

Funk-Universal-Thermostat-Sender



Der fehlte noch im System – ein von der Schalteinrichtung örtlich unabhängig arbeitender Thermostat, der die Temperatur direkt an einem gewünschten Ort registriert und bei Erreichen von programmierten Schalttemperaturen kabellos Leistungsschalter ansteuert. Das kann der FS20 UTS auf zwei getrennt programmierbaren Kanälen, damit ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Und selbstverständlich sind alle Features des FS20-Empfängerprogramms wie z. B. Timerprogrammierung, auch hier nutzbar.

Bedarfsgerecht geschaltet

Das Szenario ist typisch und kommt in abgewandelter Form immer wieder vor: Man sitzt im schönen Büro mit Blick auf die volle Mittagssonne, zwischen sich und dem Lichtspender nur eine Glasscheibe! Schick, aber im Sommer eine Tortur! Also eine Markise außen dran und innen eine kleine Klimaanlage. Beide haben einen entscheidenden Nachteil – sie werden entweder immer zu spät bedient oder man sitzt zu früh im Schatten und bekommt vom Klimagerät kalte Füße ...

Also muss ein Außentemperaturfühler her, der rechtzeitig die kritische Temperatursteigerung „mitbekommt“ und dann Kühlgerät und Markisantrieb so ansteuert, dass es drinnen angenehm bleibt. Würde man hier direkt von drinnen steuern, kommt das Schalten immer zum falschen Zeitpunkt – denn drinnen wird es im beschriebenen Fall fast schlagartig warm. Und wenn die Wärme erst einmal drin ist, ist sie schlecht wieder herauszubekommen.

Wie gesagt, solche Szenarien gibt es unzählige, denn oft ist der Ort, an dem eine Temperatur erfasst werden muss, nicht der, an dem etwa das Heizgerät steht, oder wenn es etwa gilt, mehrere Dachluken samt Beschattung gleichzeitig anzusteuern, muss man die Temperaturmessung an einem zentralen Ort vornehmen. Gerade auch die Anwendung zur Beheizung macht es deutlich, dass die Temperatur nicht an der Heizung, sondern möglichst weit entfernt davon gemessen werden sollte, sonst wird nur die nächste Umgebung geheizt!

Und genau hierhin passt der FS20 UTS, ein kleiner Thermostat mit abgesetztem Temperatursensor, programmierbaren Schaltvorgängen und integriertem 868,35-MHz-Sender, der alle Empfangs- und Schaltgeräte des FS20-Funkschaltsystems ansteuern kann. Hier hat man dann die breite Auswahl zwischen der blitzschnell und flexibel installierbaren Funk-Schaltsteckdose und fest in eine Installationsverkabelung integrierbaren Schalteempfängern.

Herausragend ist nicht nur der weite Temperatur-Erfassungs- und Regelbereich von -40 °C bis +80 °C, insbesondere die

getrennte Auswertung und Verarbeitung auf zwei Kanälen machen das Gerät äußerst vielseitig einsetzbar. Am FS20 UTS lassen sich zwei Grenztemperaturen einstellen, bei deren Über- oder Unterschreiten jeweils ein Gerät oder auch eine ganze Gruppe von Schaltgeräten des FS20-Funkschaltsystems in ganz unterschiedlicher Weise geschaltet werden. So kann man mit diesem einen Gerät gleichzeitig etwa Kühl- und Heizgeräte ansteuern. Die Flexibilität des Gerätes wird noch gesteigert durch den Batteriebetrieb, der eine völlige örtliche Unabhängigkeit zulässt.

Und schließlich stehen hier, wie bei den meisten FS20-Sender-Empfänger-Kombinationen, eine große Reihe von Ansteuer-

Technische Daten: FS20 UTS

Sendefrequenz: 868,35 MHz
 Reichweite: bis 100 m Freifeld
 Messbereich: -40 °C bis +80 °C
 Betriebsspannung: 3 V
 Spannungsversorgung:
 2 x 1,5 V/LR6/Mignon
 Abm. (B x H x T): ... 65 x 115 x 55 mm

Tabelle 1: Zuordnung des Schaltverhaltens zur Grenztemperatur

Vorzeichen und Schaltrichtung	Taste
positive Temperatur, bei Überschreiten	1
positive Temperatur, bei Unterschreiten	2
negative Temperatur, bei Überschreiten	3
negative Temperatur, bei Unterschreiten	4

befehlen zur Verfügung, die etwa das Aus- und Einfahren einer Markise für eine bestimmte Zeit oder andere Schaltbefehle erlauben.

Funktion und Bedienung

Alle Einstellungen wie Adressierung, Codierung, Einstellung der Grenztemperaturen, Sendeabstand, Einschaltdauer und Schaltbefehle sind über die vier Tasten am Gerät programmierbar. Nach der Programmierung ist jedoch keine weitere Bedienung des Gerätes notwendig, es sei denn, man will Schaltbefehle direkt durch manuelle Bedienung aussenden, was gerade beim Anlernen der Empfänger recht nützlich ist.

Da der FS20 UTS Bestandteil des FS20-Funkschaltsystems ist, ist es natürlich auch möglich, ihn in dessen Code- und Adresssystem einzuordnen, wenn man mehrere FS20-Geräte parallel betreiben möchte.

Bei der ersten Inbetriebnahme stellt sich automatisch ein zufälliger Hauscode und die Standard-Adressbelegung der Sendekanäle ein. Deren Änderung ist allerdings tatsächlich nur notwendig, wenn man, wie gesagt, mehrere FS20-Geräte betreiben oder ein benachbartes gleiches System nicht stören will. Im Übrigen kann man bei einem späteren Ausbau des Systems jederzeit Hauscode und Adressierung ändern.

Eine ausführliche Beschreibung des Adresssystems und der entsprechenden Programmierung würde jedoch den Rahmen dieses Artikels sprengen, sie findet sich aber sehr detailliert, mit Anwendungsbeispielen versehen, in der Bedienungsanleitung, die zu diesem Bausatz mitgeliefert wird, bzw. auch in der Bedienungsanleitung jedes Empfängers. Hier ist auch deren Timerprogrammierung ausführlich beschrieben, deshalb widmen wir uns hier diesen Themen nur so weit, wie es zur Vorstellung des Thermostaten notwendig ist.

Codierung/Adressierung

Für die Codierung und Adressierung stehen vier Tasten (TA 1 bis TA 4) zur Verfügung. Für die Einstellung des Hauscodes sind die Tasten 1 und 3 gemeinsam für mindestens 5 Sekunden zu drücken, bis die Status-LED D 2 des Gerätes zu blinken beginnt.

Dann erfolgt über die vier Tasten die Eingabe des 8-stelligen Hauscodes. Das Eingeben der Adressen nimmt man auf ähnliche Weise vor, im Gegensatz zum

(gemeinsamen) Hauscode aber für jeden der beiden Schaltkanäle getrennt. Die Adressen lassen sich einstellen, indem man für Kanal 1 die Tasten 1 und 2 und für Kanal 2 die Tasten 3 und 4 für mindestens 5 Sekunden gemeinsam drückt, bis wiederum die Status-LED blinkt. Danach erfolgt die Eingabe einer 4-stelligen Adresse entsprechend der Adresshierarchie des FS20-Systems.

Beim ersten Sendebefehl des FS20 UTS schickt dieser dann den Hauscode und die Adresse an den entsprechend in Bereitschaft versetzten Empfänger, der daraufhin den Funk-Thermostat in seinen Sender-Datensatz aufnimmt, der ja bis zu vier speicherbare Sender umfassen kann. Es ist also durchaus parallel möglich, etwa eine Heizung oder einen Lüfter bei bestimmten Temperaturen einzuschalten oder das Ganze bei Bedarf manuell von einer FS20-Handfernbedienung zu steuern. Doch zurück zur Bedienung des FS20 UTS.

Manuelles Schalten

Durch kurzes Betätigen einer der vier Tasten am Gerät wird ein zugeordneter Schaltbefehl gesendet. Mit Taste 1 lässt sich Kanal 1 ein- und mit Taste 2 ausschalten. Kanal 2 ist entsprechend über die Tasten 3 und 4 bedienbar. Auf diese Weise ist auch das eben beschriebene Anlernen eines Empfängers auf die Adresse des FS20 UTS einfach möglich.

Temperaturen und Schaltrichtung programmieren

Für jeden der beiden Schaltkanäle lässt sich eine Grenztemperatur von -39 °C bis +79 °C einstellen. Zusätzlich kann man festlegen, ob der Schaltbefehl beim Überschreiten oder Unterschreiten der eingestellten Grenztemperatur gesendet werden soll.

Zur Eingabe der Grenztemperatur sind für Kanal 1 die Tasten 1, 2 und 4 und für Kanal 2 die Tasten 2, 3 und 4 für mehr als 5 Sekunden zu drücken, bis die Status-LED zu blinken beginnt.

Mit dem nun folgenden Tastendruck legt man fest, ob die Grenztemperatur positiv oder negativ ist und ob beim Über- oder Unterschreiten der Grenztemperatur der Schaltbefehl gesendet werden soll. Tabelle 1 zeigt die Zuordnung der Tasten.

Danach ist jeweils durch das Betätigen von zwei Tasten zunächst die Zehner- und dann die Einerstelle der Temperatur ein-

zugeben. Dabei gilt die folgende Zuordnung der Tasten zu den Ziffern:

Ziffer	Tasten (nacheinander)	
0	1	1
1	1	2
2	1	3
3	1	4
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	2	4
8	3	1
9	3	2

So ist z. B. die Folge 1 13 21 einzugeben, um den Schaltbefehl beim Überschreiten von +24 °C zu senden, oder die Tastenfolge 4 11 21, um Schaltbefehle beim Unterschreiten von -04 °C zu senden. Die Maximalwerte der Grenztemperaturen liegen, wie gesagt, bei -39 °C bzw. +79 °C.

Gibt man versehentlich eine für den vorher gewählten Temperaturbereich vom Betrag zu hohe Temperatur ein, wird automatisch der Maximalwert für den gewählten positiven oder negativen Temperaturbereich gespeichert.

Bei der späteren Anwendung gilt es zu beachten, dass die eingestellte Grenztemperatur eine Schalthysterese von 1,1 °C besitzt. Wenn also z. B. eine Grenztemperatur von +10 °C eingestellt ist, wird der Schaltbefehl gesendet, sobald die Temperatur auf über 11 °C ansteigt, und dann im eingestellten Sendeabstand so lange wiederholt, bis die Temperatur wieder unter 10 °C sinkt. So vermeidet man ein zu häufiges Schalten bei kleinen bzw. langsamen Temperaturänderungen im Bereich der eingestellten Grenztemperatur.

Sendeabstand programmieren

Für die beiden Kanäle lässt sich jeweils der Sendeabstand programmieren. Sendeabstand bedeutet hier, dass beim dauerhaften Überschreiten einer Grenztemperatur die Schaltbefehle in einem definierten Zeitabstand gesendet werden. Auch die Temperaturmessungen für die beiden Kanäle erfolgen in diesem Zeitabstand. Um den Sendeabstand einzugeben, sind für Kanal 1 die Tasten 1 und 4 und für Kanal 2 die Tasten 2 und 3 für mindestens 5 Sekunden zu drücken, bis die Status-LED zu blinken beginnt. Danach stellt man die Sendeabstände wie folgt ein:

Sendeabstand	Taste
48 s	1
72 s	2
96 s	3
120 s	4

Einschaltdauer

Auch die gewünschte Einschaltdauer des

Tabelle 2: Programmierung der Einschaltdauer

Die ersten beiden Ziffern geben den Zahlenwert und die folgenden beiden Ziffern den Multiplikator mit der entsprechenden Zeiteinheit an.

Beispiel: 1 Minute: Eingabe 44 21 = 15 x 4 s = 60 s

Eingezogenes Zahlenpaar	Zahlenwert 1. und 2. Ziffer	Multiplikator 3. und 4. Ziffer
11	Endlos	0,25 s
12	1	0,5 s
13	2	1 s
14	3	2 s
21	4	4 s
22	5	8 s
23	6	16 s
24	7	32 s
31	8	64 s = 1,07 min
32	9	128 s = 2,13 min
33	10	256 s = 4,27 min
34	11	512 s = 8,53 min
41	12	1024 s = 17,07 min
42	13	1024 s = 17,07 min
43	14	1024 s = 17,07 min
44	15	1024 s = 17,07 min

Empfänger-Schaltausgang ist vom Sender aus programmierbar – dabei sind Zeiten von 0,25 Sek. bis zu 4,25 Stunden möglich.

Zur Programmierung der Einschaltdauer ist für Kanal 1 die Taste 2 bzw. für Kanal 2 die Taste 4 für mindestens 5 Sekunden zu drücken, bis die Status-LED blinkt. Danach erfolgt die Eingabe der gewünschten Einschaltdauer über alle vier Tasten entsprechend Tabelle 2.

Damit ein Gerät beim Überschreiten einer Grenztemperatur auch dauerhaft eingeschaltet bleibt, wählt man natürlich eine Einschaltdauer, die größer als der Sendeabstand ist. So kann man z. B. bei einem Sendeabstand von 120 Sekunden einen Heizlüfter für 128 Sekunden oder länger einschalten lassen. So ist gewährleistet, dass der Heizlüfter eingeschaltet bleibt, solange die Grenztemperatur unterschritten ist. Mit der Einschaltdauer, die, wie gesagt, bis zu 4,25 Stunden lang sein kann, lässt sich in diesem Bereich eine individuelle Nachlaufzeit realisieren.

Ohnehin wird man hier vornehmlich längere Einschaltzeiten programmieren, da ein zu häufiges Schalten von Heiz- oder Kühlgeräten eher ineffizient ist.

Vorteilhaft ist an der Programmiermöglichkeit der Einschaltdauer auch, dass bei einem Ausfall des Senders, z. B. bei leeren Batterien, das zu schaltende Gerät nicht dauerhaft eingeschaltet bleibt.

Soll der Empfänger übrigens parallel dazu von z. B. einer Fernbedienung im Timerbetrieb ansteuerbar sein, ist auch der Timer des Empfängers direkt programmierbar.

FS20-Timer

Wie mit allen FS20-Sendern, ist auch mit dem FS20 UTS der Timer eines Empfängers fernprogrammierbar. Dazu sind bei

den Tasten des jeweiligen Kanals kurz gleichzeitig zu betätigen (Kanal 1: Taste 1+2; Kanal 2: Taste 3+4), damit startet die Zeitmessung für den Timer des Empfängers. Werden die beiden Tasten erneut kurz betätigt, wird die Zeitmessung beendet. Eine Schaltsteckdose mit programmiertem Timer wird sich nach der eingestellten Zeit automatisch wieder ausschalten, nachdem sie vom FS20 UTS eingeschaltet wurde.

Schaltbefehle

Schließlich ist auch das Schaltverhalten des Empfängers vom Thermostat aus programmierbar. Das heißt, es ist z. B. festlegbar, dass ein Gerät nach Erreichen des Grenzwertes dauerhaft eingeschaltet bleibt oder nur für die programmierte Einschaltdauer und danach abgeschaltet wird.

Da von jedem der beiden Kanäle nur ein Schaltbefehl gesendet wird, bietet es sich aus praktischer Sicht natürlich an, vor allem die Schaltbefehle zu verwenden, die die FS20-Geräte nur für eine bestimmte Zeit einschalten.

Durch das Programmieren beider Kanäle auf eine Adresse ergeben sich noch weitere Schaltmöglichkeiten, so kann man dann statt des Schaltbefehls „Ein für Einschaltdauer“ auch den Befehl „Ein“ beim einen Kanal und den Befehl „Aus“ beim anderen Kanal verwenden und so die Ein- und Ausschalttemperatur völlig unabhängig voneinander wählen, etwa Einschalten der Heizung bei Absinken unter 10 °C und Ausschalten bei 20 °C.

Schaltung

Das Schaltbild des FS20 UTS ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 2, der mit zwei Quarzen zur Stabilisierung

der Takterzeugung beschaltet ist. Q 1 erzeugt den hohen (Arbeits-) Takt, der bei der Temperaturmessung und bei der Übertragung der FS20-Schaltbefehle benötigt wird. In den Messpausen sorgt der niedrigere Takt von Q 2 für sehr geringen Stromverbrauch und eine lange Batterielebensdauer.

Im EEPROM IC 1 sind alle Daten wie Hauscode, Adressen, Grenztemperaturen usw. gespeichert, die auch bei einem Batteriewechsel erhalten bleiben.

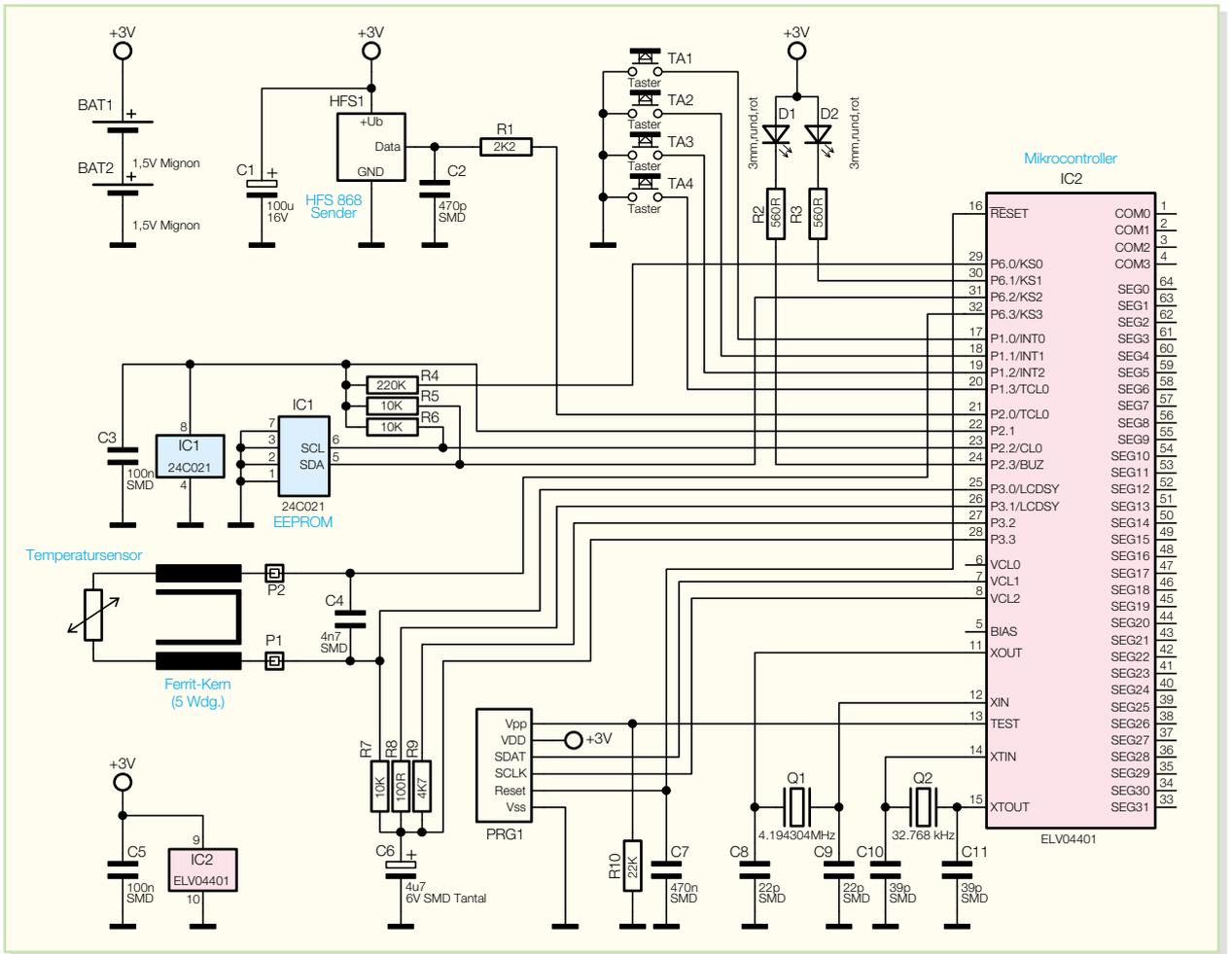
Die Tasten TA 1 bis TA 4 sind direkt am Controllerport P 1 angeschlossen, sie werden per Software entprellt. Die beiden LEDs dienen der Statusanzeige, wobei D 1 beispielsweise den Aufruf eines Programmiermodus oder das Senden von Schaltbefehlen anzeigt, während D 2 die Temperaturmessungen und die Aktivität des Controllers anzeigt.

Kommen wir zur Temperaturmessung. Die Temperaturmessung wird vom Controller über die Anschlüsse von Port 3 und P 6.3 vorgenommen. Zunächst wird der Kondensator C 6 über den niederohmigen Widerstand R 8 und Port P 3.1 entladen, danach wird der Kondensator über den Widerstand R 7 und Port P 3.0 aufgeladen. Hierbei wird die Zeit gemessen, die vergeht, bis sich C 6 so weit aufgeladen hat, dass an Port P 3.3 ein High-Pegel erkannt wird. Nach dem erneuten Entladen von C 6 wird der Kondensator noch einmal über P 6.3 und somit über den Temperatursensor in Reihe zu R 7 aufgeladen, wieder misst der Controller hierbei die Zeit. Da es sich bei dem Temperatursensor um einen temperaturabhängigen Widerstand handelt, wird die Ladezeit von C 6 bei der zweiten Messung also direkt durch die Temperatur beeinflusst. Aus dem Verhältnis der beiden gemessenen Zeiten lässt sich dann die Temperatur berechnen. Der Mikrocontroller vergleicht anschließend die so ermittelte Temperatur mit den eingestellten Grenzwerten und sendet, abhängig von der vorgenommenen Programmierung, einen Schaltbefehl für den entsprechenden Kanal. Das Verfahren zur Ermittlung der Temperatur hört sich zunächst etwas kompliziert an, besticht aber durch eine besonders einfache Hardwarelösung ohne externen AD-Wandler unter geschickter Ausnutzung der Möglichkeiten des verwendeten Controllers.

HFS 1 ist ein komplett vorgefertigtes HF-Sendemodul, das auf der Frequenz 868,35 MHz sendet und direkt vom Controller angesteuert wird. Die Betriebsspannung des Sendemoduls wird durch den Kondensator C 1 gestützt, um Spannungseinbrüche beim Senden aufzufangen.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über zwei 1,5-V-Mignonzellen.

Bild 1: Schaltbild des Universal-Thermostat-Senders



Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer 104 x 55 mm großen, doppelseitigen Platine in SMD-Technik. Deshalb ist neben etwas SMD-Lötterfahrung eine Mindestausstattung an Werkzeugen und Materialien erforderlich, zu der u. a. ein temperaturgeregelter LötKolben mit sehr schlanker Lötspitze, SMD-Lötzinn und, wichtig für das schadenfreie Entfernen von Lötzinnbrücken, dünne Entlötlitze gehören. Ausführliche Hinweise zur Verarbeitung von SMD-Bauteilen, insbesondere für SMD-Einsteiger, sind unter www.elv-downloads.de/downloads/journal/SMD-Anleitung.pdf zu finden.

Der Aufbau wird anhand des Bestückungsdrucks, der Platinenfotos und der Stückliste vorgenommen. Er beginnt auf der Lötseite mit der Bestückung des Mikrocontrollers IC 2 und des EEPROMs IC 1. Dabei ist sorgfältig auf die richtige Einbaulage zu achten, denn ein Entlöten dieser Bauteile ist nur mit Spezialwerkzeugen und kaum ohne Beschädigungen der Platine möglich. Die Lage der ICs ergibt sich aus den Markierungen im Bestückungsdruck der Platine. IC 1 ist auf der Seite, auf der Pin 1 liegt, durch eine abgeschrägte Gehäusekante oder durch eine

Gehäusekerbe gekennzeichnet. Diese Seite ist im Bestückungsdruck durch eine Doppellinie markiert. IC 2 weist an Pin 1 eine runde Vertiefung auf, im Bestückungsdruck ist Pin 1 durch eine abgeschrägte Gehäuseecke markiert.

Zunächst versieht man ein Lötpad auf der Platine mit etwas Lötzinn, positioniert dann das Bauelement lagerichtig und verlötet es am vorverzinnten Lötpad. Nach einer nochmaligen Lagekontrolle wird nun ein dem ersten verlöteten Pin gegenüberliegender Pin verlötet, um die Lage des ICs zu stabilisieren. Danach folgt das Verlöten aller weiteren Pins. Eventuelle Lötzinnbrücken werden mit Entlötlitze vorsichtig entfernt. Dabei darf man die Lötstelle nicht zu stark erhitzen, um das Bauelement nicht thermisch zu beschädigen.

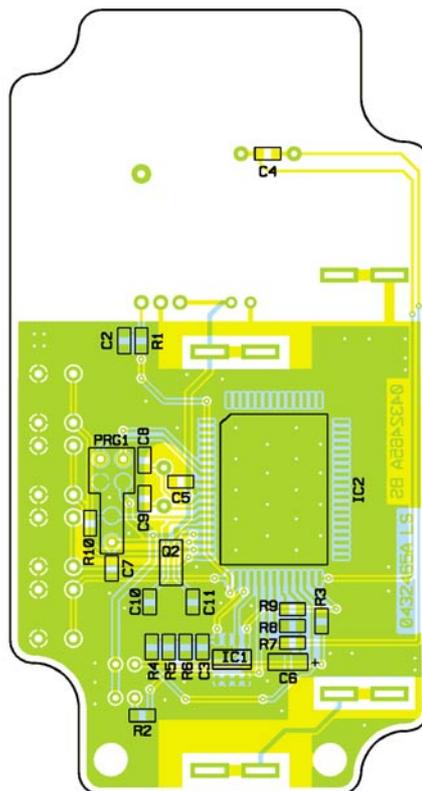
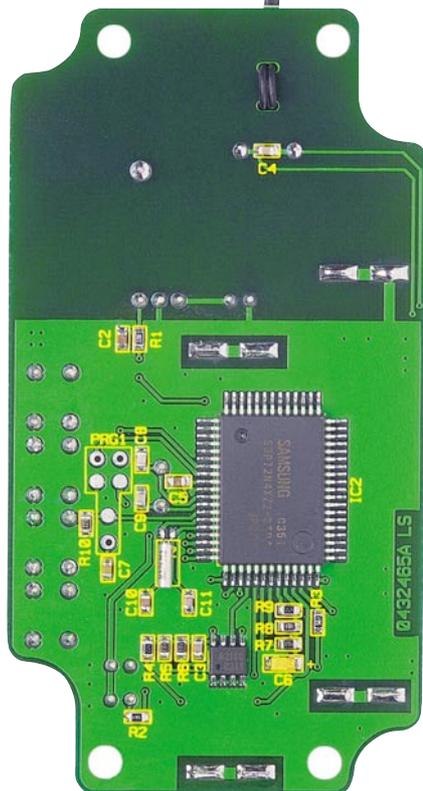
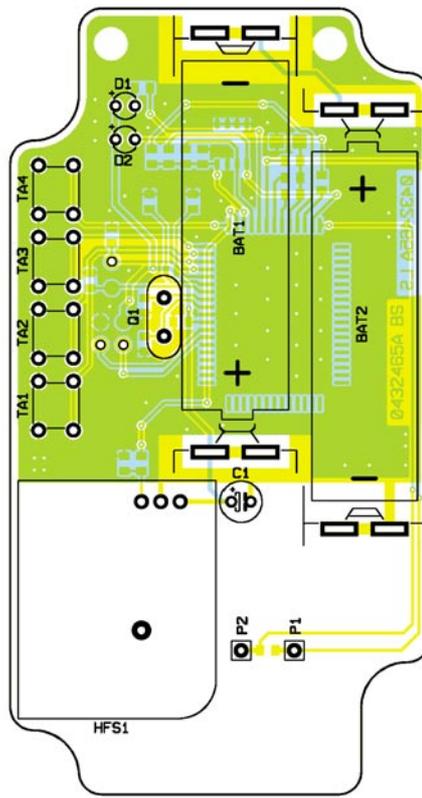
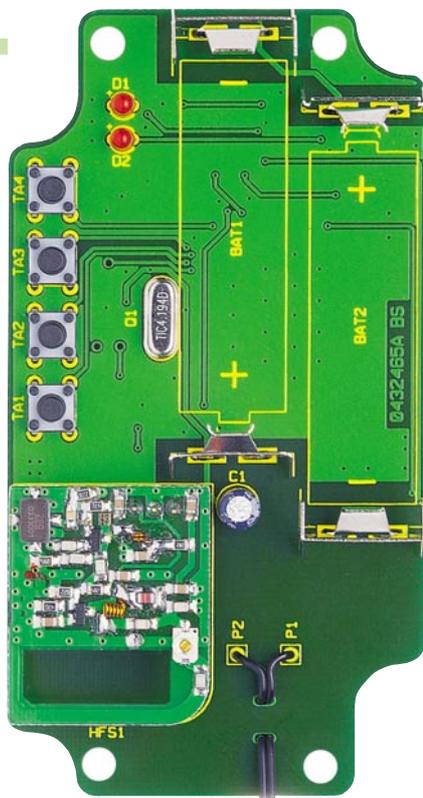
Sind beide ICs komplett verlötet, folgt nun das Bestücken der restlichen SMD-Bauteile auf der Lötseite in gleicher Weise wie eben beschrieben. Bei C 6 ist auf die polrichtige Bestückung zu achten, der Pluspol ist mit einem Strich markiert, der mit der Plus-Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss. Eine Besonderheit bildet auch der Quarz Q 2. Hier sind zunächst die Anschlüsse vorsichtig zu kürzen, an den zugehörigen Löt pads anzulöten und das Gehäuse des Quarzes mit einem Tropfen Heißkleber auf der Platine zu fixieren.

Nun geht es an das Bestücken der Bauteile auf der Bestückungsseite. Hier beginnt man mit dem Quarz Q 1, der so zu bestücken ist, dass das Gehäuse plan auf der Platine aufliegt. Dies gilt auch für die beiden Leuchtdioden, die zudem polrichtig zu bestücken sind. Die Anode (+) ist der längere Anschlusspin der LED. Auch bei C 1 ist auf die polrichtige Bestückung zu achten, hier ist am Bauteil der Minuspol gekennzeichnet!

Nach der Bestückung der vier Taster folgt nun der Einbau der Batteriekontakte.

Die positiven und negativen Mignon-Batteriekontakte haben unterschiedliche Kontaktflächen – die positiven Kontakte haben eine Metallzunge mit am Ende abgewinkelten Kanten, die negativen Kontakte haben diese Kanten nicht. Im Bestückungsdruck ist dies auch zu erkennen, außerdem ist dort die Lage der Mignonzellen eingezeichnet. Die Batteriekontakte werden von der Bestückungsseite her durch die Platine gesteckt und anschließend mit reichlich Lötzinn, das hier auch der mechanischen Stabilisierung dient, verlötet.

Schließlich ist das als fertig aufgebaute und abgegliche Baugruppe gelieferte HF-Sendemodul mit 5 mm Abstand zur Platine über seine drei Anschlusspins zu bestücken. Deren nach dem Verlöten auf der Lötseite überstehende Enden sind, wie



Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20 UTS mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

alle anderen überstehenden Bauteilanschlüsse auch, mit einem scharfen Seitenschneider abzuschneiden.

Als Letztes wird der Temperatursensor angeschlossen.

Da der Sensor sich außerhalb des Gehäuses befindet, führt man seine Anschlussleitung zunächst von außen nach innen durch die entsprechende Bohrung im Gehäuse. Zum Schutz gegen elektromagnetische Störeinflüsse wird seine Anschluss-

leitung noch mit einem Ferritkern versehen. Dazu ist der Ferritkern etwa 12 cm weit auf die Anschlussleitung zu schieben. Das Ende der Leitung wird dann in 5 Windungen um den Ferritkern gelegt. Das Ende der Anschlussleitung wird dann durch die beiden Löcher für die Zugentlastung zu den Anschlusskontakten P 1 und P 2 geführt. Hierbei ist die Leitung zunächst von der Bestückungsseite her durch das erste Loch am Rand der Platine und dann von

Stückliste: Funk-Universal-Thermostat-Sender

Widerstände:

100 Ω/SMD	R8
560 Ω/SMD	R2, R3
2,2 kΩ/SMD	R1
4,7 kΩ/SMD	R9
10 kΩ/SMD	R5–R7
22 kΩ/SMD	R10
220 kΩ/SMD	R4

Kondensatoren:

22 pF/SMD	C8, C9
39 pF/SMD	C10, C11
470 pF/SMD	C2
4,7 nF/SMD	C4
100 nF/SMD	C3, C5
470 nF/SMD	C7
4,7 µF/6 V/tantal/SMD	C6
100 µF/16 V	C1

Halbleiter:

24C021/SMD	IC1
ELV04401	IC2
LED, 3 mm, rot	D1, D2

Sonstiges:

- Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 .. Q1
- Quarz, 32,768 kHz
- Q2
- Mini-Drucktaster, 1 x ein,
- 1 mm Tastknopflänge
- TA1–TA4
- Sendemodul HFE868
- HFS1
- Mignon-Batteriekontakt,
- Plus-Kontakt, print für BAT1, BAT2
- Mignon-Batteriekontakt,
- Minus-Kontakt, print für BAT1, BAT2
- 1 Temperatursensor mit Anschluss-
- leitung, 103AT-11
- 1 Ferrit-Ringkern, ø 10 (6) x 4 mm
- 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm
- 1 Gehäuse, kpl., bearbeitet und bedruckt

der Lötseite durch das zweite Loch zu den Kontakten zu führen. Nachdem dies geschehen ist, können die Leitungsenden an den Kontakten P 1 und P 2 verlötet werden.

So fertig bestückt und verkabelt, setzt man die Platine in das Gehäuse ein und befestigt sie mit den vier Schrauben M3 x 5 mm. Zum Schluss kann noch die Durchführung der Anschlussleitung des Temperatursensors von der Innenseite des Gehäuses mit Heißkleber abgedichtet werden, um das Eindringen von Staub und Wasser in das ansonsten dagegen geschützte Gehäuse zu vermeiden.

Nach dem Einlegen der Batterien und den vorzunehmenden Programmierungen verschließt man das Gehäuse mit dem Gehäusedeckel. Die beigelegte Dichtung ist in die Nut des Deckels einzulegen, bevor der Deckel auf das Gehäuseunterteil gesetzt und mit den beiliegenden Schrauben befestigt wird.

