugeordnet und per Funk an das Telefonwählgerät übertragen. Tritt einer der programmierten Auslösegründe ein, sendet die Zentrale den Wählbefehl an das Wählgerät, das dann selbstständig die Auswahl und Mitteilung durchführt.

### Telefon-Funkfernsteuerung FS20 TS

Auch umgekehrt geht es über die Telefonleitung hinein. Die aus dem FS20-System stammende Telefon-Funkfernsteuerung (Abbildung 4) macht die Fernsteuerung der Zentrale über eine Telefonleitung möglich. Die Anschlussbedingungen entsprechen dem Telefonwählgerät, natürlich ist es, wie dort auch, egal, ob vom Handy, Festnetztelefon oder über das Internet angerufen wird. Die Funkfernsteuerung sendet die am Telefon als Befehlssequenzen eingegebenen Daten per Funk an die Zentrale. Damit kein Unbefugter in das System eindringen kann, ist der Zugang durch Geheimzahl, Annahmeverzögerung und natürlich auch den Hauscode geschützt.

Da das Gerät angerufen wird wie ein normales Telefon, benötigt es einen geeigneten freien Anschluss.

Die FS20 TS wird völlig netzunabhängig mit 3 Mignonbatterien versorgt und ist damit sehr flexibel unterzubringen.

Betrachtet man die bisher genannten Möglichkeiten, wird schnell klar, dass wir es hier mit einem äußerst universell einsetzbaren und weitgehend ausbaubaren Gebäudemanagementsystem zu tun haben.

Ganz sicher steht die zentrale Heizungssteuerung im Mittelpunkt der Funktionalität. Deshalb wollen wir diese nun, ausgehend von den Grundlagen der Raumheiztechnik, ausführlicher betrachten.

### Die Heizungssteuerung

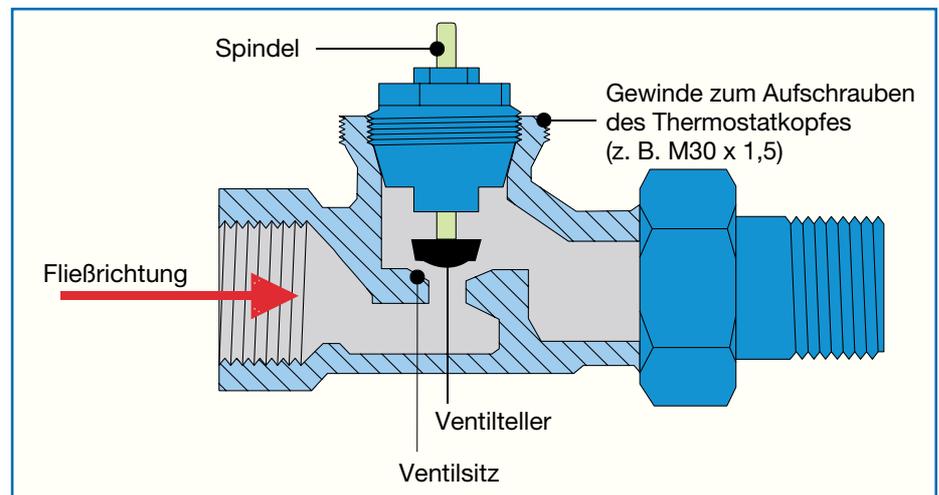
In unseren Breitengraden wird sehr viel Energie für die Raumheizung benötigt. Die hier durch entsprechende Maßnahmen erreichbaren Einsparungen an Brennstoffen sind, sowohl ökonomisch als auch ökologisch betrachtet, sehr bedeutsam. Deshalb schreibt die Heizungsanlagen-Verordnung im § 7 Absatz 2 auch vor, dass: „alle heizungstechnischen Anlagen mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten sind“. Bei den besonders weit verbreiteten Zentralheizungssystemen mit Heizkörpern wird

diese Einzelraumregelung im Allgemeinen mit mechanischen Thermostaten realisiert. Die Funktion einer solchen Anlage stellt sich wie folgt dar:

Mit einer Umwälzpumpe wird das im Heizkessel erwärmte Wasser durch den sogenannten Vorlauf zum Heizkörper gefördert, fließt durch diesen hindurch und gibt dabei Wärme an den Raum ab. Durch den sogenannten Rücklauf gelangt das Wasser zum Heizkessel zurück. Im Vorlauf befindet sich direkt am Heizkörper ein Ventil (Abbildung 5). Im unbetätigten Zustand wird der Ventilteller durch eine integrierte Feder angehoben und das Ventil ist vollständig geöffnet. Mittels einer von außen auf die Spindel wirkenden Kraft kann der Ventilteller gesenkt und damit der Wasserfluss gedrosselt werden. Hierdurch lässt sich die vom Heizkörper abgegebene Wärmemenge regulieren.

Das Betätigen der Ventilspindel erfolgt bei mechanischen Thermostaten durch den aufgeschraubten Ventilkopf. In diesem befindet sich ein Dehnkörper, der sich bei Erwärmung ausdehnt und dadurch auf die Ventilspindel drückt. Umgekehrt führt ein Abkühlen zum Zusammenziehen des Dehnkörpers und damit zum Öffnen des Ventils. Im Idealfall stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, bei dem die Temperatur konstant ist. Dieser Wert (die Solltemperatur) kann verändert werden, indem die Position des Dehnkörpers durch Drehen am Thermostatkopf verschoben wird.

Regelungstechnisch entspricht dieses System einer Proportionalregelung. Um ein Schwingen d. h. ein ständiges Öffnen und Schließen des Ventils zu verhindern, muss ein gewisser Proportionalbereich in Kauf genommen werden. Das bedeutet, dass bei gleichbleibender Einstellung des Thermostates die Raumtemperatur um  $\pm 1\text{K}$  ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) differieren kann. Bei älteren Thermostaten können diese Abweichungen sogar noch um ein Vielfaches größer sein.



**Bild 5: Aufbau eines Heizkörperventils**



**Bild 8:**  
Die mit einem  
elektronischen  
Thermostat erreichbare  
Heizenergieeinsparung  
ist enorm.

**Bild 6:** Bereits sehr  
komfortabel - elektroni-  
sche Thermostate.

Das Regelverhalten wird von vielen Umgebungsfaktoren beeinflusst. Besonders große Probleme kann hier der Montageort verursachen. Dieser befindet sich systembedingt direkt am Heizkörper und damit oft in Nischen und unter Fensterbänken. Zudem können Vorhänge oder Möbel den Zugang erschweren. Dies ist nicht nur beim Bedienen und Ablesen des Einstellwertes hinderlich, es führt auch dazu, dass die Raumluft den Thermostaten nicht mehr frei umströmen kann und verschlechtert dadurch das Regelverhalten beträchtlich. So veranlasst z. B. ein Luftstau vor dem Heizkörper das Ventil immer wieder, diesen zuzusteuern und man ist ständig mit manuellem Nachregeln beschäftigt.

Die für derartige Probleme erhältlichen Thermostatventile mit Fern-Sollwertesteller und Fernfühler sind aufgrund des verwendeten Kapillarrohrs nur mit großem Aufwand zu installieren und eignen sich kaum für den nachträglichen Einbau.

Eine modernere Variante zum Regeln der Heizkörper stellen elektronische Thermostate dar (Abbildung 6). Bei diesen wird das Ventil über einen elektromechanischen oder elektrothermischen Antrieb betätigt. Ein Steuerprozessor berechnet die Stellgröße im Allgemeinen nach einem PI-Algorithmus (P=Proportional, I=Integral), sodass auch kleine Regelabweichungen beseitigt werden. Ein weiterer Vorteil ist,

dass der Steuerprozessor eine komfortable Bedienung ermöglicht und bereits das Vorgeben eines von Uhrzeit und Wochentag abhängigen Temperaturverlaufes erlaubt. Hierdurch kann die Temperatur automatisch abgesenkt werden, wenn der Raum nicht genutzt wird.

So kann z. B. während der Nacht die Temperatur im Bad gesenkt und damit Energie gespart werden, ohne dass hierfür ein Benutzereingriff erforderlich ist. Beim Betreten am nächsten Morgen ist der Raum dann bereits wieder auf eine angenehme Temperatur erwärmt. Nachteilig ist, dass auch bei diesen Geräten die Temperaturmessung sowie Bedienung und Anzeige direkt am Ventil erfolgen bzw. bei Geräten mit abgesetztem Bedienteil ein Verbindungskabel verlegt werden muss.

Bei dem von ELV entwickelten Heizkörperthermostat (Abbildung 7) entfallen auch diese Nachteile, denn dieses System ermöglicht durch die verwendete Funkverbindung eine komfortable Bedienung und exakte Temperaturmessung an der separat im Raum installierbaren Bedien- und Regeleinheit ohne aufwändige Installation. Die Montage der Bedien- und Regeleinheit kann beliebig im Raum erfolgen und ist damit auch dort möglich, wo tatsächlich die Raumtemperatur erfasst werden soll, z. B. am ständigen Sitzplatz. Welches Sparpotenzial der Einsatz einer solchen programmierbaren Heizungsregelung in sich birgt, zeigt Abbildung 8.

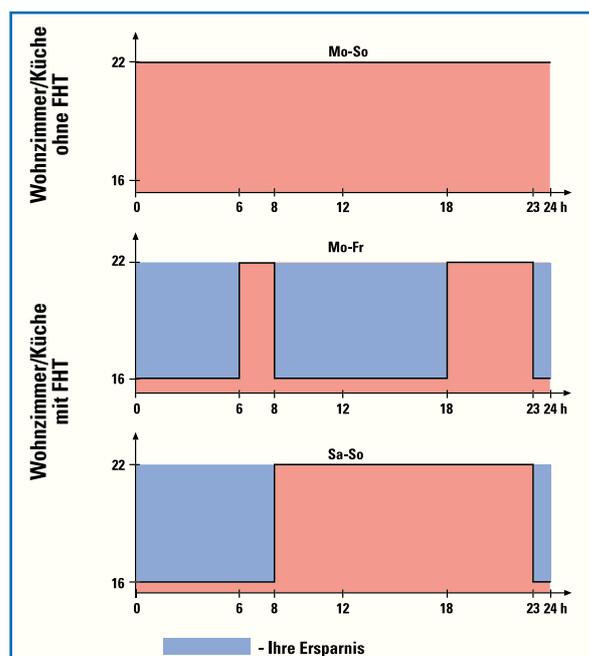
Betrachten wir zunächst einmal das eigentliche Regelsystem im Raum, bevor die einzelnen Funktionen der Heizungssteuerung erläutert werden sollen.

### Die Regelung im Raum

Das System besteht aus zwei getrennten Komponenten; der Regel- und Bedieneinheit (Raum-Thermostat FHT 8b) und dem Stellantrieb (Ventil-

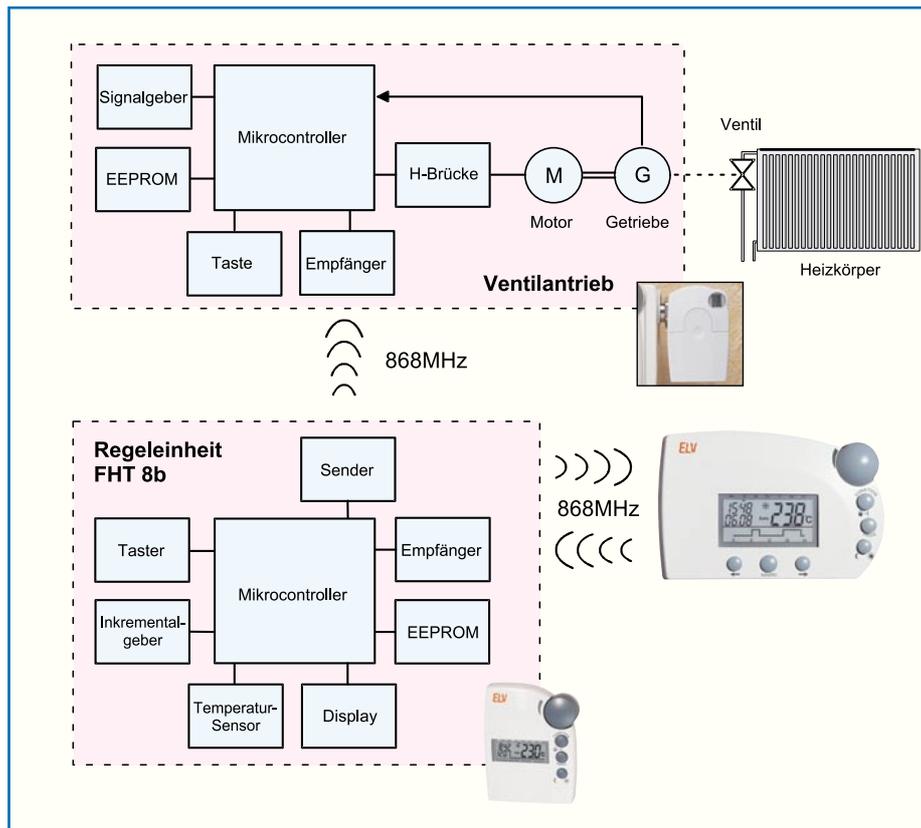


**Bild 7:** Hier wird die Temperatur dort gemessen, wo sie tatsächlich erreicht werden soll - ELV Heizkörperthermostat FHT 8. Die Signalübertragung zum ebenfalls kabellosen Stellantrieb erfolgt per Funk.



antrieb). Das Blockschaltbild in Abbildung 9 verdeutlicht die Arbeitsweise. In der Regeleinheit misst der Mikrocontroller über einen integrierten Sensor die Raumtemperatur. Diese vergleicht er mit der eingestellten Solltemperatur und errechnet aus der Differenz, ob ein Verfahren des Heizkörperventils erforderlich ist und wie weit ggf. verfahren werden muss, um die Solltemperatur zu erreichen. In einem Zeitraffer von ca. 2 Minuten sendet die Regeleinheit über eine Funkverbindung die Stellbefehle an den am Heizkörper montierten Ventilantrieb. Der Mikrocontroller im Ventilantrieb wertet den empfangenen Befehl aus und verfährt das Ventil entsprechend. Der zum Verstellen verwendete Gleichstrommotor wird in einer sogenannten H-Brücke mit entsprechender Treiberschaltung betrieben. Hierdurch kann die Drehrichtung des Motors umgekehrt werden. An den Motor ist ein mehrstufiges Getriebe angekoppelt, mit dem die Motordrehzahl heruntergesetzt wird. Für einen Hub von einem Millimeter sind ca. 440 Umdrehungen des Motors erforderlich. Durch diese recht hohe Untersetzung entsteht die zum Bewegen der Ventilspindel benötigte große Kraft. Eine am Getriebe angekoppelte Reflexlichtschranke registriert die Bewegungen, sodass dem Mikrocontroller stets die genaue Ventilposition bekannt ist. Über einen Signalgeber werden die Betriebszustände akustisch signalisiert. Ein Taster dient als einziges Bedienelement dazu, den Antrieb bei der Inbetriebnahme in die Bereitschaft zum Empfangen seiner Codierung zu versetzen und nach dem Aufsetzen des Antriebs auf das Ventil die Adaption des Antriebs an das Ventil zu starten.

Zusätzlich verfügt der Ventilantrieb über



**Bild 9: Das Blockschaltbild einer Einzelraumregelung.**

ein kleines LC-Display, das alle wichtigen Statuszustände, wie Funkempfang, Batteriezustand, Steuerungsstatus und aufgetretene Fehler anzeigt.

Bei einem plötzlichen Batterieausfall muss man keineswegs in der Kälte zittern - über einen nach Herausnehmen der Batterien zugänglichen Drehschlüssel ist ein per Hand einstellbarer Notbetrieb möglich.

Die Regel- und Bedieneinheit ist aufgrund der Mikrocontrollersteuerung einfach und intuitiv bedienbar. Dies geschieht in logischer Abfolge über lediglich drei Taster und einen Inkrementalgeber.

Letzterer ermöglicht das besonders einfache und schnelle Einstellen von Temperaturen und Zeiten, ohne mühsame Tastenanwahl. Das speziell für dieses Gerät entwickelte, 120 Segmente umfassende Display stellt alle erforderlichen Informationen übersichtlich dar.

### Kommunikation mit der Zentrale

Der Raum-Thermostat FHT 8b verfügt darüber hinaus noch über einen zusätzlichen Funkempfänger, über den er von der FHZ 1000 gesendete Steuersignale empfängt. So kann von dort aus das im Raum-Thermostaten gespeicherte Steuerprogramm auch überschrieben werden. Im Gegenzug meldet der FHT 8b seinen Status zyklisch an die Zentrale, sodass sowohl die Daten beider Steuergeräte ständig miteinander abgeglichen sind als auch Störungsmeldungen aus dem Raum an der Zentrale signalisiert werden.

Hier soll nicht unerwähnt bleiben, dass das gesamte System nicht für Fußbodenheizungen geeignet ist. Diese erfordern eine gänzlich andere Regelcharakteristik mit völlig anderen Zeitabläufen.

### Ablauf der Regelung

Die Regelung der Temperatur wird durch Berechnungen des Mikrocontrollers in digitaler Form vorgenommen. Die Abtastzeit, d. h. das Zeitraster, in dem die Berechnungen neu vorgenommen werden, liegt bei etwa 2 Minuten. Dies mag im ersten Moment recht langsam erscheinen, ist aber aufgrund der sehr trägen Regelstrecke (Heizkörper und Raum) völlig ausreichend. Der Regelvorgang läuft im Detail wie folgt ab:

- Über eine Analog-Digital-Wandlung wird der Widerstandswert des in der Bedien- und Regeleinheit integrierten Temperatursensors ermittelt.
- Anhand der im Mikrocontroller hinterlegten Kennlinie wird hieraus die Raumtemperatur bestimmt.
- Aus der Differenz von Soll- und Isttemperatur wird nach einem PI-Algorithmus die Ventil-Stellgröße berechnet.
- Um ein ständiges Verfahren des Ventils zu vermeiden, wird das berechnete Ergebnis nach Algorithmen zur Stellgrößenberuhigung bewertet.
- Über die Funkverbindung wird dem Ventilantrieb die ermittelte, neue Position mitgeteilt, der daraufhin das Ventil entsprechend verstellt.

### Die Einzelfunktionen der Heizungssteuerung

Bereits direkt nach der Installation arbeitet das System mit werkseitigen Einstellungen im zeitgesteuerten Automatikmodus. Alle Zeit- und Temperaturwerte lassen sich in wenigen, intuitiv gestalteten Bedienschritten an die individuellen Nutzungsgewohnheiten und Komfortbedürfnisse anpassen.

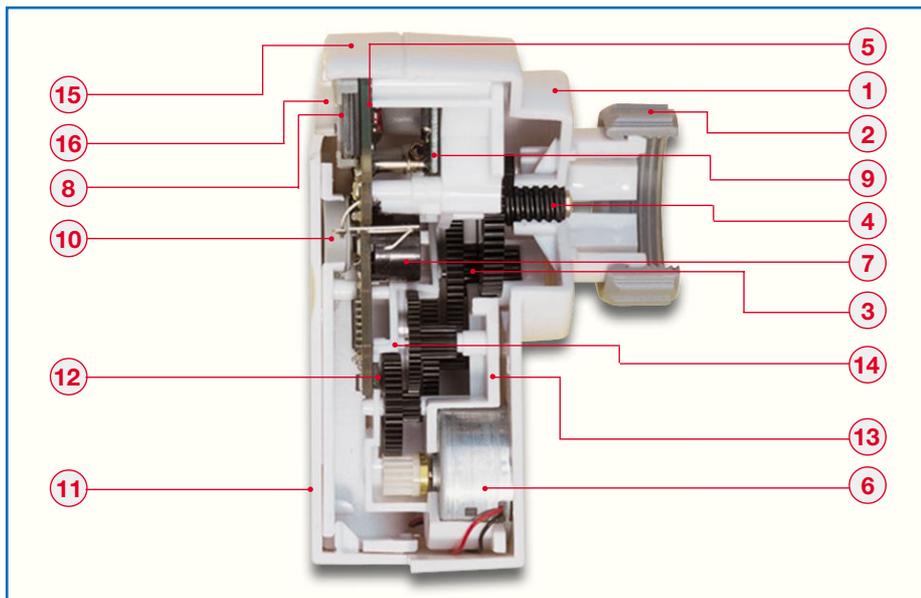
Verschiedene Betriebsarten gestatten nicht nur die vollständig selbsttätige Temperaturführung während des normalen Tagesablaufes, sondern auch den problemlosen Eingriff, wenn besondere Ereignisse, wie ein Urlaub oder eine Party, vorübergehender Abweichungen bedürfen. Zur Verdeutlichung sollen im Folgenden die verschiedenen Betriebsarten erläutert werden.

### Automatikbetrieb

In der Betriebsart „Auto“ wird die Temperatur dem eingestellten Tagesprogramm entsprechend gesteuert. Für jeden Wochentag können 2 Zeitpunkte festgelegt werden, ab denen der Raum auf Komforttemperatur geheizt, und zwei Zeitpunkte, ab denen auf Absenkttemperatur herunter geregelt werden soll. Die Schaltzeiten lassen sich mit einer Auflösung von 10 Minuten frei programmieren. Eine Balkenskala am unteren Displayrand stellt das Tagesprofil übersichtlich graphisch dar. Ein Sonnen- bzw. Mondsymboll kennzeichnet, ob momentan die Absenk- oder die Komforttemperatur aktiviert ist. Eine direkte Änderung der Temperatur ist jederzeit durch Drehen am Stellrad möglich. Diese Temperatur bleibt dann bis zur nächsten Schaltzeit aktiv. Ein manuelles Umschalten zwischen Komfort- und Absenkttemperatur erlaubt die Taste „☀ ☾“. So kann z. B. während des Lüftens die Temperatur durch eine kurze Betätigung abgesenkt werden und nach dem Schließen des Fensters durch ein erneutes Betätigen zurück auf Komfortniveau gehoben werden.

### Manueller Betrieb

In dieser Betriebsart verhält sich das



**Bild 10: Das Schnittmodell des Ventiltriebs zeigt die Komplexität von Mechanik und Elektronik. Erläuterungen siehe Text.**

System wie ein konventioneller Thermostat. Die Raumtemperatur wird permanent auf den eingestellten Wert geregelt. Ein selbsttätiger Wechsel erfolgt nicht, d. h. das eingestellte Zeitprogramm wird ignoriert.

### Urlaubs-/Partyfunktion

In dieser dritten Betriebsart wird die Temperatur für den gewählten Zeitraum auf einem eingestellten Wert gehalten. Nach Ablauf dieser Zeit wechselt der Regler in die Betriebsart „Auto“ und folgt wieder dem Zeitprogramm. Hiermit ist es z. B. möglich, für die Dauer eines Urlaubs die Raumtemperatur zu senken und so Energie zu sparen. Bei der Rückkehr hat der Regler dann wieder in das normale Zeitprogramm gewechselt und der Raum ist angenehm beheizt.

Für kurze Zeiträume erfolgt das Einstellen in 30-Minuten-Schritten (Partyfunktion), für längere Zeiträume in Tagesschritten (Urlaubsfunktion).

### Zusätzliche Funktionen

Während des normalen Betriebes zeigt das Display am Raum-Thermostaten neben der eingestellten Temperatur auch den Wochentag, das Datum und die Uhrzeit an. Die Uhr wird automatisch von Sommer- auf Winterzeit und umgekehrt umgestellt.

Eine Tastensperre verhindert das unbeabsichtigte Verstellen z. B. durch Kinder.

Um ein Festsetzen des Ventils durch Kalk oder sonstige Ablagerungen zu verhindern, wird das Ventil einmal pro Woche über den gesamten Bereich verfahren, d. h. vollständig geöffnet und geschlossen.

Des Weiteren sind noch einige seltener benötigte Sonder- bzw. Wartungsfunktionen vorhanden, die u. a. dazu dienen:

- Zusätzliche Ventiltriebe zu adressieren

- Die Funkverbindung zu testen
- Die Ventilposition abzufragen.

### Ventiltrieb im Detail

Die Bauart des Ventiltriebs stellt aufgrund der Kombination von Mikrocontroller-Stuereinheit und elektromechanischer Antriebskomponente eine Besonderheit dar. Deshalb soll die komplexe, aus zahlreichen Einzelkomponenten bestehende Konstruktion im Folgenden näher betrachtet werden.

Das Schnittmodell in Abbildung 10 ermöglicht einen Einblick in den Aufbau. Die untere Gehäuseschale (1) ist mit einer Überwurfmutter M30 x 1,5 mm (2) versehen, mit der der Antrieb auf das Ventil aufgeschraubt wird. In dem Unterteil befindet sich das Antriebsrad (3), das über eine Gewindeschnecke (4) die Drehbewegung in eine Längsbewegung wandelt.

Auf der doppelseitigen, durchkontaktierten Platine (5) befindet sich neben dem Mikrocontroller auch die vollständige Ansteuerschaltung für den Motor (6). Die Platine trägt außerdem den Signalgeber (7) zur akustischen Meldung von Alarmzuständen und das kleine Display (8), auf dem der Betriebszustand und die aktuelle Ventilposition angezeigt werden. Auch der Mikrocontroller des Ventiltriebs ist mit einem nicht flüchtigen Speicherelement, einem EEPROM, verbunden. Hierin wird u. a. der Code für die Funkübertragung und der Stellbereich des Ventils gespeichert, sodass der Antrieb nach einem Batteriewechsel nicht neu angelernt werden muss. Der Funkempfänger (9) ist als separates Modul auf einer eigenen Platine ausgeführt. Hierdurch ist die Montage mit einem großen Abstand zur Hauptplatine möglich und Beeinflussungen, die zu einer Ver-

schlechterung der Empfangseigenschaften führen könnten, werden verhindert. Der Taster (10) ist nur zugänglich, wenn der Batteriefachdeckel (11) entfernt wird, sodass ein versehentliches Betätigen ausgeschlossen ist. Direkt auf der Platine aufliegend ist die Reflexlichtschranke (12) montiert. Sie detektiert mittels dreier Reflexpunkte, die sich auf der Oberseite des ersten Zahnrades befinden, exakt die Umdrehungen des Getriebes, sodass dem Controller stets die Position des Ventiltriebs bekannt ist. Der Gleichstrommotor (6) dreht über ein vierstufiges Getriebe das Antriebsrad. Die Metallachsen, auf denen sich die Zahnräder drehen, sind im unteren (13) und oberen Getriebeträger (14) präzise geführt. Mit der oberen Gehäuseschale (15) ist der Antrieb verschlossen. In diese Halbschale ist außerdem eine transparente Linse (16) eingelassen, die das Display vor mechanischer Beschädigung schützt.

Der Ventiltrieb ist übrigens auf nahezu alle gängigen Ventile aufsetzbar. Für Danfoss-Ventile liegen jedem Antrieb 3 Adapter bei.

### Eine Nummer kleiner - Dezentrale Einzelraum-Heizungsregelung FHT 8

Wer keine zentrale Heizungsregelung benötigt, der kann auch zum „kleinen Bruder“, dem Einzelraum-Thermostaten FHT 8 greifen. Der besitzt dieselbe Funkfunktionalität und die gleichen Steuerungsabläufe wie der Raum-Thermostat FHT 8b des FHZ-1000-Systems. Ihm fehlt lediglich die Kommunikationsmöglichkeit mit einer Zentrale, er arbeitet also autark und kann ebenfalls bis zu 8 Ventiltriebe in einem Raum steuern. Auch diese sind identisch mit denen des FHZ-1000-Systems.

Der Thermostat ist wie der FHT 8b beliebig im Raum platzierbar, kann wie dieser über einen Wandhalter bequem an einer Zimmerwand angebracht werden und durch die hohe Reichweite von bis zu 100 m (Freifeld) auch weit verteilte Heizkörper in sehr großen Räumen bequem steuern.

Bleibt als Fazit aus der Vorstellung des Gesamtsystems festzustellen, dass es mit den Systemen FHZ 1000, FS 20 sowie FHT 8 gelungen ist, äußerst flexible, preisgünstige, ausbaubare und vor allem auch einfach bedienbare Gebäudemanagement-Steuerungen zu entwickeln, die ein hohes Sparpotenzial und einen deutlich erhöhten Wohn- bzw. Aufenthaltskomfort bieten. Besonders die völlig kabel- und installationslose Funktechnik sowie die vom Heizkörper abgesetzte Temperaturmessung und die erweiterten Einsatzmöglichkeiten zur Gebäudesteuerung sind die herausragenden Kennzeichen dieser Lösung. 