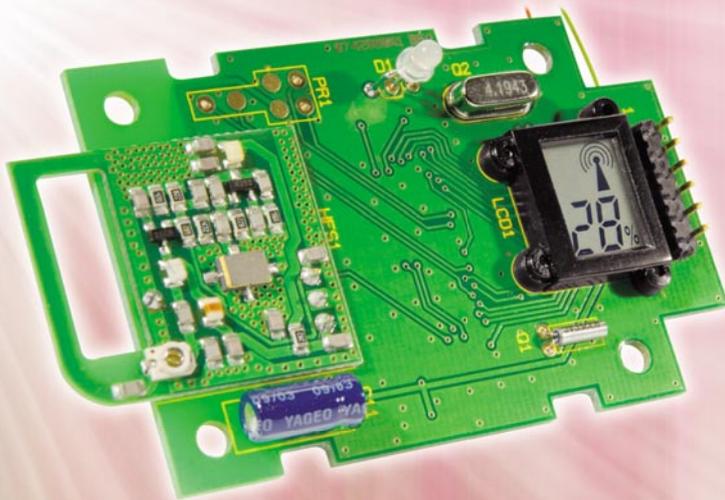


Seriellles Funk-Interface



**für die Ansteuerung von bis zu 4
Funk-Heizkörper-Ventilantrieben FHT 8V**



Das Interface FHT 8I ermöglicht die einfache Ansteuerung von Ventilantrieben des Typs FHT 8V per Funk. Die gewünschte Ventilposition wird über ein einfaches serielles Datenprotokoll z. B. von einem Mikrocontroller in das Interface geschrieben. Dieses übernimmt dann die weitere Codierung und die Zeitverwaltung für die Funkübertragung. Im Zusammenspiel mit dem Controller, der die Ventilposition errechnet, ermöglicht das Interface so den relativ einfachen Aufbau einer Temperaturregelung.

Einfach und effizient regeln

In den meisten Haushalten erfolgt die Raumheizung über eine Warmwasser-Zentralheizung. Zur Wärmeabgabe sind in den einzelnen Räumen ein oder mehrere Radiatoren installiert. Die Durchflussmenge und damit die Wärmeabgabe wird über ein direkt am Heizkörper montiertes Ventil reguliert. Im einfachsten Fall betätigt ein rein mechanisch arbeitender, auf dem Prinzip der Wärmeausdehnung beruhender Thermostatkopf das Ventil. Für eine zeitabhängige, den Nutzungsgewohnheiten angepasste Temperaturregelung ist jedoch eine elektrische bzw. elektronische Verstellung des Ventils erforderlich. Hier sind von verschiedenen Herstellern unterschiedliche Produkte erhältlich. Besonders komfortabel sind batteriebetriebene Funksysteme wie der Raumregler ELV FHT 80B. Hier gestaltet sich die Installation besonders einfach, da weder ein Netzanschluss erforderlich ist, noch ein Kabel zum Heizkörper verlegt werden muss. Zudem bietet dieser Regler noch weitere Möglichkeiten wie z. B. die Einbindung in ein zentrales Haussteuersystem oder die automatische Absenkung der Raumtemperatur beim Lüften mittels eines Fenster-Magnetkontaktes.

Wer allerdings nicht auf fertige Lösungen zurückgreifen möchte, sondern sich seine eigene Regelung z. B. PC- oder Mikrocontroller-basierend aufbauen möchte, der steht alsbald vor der Frage, wie sich das Ventil am besten betätigen lässt. Die Kräfte, die auf den Ventilstift aufgebracht werden müssen, um das Ventil zu schließen, sind nicht unerheblich, so dass Eigenbaulösungen mit einem Servo oder ähnlichem kaum in Frage kommen. Somit bietet es sich hier an, auf einen fertigen Aktor zurückzugreifen. Die einfachste Ausführung eines solchen Aktors ist ein thermischer Stellantrieb. In diesem wird ein Ausdehnungskörper elektrisch beheizt und betätigt dann das Ventil. Neben 230-Volt-Varianten sind auch solche mit 24 Volt Nennspannung erhältlich, so dass hier eine relativ gefahrlose Verwendung in Eigenbauten möglich ist. Ein Vorteil von thermischen Stellantrieben ist, dass diese weitestgehend geräuschlos arbeiten. Ein wesentlicher Nachteil ist der recht hohe Energiebedarf von ca. 3 Watt, der ein Netzteil und eine Kabelverbindung zwischen Stellantrieb und Regler unumgänglich macht. Zudem reagieren diese Antriebe recht träge und lassen sich nicht genau positionieren. Meist werden sie deshalb nur über einen Zweipunktregler ganz auf bzw. ganz zu „gefahren“.

Der elektronische Ventilantrieb FHT 8V

Nahezu ideal sind hier elektronische Ventilantriebe, bei denen der Ventilstift über einen Motorantrieb mit starker Getriebe-Untersetzung betätigt wird. Der im ELV-Funk-Heizkörperthermostat-System verwendete Ventilantrieb FHT 8V benötigt keine Kabelverbindung, er ist batteriebetrieben, die Ansteuerung erfolgt

Technische Daten: FHT 8I	
Versorgungsspannung:	3 V
Stromaufnahme:	30 μ A (a)* 90 μ A (b)* 400 μ A (c)*
Abmessungen:	78,4 x 45,0 x 8,0 mm
Anzahl der unabhängig steuerbaren Antriebe:	4
Sendefrequenz:	868,35 MHz
* Typische Werte unter folgenden beispielhaften Bedingungen: (a) 1 Antrieb, LED deaktiviert, Energiesparmodus, 4 Datenübertragungen pro Stunde; (b) 4 Antriebe, LED aktiv, Energiesparmodus, 8 Datenübertragungen pro Stunde; (c) 4 Antriebe, LED aktiv, kein Energiesparmodus, 8 Datenübertragungen pro Stunde	

F1	Quersumme falsch
F2	Unzulässiger Befehl
F3	Daten nicht OK
F4	EEPROM-Fehler

per Funk. Dabei werden dem Antrieb die Positionierbefehle in kurzen, digitalen Protokollen über eine 868-MHz-Funkstrecke mitgeteilt. Auf einem kleinen Display sind ständig die wichtigsten Informationen wie Ventilposition, Funkempfang und Batteriestatus abzulesen. Mittels eines integrierten Signalgebers kann der Antrieb außerdem eine zu geringe Batteriespannung akustisch anzeigen. Die Versorgung des Antriebs erfolgt über 2 Mignon Batterien, die abhängig von Verstellweg und Verstellhäufigkeit, bis zu zwei Jahre halten. Eine so lange Batteriebensdauer kann nur erreicht werden, wenn der Empfänger nicht permanent, sondern nur ca. alle 2 Minuten für wenige 100 Millisekunden eingeschaltet ist. Dementsprechend genau muss das Senderraster des Reglers sein. Zudem ist auch das Übertragungsprotokoll recht aufwändig. Dies ist unter anderem notwendig, um Beeinflussungen von benachbarten Systemen zu vermeiden und um Empfangsfehler erkennen zu können. Für ein Eigenbauprojekt bietet sich somit vor allem aufgrund des nötigen Programmieraufwands ein direktes Ansprechen des Antriebs über die Funkschnittstelle nicht an. Für diese Anwendung bietet das serielle Funkinterface FHT 81 nun eine geeignete Lösung. Es übernimmt die Codierung des Funkprotokolls und das zyklische Senden an bis zu 4 unabhängig ansteuerbare Ventilantriebe. Die entsprechenden Steuerdaten werden über eine besonders einfach gehaltene serielle Schnittstelle zum Interface geschickt. Dies lässt sich problemlos mit jedem gängigen Mikrocontroller realisieren, der dann auch praktischerweise gleichzeitig die Erfassung der Raumtemperatur, den Vergleich mit der eingestellten Solltemperatur und die

Generierung der entsprechenden Steuerbefehle übernehmen kann. Für weitergehende Anwendungen, etwa zeitabhängiges Ansteuern des Ventilantriebs, bietet sich dann auch eine PC-Steuerung an.

Bedienung und Anzeige

Am Interface selbst ist keinerlei Bedienung erforderlich. Es sind lediglich die gewünschten Befehle und Daten in das Interface zu schreiben. Über eine Zweifarb-LED wird angezeigt, ob der Befehl korrekt empfangen und ausgewertet worden ist. Leuchtet die LED grün, so war die Übertragung fehlerfrei. Leuchtet die LED rot, so ist ein Problem aufgetreten. In diesem Fall gibt ein Fehlercode zusätzliche Information über das aufgetretene Problem. In Tabelle 1 sind die möglichen Fehlercodes dargestellt. Somit liefert die LED insbesondere während der Programmierung des steuernden Controllers wertvolle Debug-Informationen. Beim Einsatz in batteriebetriebenen Systemen lässt sich der Stromverbrauch reduzieren, indem die LED über einen Steuerbefehl deaktiviert wird.

Im normalen Betrieb zeigt das Display den aktuellen Status an. Während des Sendevorganges zum Ventilantrieb ist

auf dem Display kurz das entsprechende Symbol (Funkturn) eingeblendet. Zudem zeigt „An“ an, an welchen Antrieb gesendet wird, wobei „n“ die Nummer des Antriebs ist. Danach zeigt das Display die aktuelle Position dieses Antriebs in Prozent. 0% entspricht vollständig geschlossen, 99% entspricht vollständig geöffnet. Wird ein Antrieb auf seine Funkadresse angelernt, so zeigt das Display „Ln“, wobei n wiederum die Nummer des Antriebs (1 bis 4) ist.

Befehlssatz

Der Befehlssatz des FHT 81 ist in Tabelle 2 übersichtlich dargestellt. Die für Antrieb 2, 3 und 4 bestimmten Befehle sind nur dann verwendbar, wenn die Anzahl der verwendeten Antriebe mit Befehl 0x20 entsprechend hoch festgelegt ist. Die Ventilposition wird bei den Befehlen 0x01 bis 0x08 im Datenbyte angegeben. Hierbei ist zu beachten, dass dieser Wert nicht mit einer Auflösung von 0 bis 100 in Prozent vorgegeben wird, sondern mit einer höheren Auflösung von 0 bis 255. 0 entspricht hierbei 0 Prozent und somit einem vollständig geschlossenen Ventil, 255 (0xFF) entspricht 100% und somit einem vollständig geöffneten Ventil. Die

Befehl	Daten	Bedeutung
0x01	0x00..0xFF	Antrieb 1 auf Position <Daten>
0x02	0x00..0xFF	Antrieb 2 auf Position <Daten>
0x03	0x00..0xFF	Antrieb 3 auf Position <Daten>
0x04	0x00..0xFF	Antrieb 4 auf Position <Daten>
0x05	0x00..0xFF	Antrieb 1 Entkalkungsfahrt durchführen, anschließend auf Position <Daten>
0x06	0x00..0xFF	Antrieb 2 Entkalkungsfahrt durchführen, anschließend auf Position <Daten>
0x07	0x00..0xFF	Antrieb 3 Entkalkungsfahrt durchführen, anschließend auf Position <Daten>
0x08	0x00..0xFF	Antrieb 4 Entkalkungsfahrt durchführen, anschließend auf Position <Daten>
0x11	xx	Antrieb 1 anlernen
0x12	xx	Antrieb 2 anlernen
0x13	xx	Antrieb 3 anlernen
0x14	xx	Antrieb 4 anlernen
0x20	0x01..0x04	Anzahl der Antriebe auf <Daten> festlegen
0x21	xx	Akustisches Low-Bat-Signal freigeben
0x22	xx	Akustisches Low-Bat-Signal sperren
0x23	xx	Kontroll-LED aktivieren
0x24	xx	Kontroll-LED deaktivieren
0x25	xx	Energiesparmodus einschalten
0x26	xx	Energiesparmodus ausschalten
0x27	xx	Batteriesymbol einschalten
0x28	xx	Batteriesymbol ausschalten
0x2F	xx	Neue Zufallsadressen vergeben
0x33	0x55	Testbefehl
xx=beliebig		

Übertragung zu den Antrieben ist über eine 16 Bit umfassende Adresse (Code) gesichert. Jedem der 4 Kanäle (Antrieb 1 bis 4) ist eine andere Adresse zugewiesen. Auf diese ist der Antrieb zunächst mit dem entsprechenden Befehl 0x11 bis 0x14 anzulernen. Zuvor muss der Antrieb in Anlernbereitschaft versetzt werden. Hierzu ist die Taste am Antrieb ca. 3 Sekunden gedrückt zu halten, bis ein Signalton ausgegeben wird und „AC“ im Display erscheint. Der Ventiltrieb bestätigt den korrekten Empfang des Anlernbefehls mit einer Tonfolge. Grundsätzlich ist es möglich, beliebig viele Antriebe auf die gleiche Adresse anzulernen, diese fahren dann aber auch stets die selben Positionen an. Die Adressen werden sowohl im FHT 8V als auch im FHT 8I, unabhängig vom Vorhandensein der Versorgungsspannung, gespeichert. Somit ist es nicht erforderlich die Antriebe nach einem Batteriewechsel neu anzulernen. Die Synchronität stellt sich ebenfalls automatisch wieder her. Lediglich, wenn der Ventiltrieb über längere Zeit keine Funkbefehle mehr erhalten hat, fährt dieser auf die Notposition (Ventil 30% geöffnet) und es kann bis zu einer Stunde dauern, bis er sich wieder auf das Senderaster aufsynchroisiert hat. Mittels des Befehls 0x2F kann man für alle Kanäle ein neue Zufallsadresse vergeben. Anschließend müssen jedoch alle Antriebe neu angelernt werden. Da ein neues FHT 8I mit einer Default-Adresse arbeitet, empfiehlt es sich, zunächst über Befehl 0x2F neue Adressen zu vergeben.

Mittels der Befehle 0x21 und 0x22 kann der akustische Low-Bat-Alarm der Ventiltriebe freigegeben bzw. gesperrt werden. Dies ist vor allem dann nützlich, wenn man verhindern möchte, dass der Antrieb im Schlafzimmer um 3 Uhr nachts darauf aufmerksam macht, dass seine Batterien bald getauscht werden müssen...

Das bereits erwähnte Ein- bzw. Ausschalten der Kontroll-LED wird mittels Befehl 0x23 und 0x24 vorgenommen. Diese Festlegung wird ausfallsicher im EEPROM gespeichert und somit auch nach einem Spannungsausfall wiederhergestellt.

Zur Reduzierung der Stromaufnahme dient auch das Ausschalten des Hauptoszillators während der Ruhephasen.

Das Wiedereinschalten dieses Oszillators erfordert allerdings ca. 50 ms Wartezeit. Diese macht sich insbesondere beim Start einer seriellen Übertragung bemerkbar. Zum Einlesen des ersten Bits ist das FHT 8I mehr als 50 ms „Busy“ während die Übertragung der restlichen Bits wesentlich schneller vonstatten geht. Sollte die Verzögerung nicht akzeptabel sein und die Stromaufnahme des Moduls eine untergeordnete Rolle spielen, so kann man das Abschalten des Hauptoszillators mit dem Befehl 0x26 unterbinden. Befehl 0x25 macht diese Einstellung wieder rückgängig. Nach einem Neustart ist automatisch wieder der Energiesparmodus aktiv.

Im FHT 8I selbst erfolgt keine Überwachung der Versorgungsspannung. Somit verwendet es auch nicht das Batterie-Symbol auf dem Display. Dieses kann deshalb durch das übergeordnete System genutzt werden. Mit dem Befehl 0x27 wird das Symbol eingeschaltet, mit dem Befehl 0x28 wieder ausgeschaltet.

Der Befehl 0x33 dient lediglich zu Testzwecken. Wird dieser Befehl mit den Daten 0x55 gesendet, so akzeptiert das Modul diese Übertragung als korrekt und zeigt dies auch mit der grünen LED an, es werden aber keine weiteren Aktionen ausgelöst.

Serieller Übertragungsrahmen

Die Kommunikation zwischen dem übergeordneten System und dem FHT 8I erfolgt über 4 Datenleitungen. Zum FHT 8I gelangen die Daten über „Data“, „Clock“ und „Load“. Zur Steuerung der Übertragungsgeschwindigkeit durch das FHT 8I dient die Steuerleitung „Busy“.

Abbildung 1 veranschaulicht den Ablauf anhand eines Übertragungsbeispiels. In diesem Beispiel wird für den Antrieb 1 eine Position von 28% vorgegeben (Befehl = 0x01, Daten = 0x48). Der gesamte Rahmen besteht aus 3 Byte. Als erstes wird der Befehl übertragen, dann die Daten und als letztes die Quersumme. Diese dient zur Fehlererkennung. Sie wird aus der Summe von 6 + Befehl + Daten gebildet. Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen 8 Bit-Wert, etwaige Überläufe aus der Addition werden ignoriert. Beim vorliegenden Bei-

spiel ist die Quersumme somit $0x06 + 0x01 + 0x48 = 0x4F$. Anhand der Quersumme überprüft das FHT 8I, ob innerhalb der Übertragung Fehler aufgetreten sind. Ist dies der Fall, so wird der Rahmen verworfen und die Fehlermeldung F1 angezeigt. Die Übertragung der Daten erfolgt vom höchstwertigen zum niederwertigsten Bit. Signaltechnisch ergibt sich folgender Ablauf: Zunächst wird dem Bit entsprechend eine 0 oder eine 1 auf „Data“ gelegt, dann „Clock“ auf 1 gesetzt. Nun liest das FHT 8I dieses Bit. Während es hiermit beschäftigt ist, legt es das „Busy“-Signal auf 1. Erst wenn „Busy“ wieder auf 0 zurück gesetzt ist, darf das übergeordnete System das „Clock“-Signal zurücknehmen und die Übertragung mit dem Anlegen des nächsten Bits an „Data“ fortsetzen. Sind alle 24 Bit auf diese Weise in das Interface geschoben worden, so wird die Übertragung mit dem Signal „Load“ beendet. Auch dieses muss so lange anliegen, bis das Interface die Verarbeitung abgeschlossen hat und das „Busy“-Signal wieder auf 0 setzt.

Schaltung

Abbildung 2 zeigt das Schaltbild des FHT 8I. Zentrales Element ist der Mikrocontroller IC 1. Dieser besitzt einen internen Displaytreiber, über den er das Display LCD 1 direkt ansteuern kann. Die für die Ansteuerung des Displays notwendigen Spannungen werden mittels C1 bis C3 stabilisiert. Die Taktung kann sowohl über den Quarz Q2 mit C6, C7 erfolgen als auch über Q1 mit C4 und C5. Der hochfrequentere Oszillator mit Q2 lässt sich vom Controller abschalten, wenn keine schnelle Programmabarbeitung notwendig ist. Dies trägt dann wesentlich zur Reduzierung der Stromaufnahme bei. Im seriellen EEPROM IC2 kann der Controller Daten nichtflüchtig ablegen. Da die Datenleitung SDA sowohl in Schreib- als auch in Leserichtung verwendet wird, sind der Datenausgang Port 3.0 und der Dateneingang Port 3.1 über D2 entkoppelt. R4 dient als Pull-Up-Widerstand. Für eine hinreichende Helligkeit der LED D1 sind nur wenige Milliampere notwendig. Diesen Strom kann der Controller direkt über seine Ports treiben. R2 und R3 dienen hierbei als Vorwiderstände.

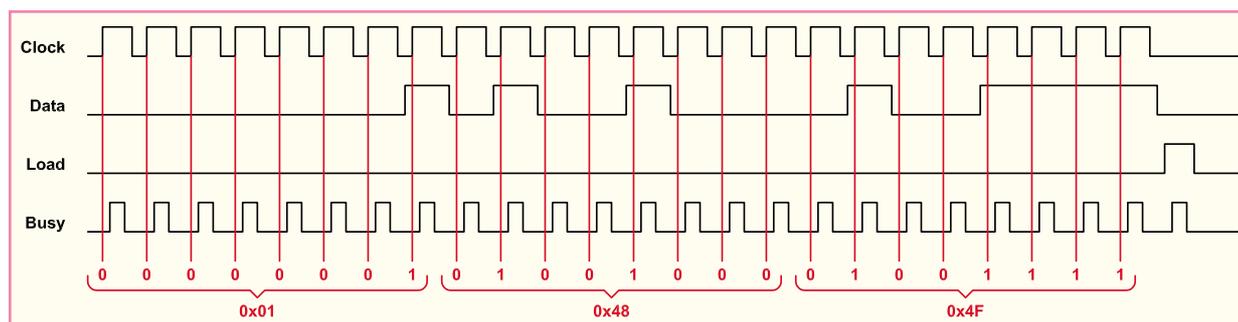


Bild 1: Ein Übertragungsbeispiel für eine Befehlssequenz (siehe Text)

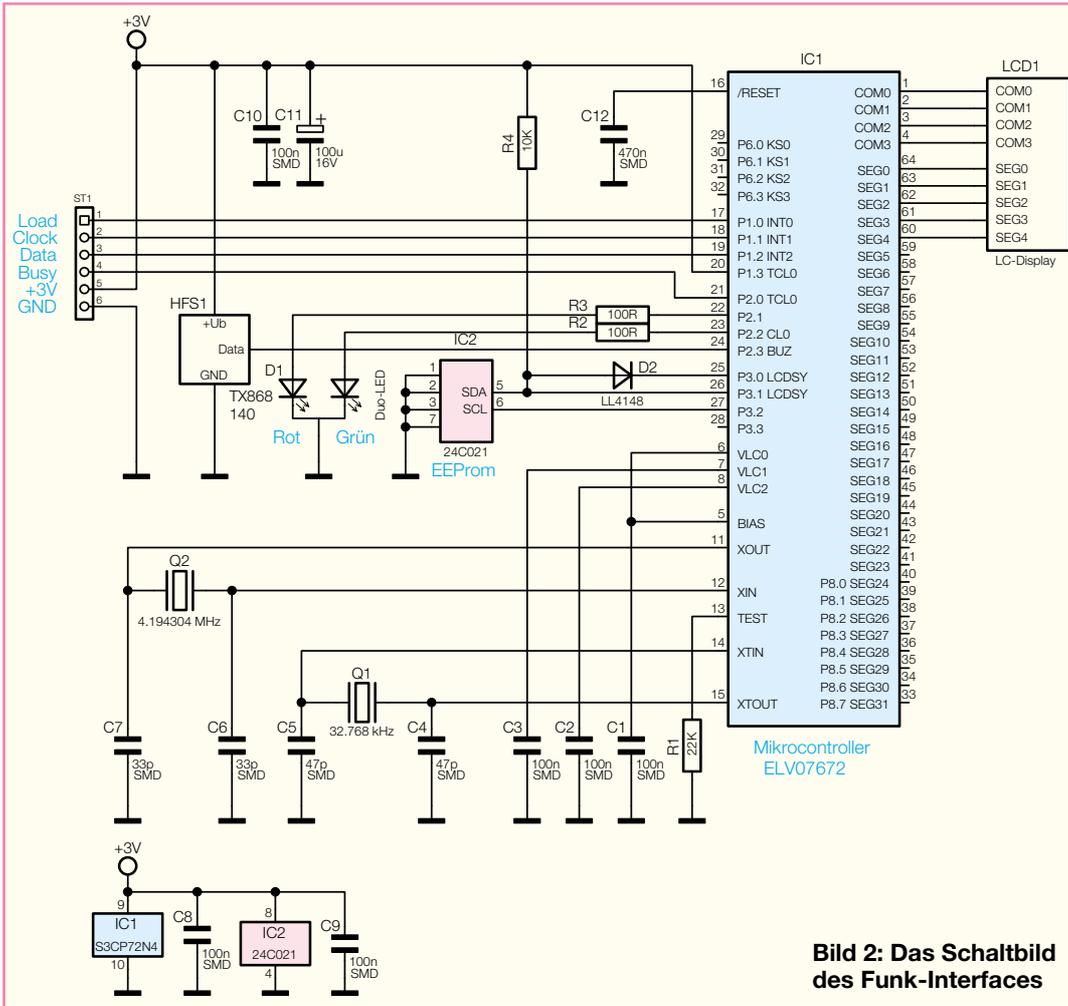


Bild 2: Das Schaltbild des Funk-Interfaces

definiertes Anlaufen des Controllers nach dem Anlegen der Versorgungsspannung. Die Kondensatoren C 8 bis C 11 stabilisieren und sieben die Versorgungsspannung.

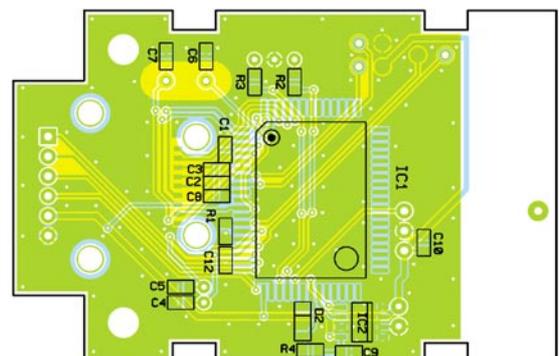
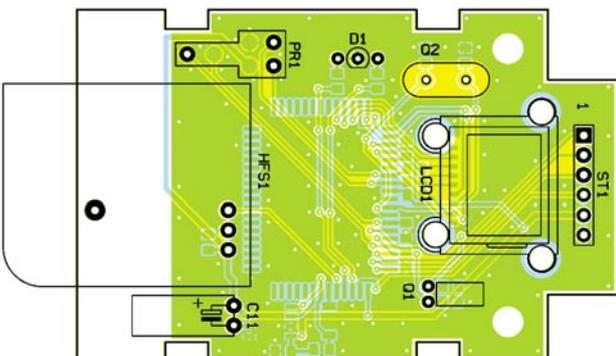
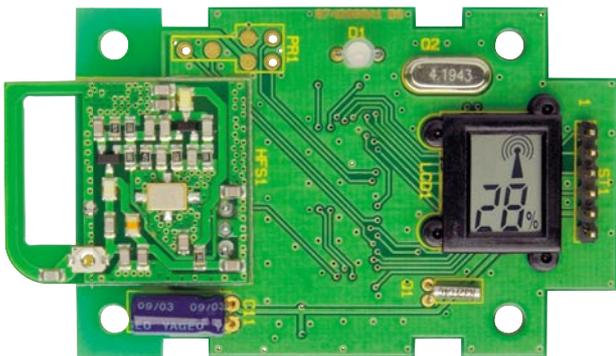
Nachbau

Sämtliche SMD-Komponenten sind bereits vorbestückt. Hier ist lediglich eine Kontrolle auf mögliche Lötfehler notwendig. Somit sind nur noch wenige bedrahtete Komponenten und das Display LCD 1 von Hand zu bestücken. Bild 3 verdeutlicht die Montage des Displays. Vom Display wird zunächst die Schutzfolie entfernt und dieses dann so in den Sichtrahmen eingelegt, dass der Anguss des Displays in die dafür vorgesehene Aussparung einfasst. Anschließend wird der LCD-Rahmen aufgelegt und das Leitgummi eingesetzt. Diese Einheit ist dann auf die entsprechenden Löcher der Leiterplatte zu positionieren und mit 4 Schrauben zu fixieren. Das Sendemodul und der Quarz Q 2 werden von der Bestückungsseite so in die Platine

Das Sendemodul HFS1 ist direkt mit der Versorgungsspannung verbunden. Dies ist möglich, da es, solange kein High-Si-

gnal an seinem „Data“-Eingang anliegt, weder sendet noch Strom aufnimmt. C 12 gewährleistet als Reset-Kondensator ein

eingesetzt, dass diese aufliegen und dann von der Unterseite verlötet. Bei Q 1 und C 11 sind zunächst die Anschlüsse um 90° abzuwin-



Ansicht der fertig bestückten Platine des FHT 81 mit zugehörigem Bestückungsplan links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

Stückliste: FHT 8I

Widerstände:

100Ω/SMD/0805	R2, R3
10kΩ/SMD/0805	R4
22kΩ/SMD/0805	R1

Kondensatoren:

33pF/SMD/0805	C6, C7
47pF/SMD/0805	C4, C5
100nF/SMD/0805	C1-C3, C8-C10
470nF/SMD/0805	C12
100µF/16V	C11

Halbleiter:

ELV07672/SMD	IC1
S524-C20D21/SMD	IC2
LL4148	D2
Duo-LED, rot/grün, 3 mm	D1
LC-Display für FHT 8V	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 32,768kHz.....	Q1
Quarz, 4,194304MHz, HC49U4....	Q2
Sendemodul TX868-140, 868MHz.....	HFS1
Stiftleiste, 1 x 6-polig, gerade, print.....	ST1
1 Leitgummi	
1 Sichtrahmen, schwarz	
1 LCD-Rahmen	
4 Kunststoffschrauben, 1,8 x 4 mm	

keln, da diese Bauteile, wie im Bestückungsdruck vorgegeben, liegend zu montieren sind. Beim Elko C 11 ist dabei unbedingt die vorgegebene Polarität zu beachten. Die Stiftleiste ST1 kann man abhängig von der vorgesehenen Anwendung bestücken. Wenn die FHT 8I Leiterplatte z. B. „huckepack“ auf einer anderen Platine montiert werden soll, dann kann die Stiftleiste auch von der Unterseite eingesetzt werden. Die Höhe der Zweifarb-LED D 1 kann man ebenfalls an die Einbausituation anpassen. Zu beachten ist allerdings, dass die abgeflachte Seite, wie im Bestückungsdruck vorgegeben, zur Platinenmitte weisen muss.

Einbau

In den meisten Fällen bietet es sich an,

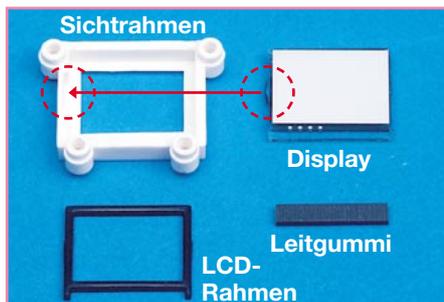


Bild 3: So wird das Display zur Bestückung vormontiert.

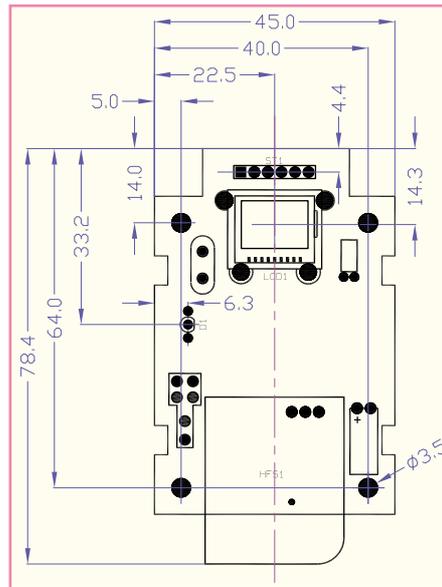


Bild5: Die Lage der Gehäuseausschnitte im Gehäusedeckel

die Leiterplatte des FHT 8I in dem Gehäuse mit unterzubringen, in dem sich auch die übergeordnete Einheit befindet. Die Verbindung kann man dann z. B. mit einem Stück Kabel ausführen oder das FHT 8I, wie bereits beschrieben, „huckepack“ mit Distanzhülsen auf der Basisleiterplatte befestigen.

Abbildung 4 zeigt die Positionen der Befestigungsbohrungen, der mechanisch relevanten Komponenten und die Außenabmessungen. Ist ein Einbau in dem vorhandenen Gehäuse nicht möglich, z.B. weil es sich hierbei um ein Metallgehäuse handelt, so ist auch die Montage in einem abgesetzten Gehäuse möglich.

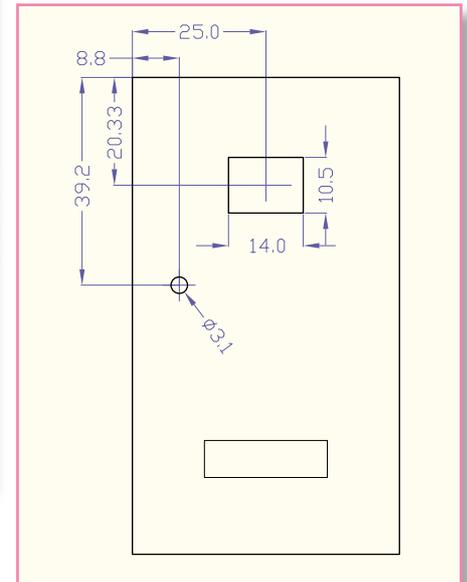
Um Störeinkopplungen zu vermeiden, ist eine geschirmte Verbindungsleitung zu verwenden, die nicht länger als 2 m sein darf. Die Abschirmung ist mit der Schaltungsmasse zu verbinden. Die Konturen der Leiterplatte sind so ausgelegt, dass diese in die Kunststoff-Elementgehäuse G430 (Best.Nr.: 74-304-56) und G401 (Best.Nr.: 74-304-44) passt.

Abbildung 5 zeigt die dann zu schaffenden Öffnungen im Gehäusedeckel.

Die Spannungsversorgung und die Datenleitungen sind auf die bei vielen Mikrocontrollern heute üblichen 3 V ausgelegt, wobei die Spannungsversorgung aus sicherheitstechnischen Gründen so dimensioniert sein muss, dass max. 15 W entnommen werden können.

Wenn das übergeordnete System mit einer anderen Spannung, z. B. 5 V, arbeitet, dann sind zusätzlich entsprechende Komponenten zur Bereitstellung der Versorgungsspannung und zur Anpassung der Pegel auf den Datenleitungen vorzusehen.

Bild 4: Maßskizze der Interface-Baugruppe mit der genauen Lage der Befestigungsbohrungen



Inbetriebnahme

Nachdem die Versorgungsspannung eingeschaltet ist, führt das FHT 8I zunächst einen Segmenttest am Display durch. Danach wird hier die Firmwareversion angezeigt, gefolgt von der Anzahl der Antriebe „nA“. Default-Einstellung ist hier 1, womit die Anzeige dann 1A darstellt. Arbeitet das Modul soweit fehlerfrei, kann die Schnittstelle z. B. mit dem erwähnten Befehl 0x33 getestet werden.

Reglersoftware

Die Ventilposition (Stellgröße) wird grundsätzlich aus dem Vergleich der gewünschten Temperatur (Sollwert) mit der gemessenen Temperatur (Istwert) ermittelt. Es gibt verschiedene Verfahren, mit denen sich aus der Differenz von Soll- und Istwert eine Stellgröße errechnen lässt. Neben dem auch aus der analogen Regelungstechnik bekannten PID-Regler seien hier als Beispiel die sogenannten Fuzzy-Algorithmen genannt. Details hierüber würden den Rahmen dieses Artikels sprengen. Einschlägige Quellen im Internet und Fachbücher bieten eine umfassende Hilfe.

Grundsätzlich sollte jedoch bedacht werden, dass es sich bei einem über Radiatoren beheizten Raum um ein sehr träges System handelt. Es ist somit wenig sinnvoll, die Raumtemperatur im Sekundentakt zu erfassen und den resultierenden Stellwert zu berechnen. Sehr häufiges und heftiges Verfahren des Ventils führt nicht zwangsläufig zu besseren Reglereigenschaften, verursacht aber Stellgeräusche und reduziert die Batterielebensdauer des Antriebs. **ELV**