

ELV journal

Mehr Wissen in Elektronik

Funk-kamera-/WLAN-Detektor

Detektiv für Funk-Kamerasysteme und WLAN-Sender



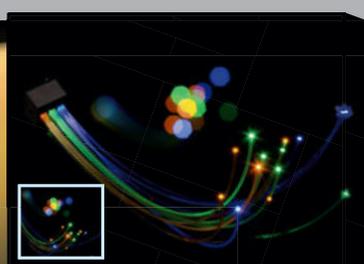
2,45-GHz- Detektor

Beleuchtung



**FS20-
Radarbewegungsmelder**
Verdeckte Montage durch Einsatz
von innovativer Radartechnik
möglich. Kein Temperaturun-
terschied zum Detektieren von
bewegten Objekten notwendig.
S. 28

Haustechnik



LED-Lichtleiterkoppler
Zur Einkopplung von LED-Licht in
einen oder mehrere Lichtleiter.
S. 25

Weitere Highlights aus unseren Technik-Themen:

- > Kontakt-Alarm S. 16
- > Funk-Temperaturstation S. 40
- > FS20-Makrosteuerung S. 46
- > IP-I/O-Interface S. 6
- > HomeMatic-Aufputzdimmer S. 50
- > Wärmebedarfsrelais S. 58



Freunde werben Ehrenvolle Mäpchen

Werben Sie Freunde, Bekannte oder Arbeitskollegen. ELV belohnt Sie dafür mit einer Prämie Ihrer Wahl!

2-GB-USB-Stick „Blue Ice“



- » 8 LEDs für die besondere Optik
- » 5 Jahre Garantie

So einfach geht's:

- » Nutzen Sie die Neukundenbestellkarte im hinteren Teil des Journals und füllen Sie diese am besten gemeinsam mit Ihrem neu gewonnenen ELV-Kunden komplett aus.
- » Kreuzen Sie Ihre Wunsch-Prämie an und ergänzen Sie Ihre Anschrift und Kundennummer.
- » Bitte frankieren Sie die Bestellkarte und senden Sie sie am besten sofort ab.
- » Eine telefonische Bestellung ist ebenfalls möglich: Tel. 0491/6008-88
Halten Sie dazu bitte alle Daten bereit.

Bitte beachten Sie:

Für jeden neu gewonnenen ELV-Kunden, der eine Bestellung mit einem Warenwert von mindestens € 50,- tätigt, erhalten Sie als Stammkunde die Prämie Ihrer Wahl. Neuer Kunde ist, wer bisher nicht bei ELV bestellt hat und nicht in Ihrem Haushalt wohnt. Der Versand der Prämie erfolgt, sobald Ihr geworbener Kunde die Rechnung bezahlt hat. Sollte aufgrund hoher Nachfrage einmal Ihre Wunsch-Prämie vergriffen sein, erhalten Sie stattdessen den Warengutschein über € 20,-.

Bitte ausreichend frankieren. Danke

Antwort

ELV Elektronik AG
Bestellannahme
26787 Leer

Bitte senden Sie die Wunsch-Prämie an meine Adresse:

Bitte kreuzen Sie Ihre Wunsch-Prämie an:

Design-Tisch-Schnelllader Prämie 192	Innenraumthermometer Prämie 194	Holzleuchte-Messgerät Prämie 196	2-GB-USB-Stick Prämie 191	48-W-Kompakt-Lötstation Prämie 193	Mini-Gabelstapler Prämie 195
---	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

€ 20,- Warengutschein von ELV
Prämie 190

Ja, ich habe einen neuen ELV-Kunden gewonnen und wähle meine Wunsch-Prämie (bitte ankreuzen):

Kundennummer

Name

Adresse

PLZ

Ort

Prämienauswahl

Prämie 192
GRATIS!



» Design-Tisch-Schnelllader

Mikroprozessorgesteuerter Schnelllader für NiCd-/NiMH-Micro- und -Mignon-Akkus sowie 1,5-V-RAM-Zellen

Prämie 193
GRATIS!



» 48-W-Lötstation

Mit Ablage und Lötswamm

Prämie 194
GRATIS!



» Innenraumthermometer mit Farbdisplay

Darstellung der Raumtemperatur und -luftfeuchte als Zahlenwert und Farbbalken

Prämie 195
GRATIS!



» Funkgesteuerter Mini-Gabelstapler

Höhe: 20 cm, komplett mit Fernsteuerung, 4 Pylonen, 1 Palette und 1 Container

Prämie 196
GRATIS!

» Holzfeuchte-Messgerät mit LC-Display

Überprüfen Sie Brennholz und Konstruktionsholz!

Messbereich: 8 bis 22 %



ELV-Warengutschein

Prämie 190
GRATIS!



Sie erhalten einen Warengutschein in Höhe von € 20,-, den Sie bei Ihrer nächsten Bestellung aus unserem Sortiment einsetzen können. Eine Barauszahlung ist nicht möglich.

Weitere Prämien finden Sie im Internet unter: www.elv.de

Messtechnik



Aufgespürt – 2,45-GHz-Detektor

Mobiles und besonders einfach bedienbares Suchgerät für das Aufspüren von Sendern im 2,4-GHz-ISM-Band Seite 70



50

HomeMatic 2-Kanal-Aufputzdimmer 2 x 500 VA

Vielseitig über Standardprofile konfigurierbarer Leistungsdimmer für das HomeMatic-System



46

FS20-Makrosteuerung

Speichert bis zu 50 am PC programmierbare Makros und arbeitet diese autark ab. Mit Zeitsteuerung, FS20-Sendersteuerung und 6 Kontakteingängen

24



Großer Leserwettbewerb

Die Erweiterung der Funktionalität einer Zimmerbeleuchtung, ohne dafür neue Leitungen legen oder Schlitze in Wände und Decken stemmen zu müssen

28

FS20-Radarbewegungsmelder

2-Kanal-Bewegungsmelder – kann bewegte Objekte auch ohne Temperaturunterschiede und verdeckt detektieren

25

LED-Lichtleiterkoppler

Optomechanische Einheit zum Einkoppeln von LED-Licht, auch in unterschiedlichen Farben, in bis zu 15 Lichtleiter. Perfekt für Sternenhimmel und Modelle!

16

Vergisst nichts – Kontakt-Alarm

Warnt, wenn ein aktivierter Alarmkontakt innerhalb einer bestimmten Zeit nicht zurückgeschaltet wird

Haustechnik

Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis, Teil 8	20
Leserwettbewerb – Ihre Haustechnik-Anwendungen	24
FS20-Radarbewegungsmelder	28
FS20-Makrosteuerung	46
HomeMatic 2-Kanal-Aufputzdimmer	50
Wärmebedarfsrelais FHT 8W	58
Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS	76

PC-Technik

IP-I/O-Interface	6
------------------	---

Sicherheitstechnik

Kontakt-Alarm	16
---------------	----

Messtechnik

2,45-GHz-Detektor	70
-------------------	----

6



IP-I/O-Interface

Weltweit per Web-Browser steuer- und konfigurierbares I/O-Gerät mit je 8 universellen Ein- und Ausgängen. Mit Software-Schnittstelle für die Integration in eigene Softwareprojekte

20

Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis

Einführung in die Makroprogrammierung der Haussteuer- software „homeputer Studio“

40



Funk-Temperaturstation WS 50

Die Basisstation zum Funk-Pool-Sensor PS 50 kann zusätzlich noch bis zu 9 weitere Funk-Temperatur-/Luftfeuchtesensoren empfangen. Mit Temperaturalarm beim Verlassen programmierbarer Grenzen

80

Einführung in die digitale Signalverarbeitung

Der Teil 6 wendet sich den Auswirkungen des Zero Padding zu

58

Wärmebedarfsrelais FHT 8W

Macht die Heizungsanlage noch effizienter – registriert den tatsächlichen Wärmebedarf über FHT-Raumregler und steuert die Heizung nach tatsächlichem Bedarf

63

FS20-Funk-Zwischendeckendimmer

Leistungsfähiger Funk-Dimmer für das FS20-System mit 3 Timern und montagefreundlichem Gehäuse

12

Fahrer-Assistenzsystem Spurwarner

Elektronische Spur-Verlassens-Warner helfen, Unfälle zu verhindern. Ein leicht nachrüstbares System wird vorgestellt

76

Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS

Heizenergie und Strom sparen – die FS20 ZPS steuert den Warmwasserkreislauf genau nach individuellem Bedarf

36

**Electrowetting –
altes Prinzip in neuen Anwendungen**

Die Displaytechnologie, die auf die Veränderung der Licht- durchlässigkeit über einen steuerbaren Kapillareffekt setzt

Beleuchtung

LED-Lichtleiterkoppler **25**

FS20-Funk-Zwischendeckendimmer **63**

Umwelttechnik

 Funk-Temperaturstation WS 50 **40**

Kfz-Technik

Fahrer-Assistenzsystem Spurwarner **12**

So funktioniert's

Electrowetting – altes Prinzip in neuen Anwendungen **36**

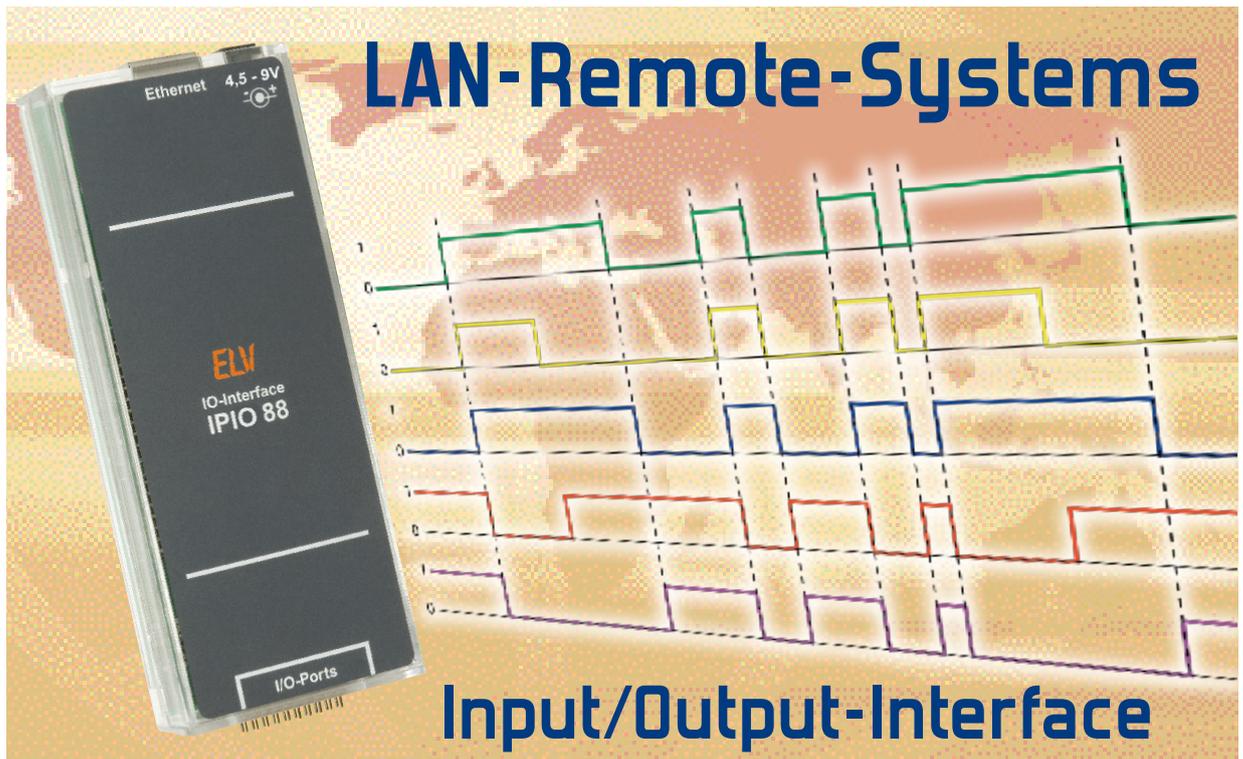
Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 6 **80**

Rubriken

Die Neuen **85**

Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum **113**

Vorschau auf die nächste Ausgabe **114**



Der IPIO 88 ist eine weitere Komponente unseres neuen LAN-Remote-Systems, mit dem der einfache Aufbau eines LAN-gestützten Hausautomationssystems realisiert werden kann. Das über das Netzwerk ansprechbare Interface verfügt über je 8 digitale Ein- und Ausgänge, die unabhängig voneinander via Netzwerk überwacht und geschaltet werden. Das Interface wird einfach als LAN-Gerät an ein Netzwerk angeschlossen, an die Netzwerkparameter angepasst und passwortgeschützt über einen üblichen Internet-Browser angesprochen.

Netzwerk-Nutzer

Dank DSL und moderner Routertechnik ziehen Computernetzwerke auch in immer mehr Privathaushalte ein. Oftmals verrichtet hier sogar ein Server Tag und Nacht seinen Dienst. Warum sollte man die einmal aufgebaute Netzwerkstruktur nicht auch für die Hausautomatisierung nutzen?

Als weitere Komponente unserer neuen netzwerkfähigen Geräteserie stellen wir das Input/Output-Interface IPIO 88 vor. Über jeweils 8 digitale Ein- und Ausgänge sind umfangreiche Automatisierungsaufgaben realisierbar.

Alle Ein- und Ausgänge können unabhängig voneinander überwacht oder geschaltet werden. Zudem kann man den Eingängen Ausgänge fest zuordnen, die dann automatisch bei

einer Änderung am jeweiligen Eingang geschaltet werden. Die Bedienung und Konfiguration ist über eine eigene Webseite möglich, die der integrierte Webserver bereitstellt. Durch Eingabe der IP-Adresse oder des Host-Namens in einen Webbrowser gelangt man auf die passwortgeschützte Webseite und kann sämtliche Einstellungen vornehmen. Ein Telnet-Server sorgt für einen einfachen Zugriff per Kommandozeile, so kann das IPIO 88 auch in eine eigene Software eingebunden werden.

Netzwerkgrundlagen

Der prinzipielle Aufbau eines Netzwerks inklusive Internetanbindung ist in Abbildung 1 dargestellt. Jedes Gerät verfügt über eine einmalige IP-Adresse, die für die Kommunikation notwendig ist. Um eine Verbindung aufzubauen, muss die gewünschte Adresse angesprochen werden. Der Router verbindet das lokale Netzwerk (LAN/WLAN) mit dem Internet, er dient als Gateway.

Innerhalb des lokalen Netzes müssen alle Geräte zum selben Subnetz gehören, um miteinander kommunizieren zu können. Ein Subnetz wird durch die Netzmaske definiert, sie unterteilt die IP-Adresse in Netzadresse und Geräteadresse. Ist die IP-Adresse z. B. 192.168.1.100 und die Netzmaske 255.255.255.0, so gehören alle IP-Adressen der Form 192.168.1.xxx zu einem

Technische Daten: IPIO 88

Schnittstelle:	Ethernet; HTML, Telnet
Spannungsversorgung:	4,5–9 Vdc
Anzahl Eingänge:	8 (3,3–15 Vdc)
Anzahl Ausgänge:	8 (12 mA pro Ausgang bzw. Open-Collector-Ausgang)
Stromaufnahme (Ein- und Ausgänge unbeschaltet):	max. 160 mA
Abmessungen (B x H x T):	58 x 143 x 24 mm

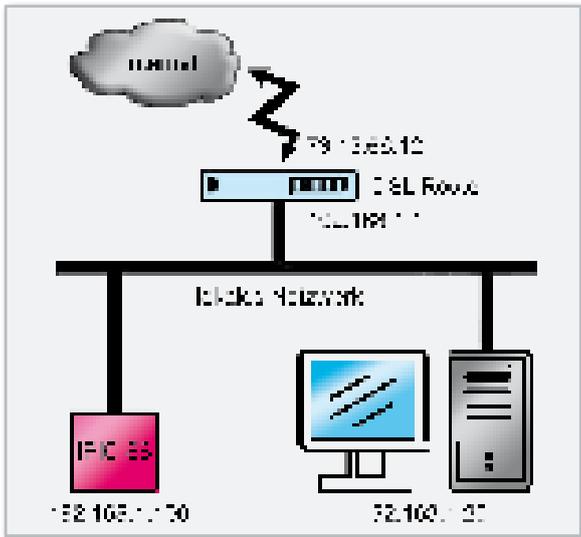


Bild 1: Prinzipaufbau eines lokalen Netzwerks mit Anbindung an das Internet. Gleichzeitig ist hier die Adresszuweisung bei der Portweiterleitung (siehe Text) dargestellt.

Subnetz. Es existieren damit 256 Geräteadressen, von denen allerdings zwei nicht zur Verfügung stehen (192.168.1.0 und 192.168.1.255).

Installation und Bedienung

Das IPIO-Interface wird mit dem Netzwerk verbunden und die Spannungsversorgung hergestellt. Verfügt das Netzwerk über einen DHCP-Server, so bezieht der IPIO 88 seine IP-Adresse automatisch. Neuere Routermodelle sind in der Regel mit einem DHCP-Server ausgestattet, bei älteren Geräten ist dies nicht immer der Fall. Ein Blick in die Bedienungsanleitung bringt hier Klarheit. Falls DHCP nicht verfügbar ist oder nicht gewünscht wird, sind werkseitig folgende Einstellungen programmiert:

- IP-Adresse: 192.168.1.100
- Netzmaske: 255.255.0.0
- Gateway: 192.168.1.1

Sollte vor Ort ein anderes Subnetz (z. B. 192.168.178.x) verwendet werden, muss die Netzmaske des Routers auf 255.255.0.0 geändert werden, damit das IPIO-Interface erreichbar ist.

Die Bedienung erfolgt, wie bereits beschrieben, über eine Webseite (Abbildung 2), die durch Eingabe der IP-Adresse des Gerätes bzw. dessen Host-Namen (z. B. <http://192.168.1.100> bzw. <http://ipio88>) in einem Webbrowser aufgerufen wird. Da bei Verwendung des DHCP-Servers die vergebene IP-Adresse für das Interface nicht bekannt ist, sollte man die Webseite über den Host-Namen aufrufen. Im Bereich „Netzwerkeinstellungen“ (Abbildung 3) ist dann die aktuelle IP-Adresse abzulesen. Die Webseite ist übersichtlich gestaltet und stellt alle nötigen Informationen und Konfigurationsmöglichkeiten zur Verfügung. Auf der Hauptseite (Abbildung 2) wird der aktuelle Zustand der Eingänge dargestellt, zudem kann hier das Setzen der Ausgänge erfolgen. Unter „Netzwerkeinstellungen“ kann man die Netzwerkparameter manuell ändern, wenn die

DHCP-Unterstützung ausgeschaltet wurde. Bei aktiver DHCP-Unterstützung sind die Parameter nur ablesbar. Unter dem Link „Ein- und Ausgänge“ (Abbildung 4) kann eine interne Zuordnung zwischen Ein- und Ausgängen erfolgen. Dabei können jedem Eingang beliebig viele Ausgänge zugeordnet werden und jeder Ausgang kann mehreren Eingängen zugeordnet sein. Das Verhalten der Ausgänge kann man über das Eingabefeld „Pulsdauer“ und das Auswahlfeld „Logik/Pegel“ beeinflussen.



Bild 2: Die Startseite des IP-I/O-Interfaces



Bild 3: Über die Seite „Netzwerkeinstellungen“ sind alle Einstellungen für die Adressierung vornehmbar.



Bild 4: Hier kann die Verknüpfung von Ein- und Ausgängen erfolgen.

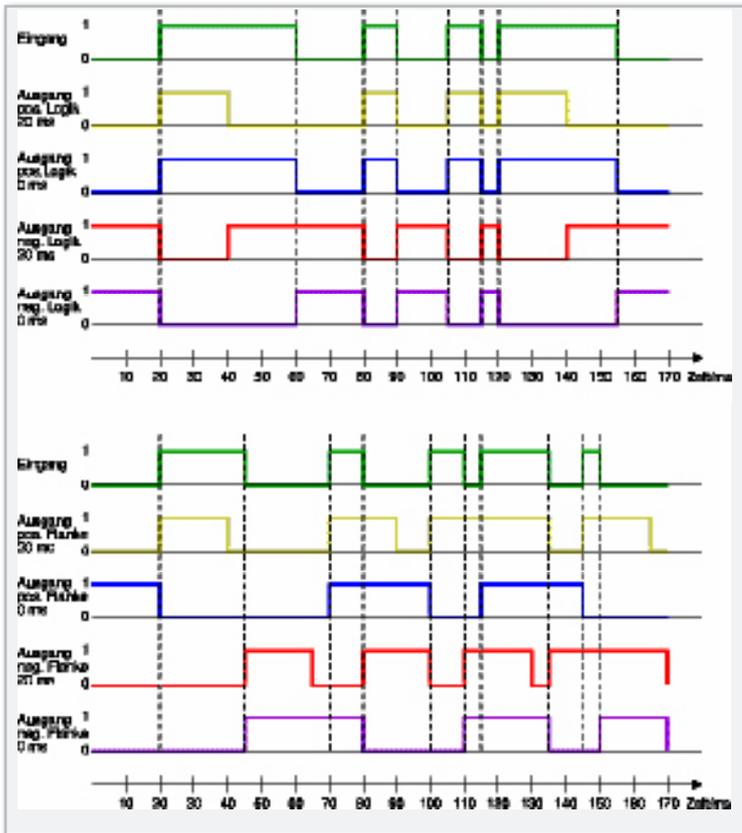


Bild 5: Das zeitliche Verhalten der Ausgänge bei Änderungen am zugeordneten Eingang bei unterschiedlichen Einstellungen

Das Eingabefeld „Pulsdauer“ bestimmt, wie lange der Ausgang nach der Eingangsänderung geschaltet wird. Nach Ablauf der Zeit nimmt der Ausgang wieder seinen vorherigen Zustand an. Eine Pulsdauer von 0 ms deaktiviert diese Funktion und der Ausgang verharrt in dem geänderten Zustand. Abbildung 5 zeigt das zeitliche Verhalten der Ausgänge bei einer Änderung des zugeordneten Eingangs bei unterschiedlichen Einstellungen.

Um einen unberechtigten Zugriff auf das I/O-Interface zu verhindern, verfügt die Webseite über einen Passwortschutz. Über den Link „Benutzer/Passwort“ gelangt man auf eine neue Webseite (Abbildung 6), dort können der Benutzername und das Passwort geändert sowie der Passwortschutz ein- oder ausgeschaltet werden. Bei aktiviertem Passwortschutz wird nach der Eingabe der IP-Adresse oder des Host-Namens zuerst das Passwort abgefragt, bevor die Webseite erscheint. Im Auslieferungszustand ist der Passwortschutz deaktiviert.

Das Interface verfügt zusätzlich noch über einen Telnet-Server, wodurch es per Kommandozeile bedienbar ist. Der Tel-



Bild 6: Die Webseite für das Einrichten und Ändern eines Passwortschutzes für das I/O-Interface

net-Server hat einen eigenen Passwortschutz, der unabhängig vom Passwortschutz des Webservers ist. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der unterstützten Befehle. Die Kurzbefehle sind besonders komfortabel, wenn man das IPIO 88 automatisch schalten möchte und dazu eine eigene Anwendung schreibt. Der Vorteil der Kurzbefehle liegt unter anderem darin, dass alle Ausgänge und auch die Zuordnung der Ein- und Ausgänge gleichzeitig geändert werden können.

Die Kurzbefehle 'O' und 'F' erwarten als Parameter jeweils ein Byte, das bedeutet, dass jedes Bit des Parameters einem Ein- bzw. Ausgang entspricht. Dem Befehl 'W' muss nur die Nummer des gewünschten Eingangs übergeben werden. Die Befehle 'E' und 'A' geben jeweils ein Byte zurück, die Bits entsprechen wieder den einzelnen Ein- bzw. Ausgängen.

Beispiele:

'O' 0x0F → Die Ausgänge 1, 2, 3 und 4 werden gesetzt.

'W' 0x04 → Antwort: 0x71

Die Ausgänge 1, 5, 6, 7 sind Eingang 4 zugeordnet.

'E' → Antwort: 0x31

Die Eingänge 1, 5 und 6 sind „high“.

Über den Taster wird ein Reset des Interfaces sowie das Zurücksetzen aller Einstellungen auf den Auslieferungszustand ausgelöst. Der einfache Reset startet nur den Controller neu, alle Einstellungen bleiben erhalten. Hierfür muss der Taster 5 Sekunden gedrückt und dann losgelassen werden. Drückt man den Taster hingegen länger als 20 Sekunden, werden die Werkseinstellungen geladen und alle Benutzereinstellungen überschrieben.

Besonders interessant ist der Einsatz von netzwerkfähigen Geräten, wenn man über das Internet von jedem Ort der Welt Zugriff darauf hat. Dafür sind allerdings einige Einstellungen im Netzwerk vorzunehmen. Der eingesetzte DSL-Router oder das DSL-Modem bekommt vom DSL-Provider eine eindeutige Internet-IP-Adresse zugewiesen. Da diese Adressvergabe in der Regel dynamisch erfolgt, ist der Router nach jeder Einwahl unter einer anderen Adresse erreichbar. Abhilfe schafft hier z. B. der Service von DynDNS [1], indem er dynamische Adressen (z. B. 73.15.66.12 oder 82.56.180.133) auf statische Adressen (z. B. dynipio88.com) umsetzt.

Unter dieser statischen Adresse ist das lokale Netzwerk jetzt im Internet erreichbar, jedoch ist es nicht möglich, direkt auf die IP-Adressen innerhalb des Netzwerks zuzugreifen. Um die Webseite des IPIO 88 dennoch aufzurufen, muss im Router eine Portweiterleitung aktiviert werden. Wie dabei vorzugehen ist, ist in der Regel in der Bedienungsanleitung des Routers beschrieben. Anhand Abbildung 1 betrachten wir das Vorgehen. Der Router muss so konfiguriert werden, dass alle ankommenden Internet-Anfragen an 73.15.66.12 (dyn-ips.com), Port xyz (beliebig wählbar) an die lokale IP-Adresse 192.168.1.100, Port 80 weitergeleitet werden. Der Aufruf der Webseite von einem beliebigen Browser außerhalb des lokalen Netzwerks erfolgt dann durch „http://www.dynipio88.com:xyz“ oder „http://73.15.66.12:xyz“.

Schaltung

Die Schaltung des IPIO 88 (Abbildung 7) besteht aus den Hauptkomponenten IC 2 (Mikrocontroller) und IC 1 (Ether-

Tabelle 1: Die Befehlsübersicht der Telnet-Befehle

Befehl	Rückgabe	Bedeutung
on [Ausgang]	Ax high	Ausgang x auf High-Pegel legen
off [Ausgang]	Ax low	Ausgang x auf Low-Pegel legen
set [Eingang Ausgang]	Zuordnung gespeichert: En -> Ax	Ausgang x dem Eingang n zuordnen
clear [Eingang Ausgang]	Zuordnung gelöscht: En -> Ax	Zuordnung löschen
show	alle Zuordnungen als Matrix	zeigt alle Zuordnungen an
passwd [Passwort]	neues Passwort: „Passwort“	Passwort für den Telnet-Server ändern
pass	aktuelles Passwort: „Passwort“	aktuelles Passwort anzeigen
help, ?	Befehlsübersicht	Hilfe anzeigen
exit	Disconnect...	Verbindung trennen
Kurzbefehl	Rückgabe	Bedeutung
'O';Ausgänge	1;Ausgänge/0 bei Fehler	angegebene Ausgänge auf High-Pegel legen
'F';Ausgänge	1;Ausgänge/0 bei Fehler	angegebene Ausgänge auf Low-Pegel legen
'E'	Eingänge	Status der Eingänge
'A'	Ausgänge	Status der Ausgänge
'W';Eingang	zugeordnete Ausgänge	zeigt alle Zuordnungen des Eingangs an
'X'	'x'	Verbindung trennen

net-Transceiver). Die Ethernet-Schnittstelle wird dabei durch die Kombination von IC 1 vom Typ DM9161 und IC 2 nachgebildet. IC 1 übernimmt die physikalische Ebene der Ethernet-Schnittstelle, alle weiteren Ebenen werden im Mikrocontroller realisiert. In Abbildung 8 ist ein vereinfachtes Blockschaltbild des DM9161 zu sehen. Es wird sowohl der 100Base-TX als auch der 10Base-T-Standard unterstützt. Die Kommunikation zwischen Controller und DM9161 erfolgt über das MII-Interface (Media Independent Interface), das unter IEEE 802.3u (Clause 22) spezifiziert ist.

Die Schaltung wird über Buchse BU 1 mit 4,5 V bis 9 V Gleichspannung versorgt. Der Spannungsregler stabilisiert diese Spannung auf 3,3 V.

Die 8 Ein- und 8 Ausgänge liegen auf einer zweireihigen Stiftleiste BU 3 und sind somit einfach zu beschalten. Alle Eingänge sind identisch aufgebaut und werden beispielhaft an IN 1 dargestellt. Das Eingangssignal gelangt über den Spannungsteiler R 1, R 2 auf die Basis von T 1. Liegt nun am Eingang IN 1 eine Spannung zwischen 3,3 V und 15 V an, schaltet T 1 durch und der Mikrocontroller IC 2 erkennt einen Low-Pegel. Für den umgekehrten Fall, d. h. am Eingang liegt 0 V an, sperrt T 1 und IC 2 erkennt einen High-Pegel. Im Controller

wird die Negation des Eingangssignals per Software wieder ausgeglichen. An den Ausgängen kommt ein Leitungstreiber (IC 4) vom Typ 74AC240 zum Einsatz. Dadurch kann an jedem Ausgang etwa 12 mA bei einem High- wie auch bei einem Low-Pegel zur Verfügung gestellt werden. Parallel dazu wird vom Controller ein Transistor angesteuert, der einen Open-Collector-Ausgang realisiert.

Kommen wir zur Funktionsweise der Ausgänge, beispielhaft beschrieben an A 1. Legt der Controller den Pin 24 auf High-Pegel, wird T 9 durchgeschaltet und legt den entsprechenden Ausgangspin an Buchse BU 3 auf GND. Da IC 4 ebenfalls invertierend arbeitet, wird der Ausgang 1Y0 ebenfalls auf GND gelegt. Führt Pin 24 des Controllers einen Low-Pegel, sperrt T 9 und der Ausgang 1Y0 führt einen High-Pegel.

Nachbau

Da alle SMD-Komponenten bereits werkseitig bestückt worden sind, beschränkt sich der Nachbau auf das Bestücken der bedrahteten Bauteile und den Einbau ins Gehäuse. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos. Die Anschlüsse der bedrahteten Bauelemente werden durch die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und von der Rückseite verlötet. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren C 18, C 20, C 28, C 36, C 46 und C 49 ist auf die richtige Polarität zu achten, sie sind üblicherweise am Minuspol durch eine Gehäusemarkierung gekennzeichnet.

Nun fehlen nur noch die Buchsen BU 1 bis BU 3 sowie der Taster TA 1. Die Stiftleisten STi 1, STi 2 und STi 3 werden nicht bestückt, da sie nur während der Entwicklungsphase benötigt wurden. Es ist darauf zu achten, dass die Bauteile direkt auf der Leiterplatte aufliegen, so dass die mechanische Beanspruchung der Lötstellen so gering wie möglich ist. Die verlöteten Anschlüsse der bestückten Bauteile sollten auf der

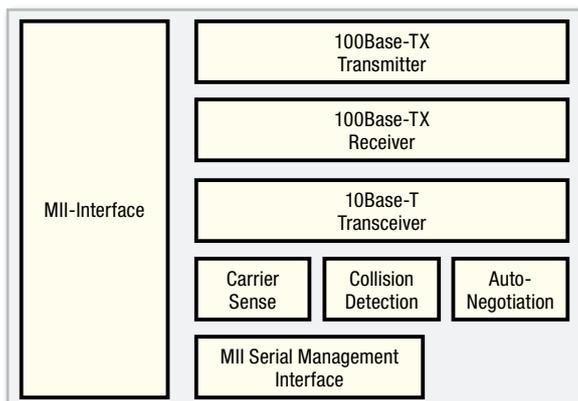


Bild 8: Der Aufbau des DM9161

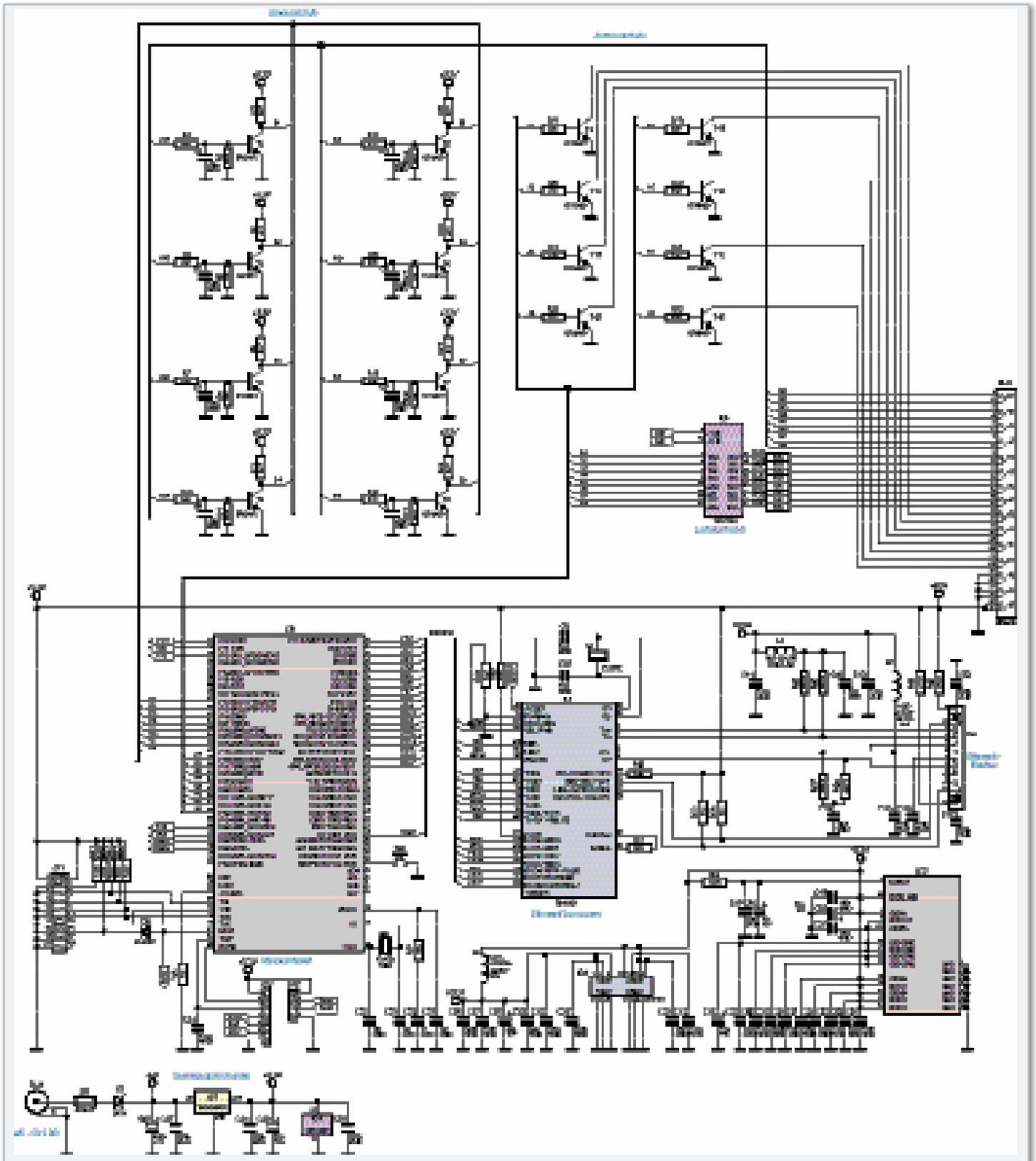


Bild 7: Die Schaltung des IPIO-Interfaces

Lötseite der Platine nicht zu weit herausragen (unmittelbar über der Lötstelle mit einem Seitenschneider abschneiden), da es sonst zu Problemen beim Zusammenschieben der Gehäusehälften kommen kann. Anschließend wird die Tastkappe auf den Taster TA 1 aufgesetzt. Damit ist die Bestückung abgeschlossen und die Platine sollte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken untersucht werden. Als letzter Schritt ist das IPIO-Interface in das Gehäuseober-

teil einzusetzen und das Gehäuseunterteil aufzuschieben.

Inbetriebnahme

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung sollte die Stromaufnahme nicht größer sein, als in den technischen Daten angegeben. Ist dies nicht der Fall, muss die gesamte

Stückliste: IPIO 88

Widerstände:

10 Ω /SMD/0805	R33–R40
49,9 Ω /1 %/SMD/0805	R55–R58
100 Ω /SMD/0805	R54
270 Ω /SMD/0805	R59, R60
1,5 k Ω /SMD/0805	R47
4,7 k Ω /SMD/0805	R3, R6, R9, R12, R15, R18, R21, R24
6,8 k Ω /SMD/0805	R51
10 k Ω /SMD/0805	R25–R32, R46, R48–R50, R52, R53
15 k Ω /SMD/0805	R2, R5, R8, R11, R14, R17, R20, R23
47 k Ω /SMD/0805	R1, R4, R7, R10, R13, R16, R19, R22
100 k Ω /SMD/0805	R41–R45

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C22, C23
15 pF/SMD/0805	C9, C10
100 pF/SMD/0805	C51
820 pF/SMD/0805	C26
1 nF/SMD/0805	C24
3,3 nF/SMD/0805	C29
10 nF/SMD/0805	C25
100 nF/SMD/0805	C1–C8, C11–C17, C19, C21, C27, C30, C32–C34, C37–C45, C47, C48, C50, C52, C 53
10 μ F/16 V	C18, C20, C36, C49

22 μ F/50 V/105 $^{\circ}$ C	C28
220 μ F/25 V	C46

Halbleiter:

DM9161E/SMD	IC1
ELV07698/SMD	IC2
TLE4274DV33/SMD	IC3
74AC240/SMD	IC4
BC848C	T1–T16
SK14/SMD	D1
LL4148	D2

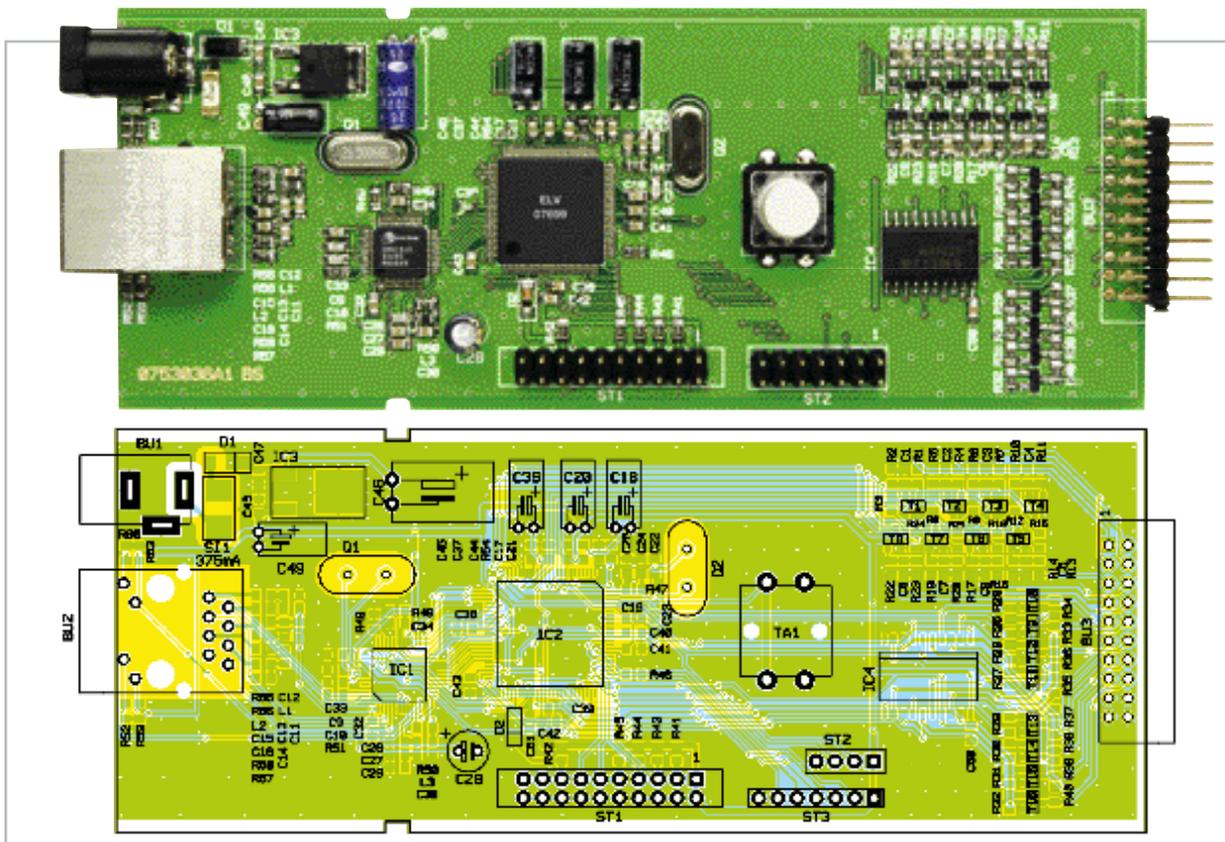
Sonstiges:

Quarz, 25 MHz, HC49U	Q1
Quarz, 18,432 MHz, HC49U	Q2
Chip-Ferrit, 0805, 2,2 k Ω bei 100 MHz	L1–L3
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Modulare Einbaubuchse J00-0045, 8-polig, abgeschirmt	BU2
Stiftleiste, 2 x 15-polig, winkelprint	BU3
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1
Tastknopf, 18 mm	TA1
Sicherung, 500 mA, träge, SMD	SI1
Stiftleiste, 1 x 4-polig, gerade, print	ST2
1 Aufkleber mit MAC-Adresse, Matrix-Code	
1 Profil-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Schaltung nochmals auf Bestückungsfehler oder Kurzschlüsse geprüft werden. Mit einem handelsüblichen Netzwerkkabel wird nun die Verbindung mit dem Netzwerk hergestellt und das Interface meldet sich im Netzwerk an. Im Browser kann nun die IP-Adresse bzw. der Hostname (<http://192.168.1.100>

bzw. <http://ipio88>) eingegeben werden, und die Webseite erscheint. Nun kann man das Interface konfigurieren wie im Abschnitt „Bedienung“ beschrieben. **ELV**

Internet: [1] www.dyndns.com



Ansicht der fertig bestückten Platine des IPIO 88 mit zugehörigem Bestückungsplan



Bildquellen: Alan-Albrecht, BMW, MAN

In der Spur bleiben - Fahrer-Assistenzsystem Spurwarner

Ermüdung, Unaufmerksamkeit, Ablenkung und Sekundenschlaf führen wegen des Abweichens von der Spur immer wieder zu schwersten Unfällen mit dramatischen Folgen.

Moderne Fahrer-Assistenzsysteme können dabei helfen, solche Unfälle zu vermeiden. Wir zeigen den Stand der Technik bei den Automobilherstellern und stellen ein selbst nachrüstbares Spur-Assistenzsystem vor.

Immer wach

Nicht immer, und schon gar nicht im Lkw, hat man einen stets wachen und aufmerksamen Beifahrer, der Fahrfehler rechtzei-

tig moniert und den möglicherweise unaufmerksamen, abgelenkten oder müden Fahrer auf sich anbahnende Unfallsituationen aufmerksam macht. Eine typische Situation ist das Verlassen der Fahrbahn bzw. Fahrspur. Die daraus resultierenden

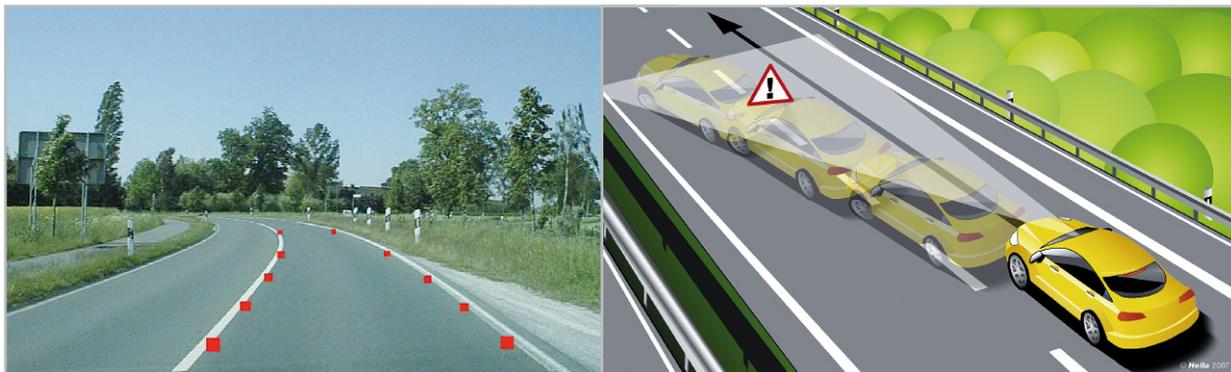


Bild 1: Kamerasysteme erfassen den Verlauf der Fahrbahnmarkierungen und warnen bei Verlassen der Fahrspur. (Bild: Hella KG)

Unfallfolgen sind oft verheerend – sowohl wirtschaftlich als auch gesundheitlich.

Laut einer ADAC-Studie wurden 2005 immerhin 15 Prozent aller Unfälle durch ein derartiges Verlassen der Fahrbahn infolge Unaufmerksamkeit verursacht. Hand aufs Herz – die Situation, dass sich der Fahrbahnrand bedrohlich nähert, weil man für einen Moment unaufmerksam war, hat sicher jeder schon erlebt. Besonders nachts oder bei eintöniger Autobahnfahrt passieren hier Unfälle, aber auch bei Routinefahrten, etwa dem täglichen Weg zur Arbeit.

Neben anderen Assistenzsystemen hat hier die Industrie seit einiger Zeit Lösungen parat, den Fahrer rechtzeitig zu warnen, ihn aufmerksam zu machen und gegebenenfalls sogar Lenkkorrekturen bis zu einem gewissen Maß vorzunehmen.

Meist basieren solche Lösungen auf Kamerasystemen, die die Fahrbahnmarkierungen erfassen (Abbildung 1). Deutliche Fahrstreifenmarkierungen sind also Voraussetzung für das Funktionieren!

Ein Computersystem wertet die vorausschauend aufgenommenen Bilder aus und leitet bei der sich anbahnenden Gefahr des Verlassens der Spur entsprechende Maßnahmen ein. Die gestalten sich unterschiedlich. BMW etwa macht durch ein vibrierendes Lenkrad darauf aufmerksam, das sich anfühlt, als würde man eine der Rüttelmarkierungen überfahren, wie man sie in Straßen-Baustellen findet. Bei anderen Herstellern vibriert der Fahrersitz, machen Displaymeldungen aufmerksam oder es erfolgt, wie bei Lexus, sogar ein sanfter Eingriff in die Lenkung, um das Fahrzeug wieder in die Spur zurückzubringen.

Derartige Systeme sind bereits sowohl für Lkw und Busse (Abbildung 2) als auch für Pkw (Abbildung 3) verfügbar.

Technik-Avantgardist Citroën griff, wie immer abweichend von der Masse, zu einem anderen System (Abbildung 4). Beim neuen C5 tasten 6 Infrarot-Sensoren die Fahrbahn ab und er-



Bild 3: Werkssysteme in Pkw sind völlig unauffällig in einer Einheit von Rückspiegel, Blendsensor und Regensensor untergebracht. Das System kann bei Bedarf abgeschaltet werden. (Bild: Volvo)



Bild 2: Die Kamera hinter der Frontscheibe tastet ständig die Fahrbahnmarkierungen ab. Die Auswertung erfolgt durch intelligente Bilderkennung (Pixelauswertung). (Bild: MAN)

fassen so die Spurmarkierungen. Im Falle des Falles erinnert ein Vibrieren in der entsprechenden Sitzflanke den Fahrer daran, sich wieder „in die Spur“ zu begeben.

Für diese Technik hat sich der etwas sperrige, aber eben eindeutige Begriff „Spur-Verlassens-Warner“ eingebürgert, nicht zu verwechseln mit dem Spurassistenten, der vor dem Spurwechsel warnt, wenn sich in der anderen Spur ein anderes Fahrzeug befindet. Wie immer ist die englische Bezeichnung

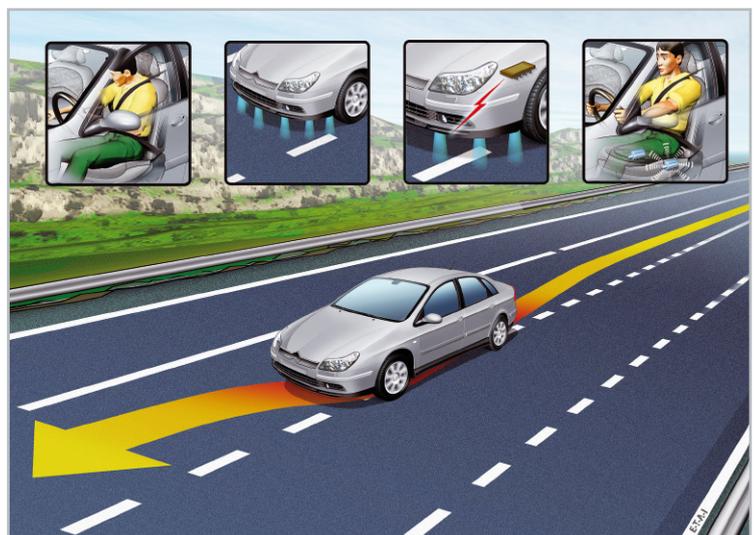


Bild 4: Beim Citroën C5 tasten Infrarot-Sensoren die Fahrbahn ab, die Warnung erfolgt durch vibrierende Sitzflanken. (Bild: Citroën)

dafür prägnanter: LDW (Lane Departure Warning) oder LGS (Lane Guard System) sind hier die gängigen Kürzel der Aufpreislisten.

Und in eben denen findet man heute bei vielen Pkw- und Lkw-/Bus-Herstellern diese Sonderausstattung, meist zu saftigen Preisen und noch lange nicht für alle Modellreihen. Wie immer geht es bei solchen Innovationen von oben los, erst ab Ende 2008 sollen die Warner auch in die „Golf-Klasse“ Eingang halten.



Bild 5: Das FAS-100-System besteht aus einer hinter der Windschutzscheibe zu installierenden Kamera und einer Auswerteeinheit mit Digitalspeicher und GPS-Empfänger. (Bild: Alan-Albrecht)

LDW im Eigenbau

Für alle, die nicht so lange warten wollen, gibt es seit Kurzem eine sogar relativ preiswerte Nachrüstlösung, die in ihrer Funktionalität viele Werkslösungen weit übertrifft – das Spurwarnsystem FAS 100 von Alan-Albrecht (Abbildung 5). Für knapp 600 Euro erhält man ein digitales Kamerasystem, das weit mehr bietet als nur eine Spur-Verlassens-Warnung. Die erfolgt hier akustisch (Abbildung 6), abgestuft in mehreren Signalausgaben bis hin zur Dauerwarnung, die man garantiert nicht überhört. Wird der Blinker gesetzt, erfolgt logischerweise keine Warnung, denn hier zeigt man ja dem System, dass man die Spur absichtlich wechselt. Die Warnfunktionen werden nur oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit aktiviert, denn im langsamen Stadtverkehr macht es wenig Sinn, jeden Fahrstreifenwechsel zu melden. So kann man bei der Pkw-Version wählen, ob das System bei 70 oder 90 km/h aktiviert werden soll. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten wird nicht gewarnt. Bei der Lkw-Version kann zwischen 60 und 80 km/h ausgewählt werden.

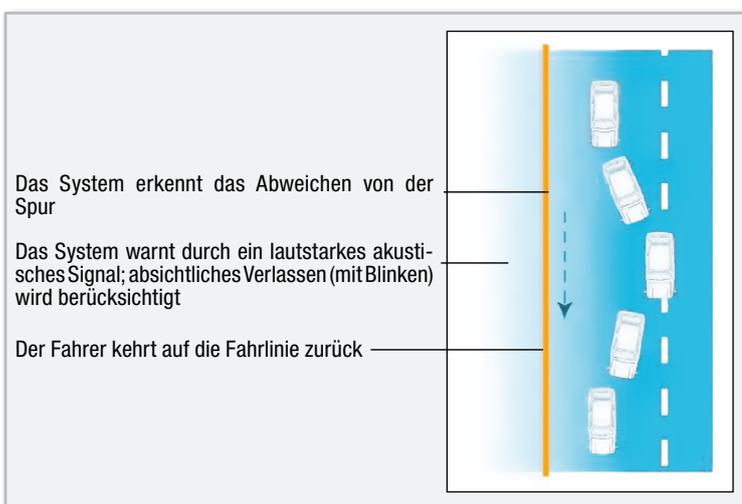


Bild 6: Der Verlauf der Spur-Warnung

Stau- und Ampelassistent

Das System unterstützt den Fahrer auch im Stau, im Stop-and-go-Verkehr und an der Ampel – entfernt sich nach einem Halt das vorausfahrende Fahrzeug, wird der Fahrer ebenfalls darauf aufmerksam gemacht. So vermeidet man das oft beobachtete Stehenbleiben etwa nach einem Halt im Stau. Der Verkehrsfluss wird dadurch gleichmäßiger, Nachfolgende müssen sich nicht erregen und durch Ausweichmanöver neue Gefahren heraufbeschwören.

Unfallrecorder eingebaut

Der Clou des Systems jedoch ist die Blackbox-Funktion. Da man ohnehin digital auswertet, lag es nahe, auch eine digitale Aufzeichnung durchzuführen. Genau dies tut das FAS 100. Auf einem Zwischen-Digitalspeicher werden, wie bei moderen Überwachungs-Videorecordern, laufend die Videobilder der Kamera, die Fahrgeschwindigkeit sowie, dank ebenfalls integriertem GPS-Empfänger, die genaue Position des Fahrzeugs aufgezeichnet. Bei einem Unfall erfolgt die Aufzeichnung der letzten 12 Sekunden vor und 6 Sekunden nach dem Unfall auf einen nicht-flüchtigen Speicher. Die Auslösung erfolgt durch einen integrierten Schocksensor, der eine plötzlich auftretende Verzögerung von mehr als 1,5 g (das entspricht einer Bremsverzögerung von ca. 15 m/sec², also einer typischen Auffahrunfallsituation) auswertet. Dessen Daten werden ebenfalls mit zeitlichem Bezug aufgezeichnet.

Damit kann man z. B. bei einem typischen Stau-Unfall (Abbildung 7) eindeutig nachweisen, dass man bereits gestanden hat, bevor der Hintermann aufgeprallt ist und das eigene Auto auf den Vordermann geschoben hat. Wenn das System auch nicht gerichtsfest ist, da es ja sonst regelmäßig geeicht und plombiert werden müsste, geht man dennoch so manchem Ursachenstreit und eventuellen langwierigen Gutachterverfahren aus dem Wege, denn manipulierbar sind die Daten eben nicht. Jeder Richter und jede Versicherung werden sich über eine solche Fakten-Unterstützung freuen!

Die Auswertung wird möglich über die mitgelieferte Software (Abbildung 8).

Hier sind alle aufgezeichneten Daten übersichtlich visualisiert, das Geschehen kann wie bei einem Videorecorder Schritt für Schritt abgespielt werden. In der Mitte sieht man das Live-Videobild, darunter die aktuelle Geschwindigkeit, die im Übrigen genauer angezeigt wird als vom Fahrzeugtacho, da sie aus dem GPS-Signal abgeleitet wird.

Die GPS-Daten sind rechts zu sehen, über diese Angaben kann man die Position sehr genau rekonstruieren, ebenso werden hieraus genaue Zeit- und Geschwindigkeitsdaten hergeleitet.

Links erfolgt, grafisch als übersichtliche Kurve aufbereitet, die Anzeige des Verlaufs der Aufprallbeschleunigung, bezogen auf die Zeitachse. Darunter ist im gleichen Bezug der Verlauf der Geschwindigkeit während der Aufzeichnungszeit zu sehen. All diese Daten machen eine exakte Auswertung einer Unfallsituation möglich.

Im Übrigen kann das Gerät bis zu drei solcher komplexen Situationen abspeichern. Bei jeder erfolgten Aufnahme wird eine Sprachmeldung ausgegeben.



Bild 7: Solche typischen Stau-Unfälle lösen immer wieder heiße Diskussionen mit den Versicherern über die Entschädigung aus. Mit einer Blackbox kann man Ursache und Wirkung einfach ermitteln.

Einfache Installation

Die Installation ist einfacher, als man zunächst annehmen mag. Einzig die Anbindung der Blinker an das Gerät (hierzu wird ein spezielles Kabel mitgeliefert) erfordert Grundkenntnisse der Fahrzeugelektrik und das Wissen, wo man die Blinkersignale im eigenen Fahrzeug abnehmen kann. Diesen Einbauschritt kann man auch der Fachwerkstatt überlassen, ambitionierte Fahrer bewältigen ihn anhand der mitgelieferten Anleitung auch allein.

Es ist lediglich die Kamera in einer bestimmten Position hinter die Windschutzscheibe zu kleben und auszurichten, die Steuereinheit mit dem integrierten GPS-Empfänger auf dem Armaturenbrett hinter der Frontscheibe in einer Klemmhalterung zu platzieren und das Ganze an das Bordnetz anzuschließen. Dazu kommt noch die erwähnte Blinkerkabel-Montage – fertig!

Besondere Sorgfalt ist lediglich der exakten Kameraausrichtung zu widmen, damit auch wirklich eine exakte Erfassung erfolgen kann.

Im Falle, dass das Auslesen der Daten erforderlich ist, nimmt

man die Steuereinheit aus dem Wagen bzw. transportiert einen tragbaren Rechner dahin und verbindet Rechner und Steuereinheit über das mitgelieferte Datenkabel. Das Auslesen ist so einfach wie das einer Digitalkamera-Speicherkarte.

So installiert, haben Viel-, Berufs-, Nachtfahrer und immer gleiche ermüdende Strecken fahrende Pendler fortan einen zuverlässigen Beifahrer, der sogar im Falle eines unverschuldeten Unfalls weit mehr als seinen Anschaffungspreis einspielt.

Allerdings muss abschließend auch gesagt werden, dass Fahrer-Assistenzsysteme wie dieses nicht die eigene Kontrolle über das Fahrzeug ersetzen.

So, wie viele Fahrer mit Einführung des ABS und ESP im Bewusstsein, dass die Technik ja hilft, schneller und sorgloser gefahren sind, um nach dem Crash zu konstatieren, dass physikalische Grenzen nach wie vor gelten, ist der Fahrer auch im Falle der mitlaufenden Spur-Verlassens-Warnung nicht von seiner Verantwortung für die Fahrzeugführung befreit. **ELV**

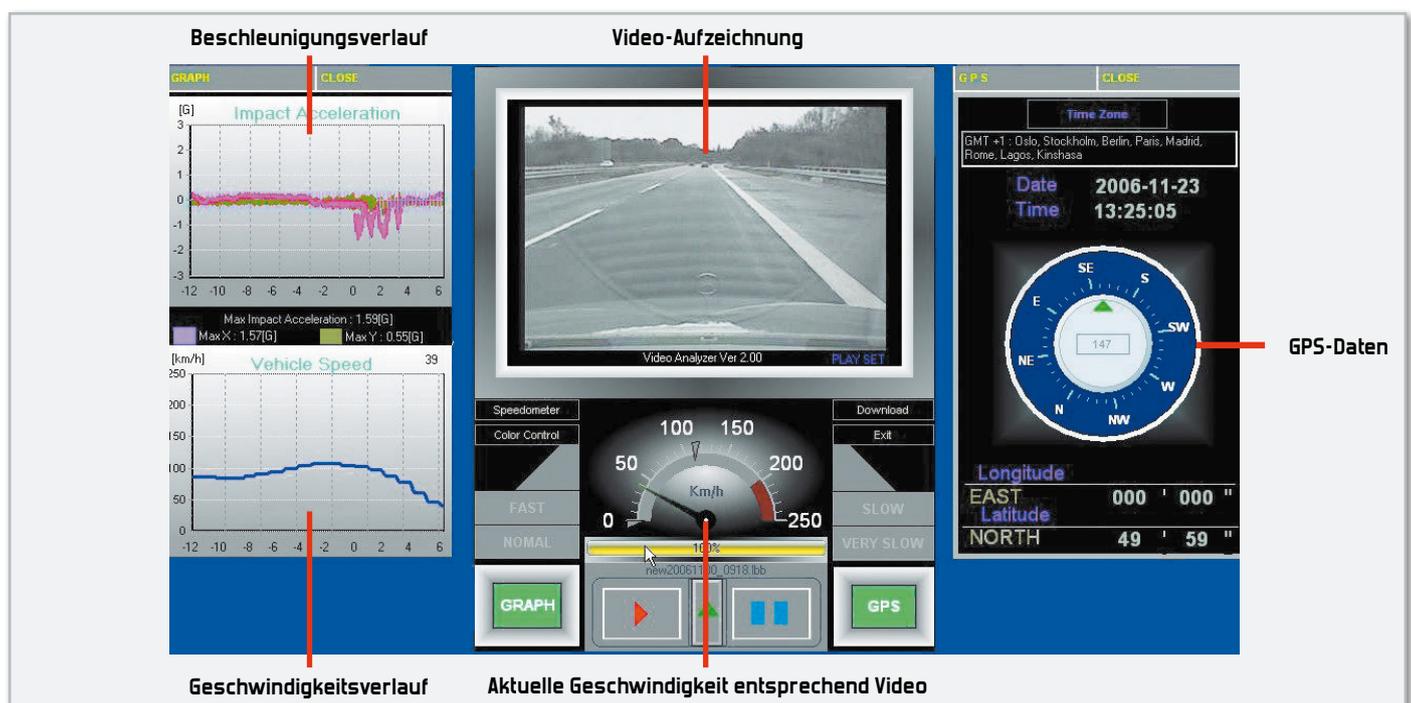


Bild 8: Die Blackbox-Auswertesoftware des FAS 100 lässt keine Fragen zu Unfallhergängen offen. (Bild: Alan-Albrecht)



Vergisst nichts – Kontakt-Alarm

Das kleine Alarmgerät ist der richtige Helfer für alle möglichen Vergesslichkeiten des Alltags – von der offen gelassenen Kühlschranktür über das zu lange geöffnete Fenster bis hin zur nicht geschlossenen Haustür. Die Schaltung registriert den Zustand eines externen Schalt- oder Tasterkontaktes und gibt Alarm, wenn dieser Schaltkontakt nicht innerhalb einer einstellbaren Zeit wieder in den Ruhezustand zurückversetzt wird. Durch den sehr niedrigen Stromverbrauch ist ein längerer Betrieb mit einer Lithium-Batterie möglich.

Tür zu!

Irgendetwas, das man geöffnet hat, offen zu lassen, scheint in der Natur des Menschen zu liegen, und zwar unabhängig vom Alter. Das fängt beim berühmten Kühlschrank bzw. der Tiefkühltruhe an, geht weiter über zum Lüften geöffnete Fenster, die einfach vergessen werden, bis hin zur Zwinger-, Voller- oder Stalltür, Haustür oder zum Garagentor. Eine kleine elektronische Gedächtnisstütze, wie wir sie in vielfältiger Form etwa aus dem Auto kennen, kommt da gerade richtig. Unsere Schaltung warnt, sobald ein angeschlossener Kontakt über eine wählbare Zeit bis zu 2 Minuten nicht wieder geschlossen bzw. geöffnet wird, mit einem akustischen Alarm, der bis zu 60 Sekunden dauern kann. Mit einer langlebigen Lithium-Batterie bestückt, kann das kleine Gerät absolut universell und mobil eingesetzt werden.

Schaltung

Die Schaltung für den Kontakt-Alarm wurde, wie man im Schaltbild (Abbildung 1) erkennt, mit einem Mikrocontroller realisiert. Der wesentliche Vorteil eines Mikrocontrollers gegenüber einer Schaltung mit konventionellen CMOS-Bausteinen (Gatter, Timer usw.) ist der sehr geringe Stromverbrauch. Im „Power-down-Mode“ liegt die Stromaufnahme bei ca. 1,5 μA . Auch die Bauteilgröße und daraus resultierende Platzersparnis spielen eine große Rolle.

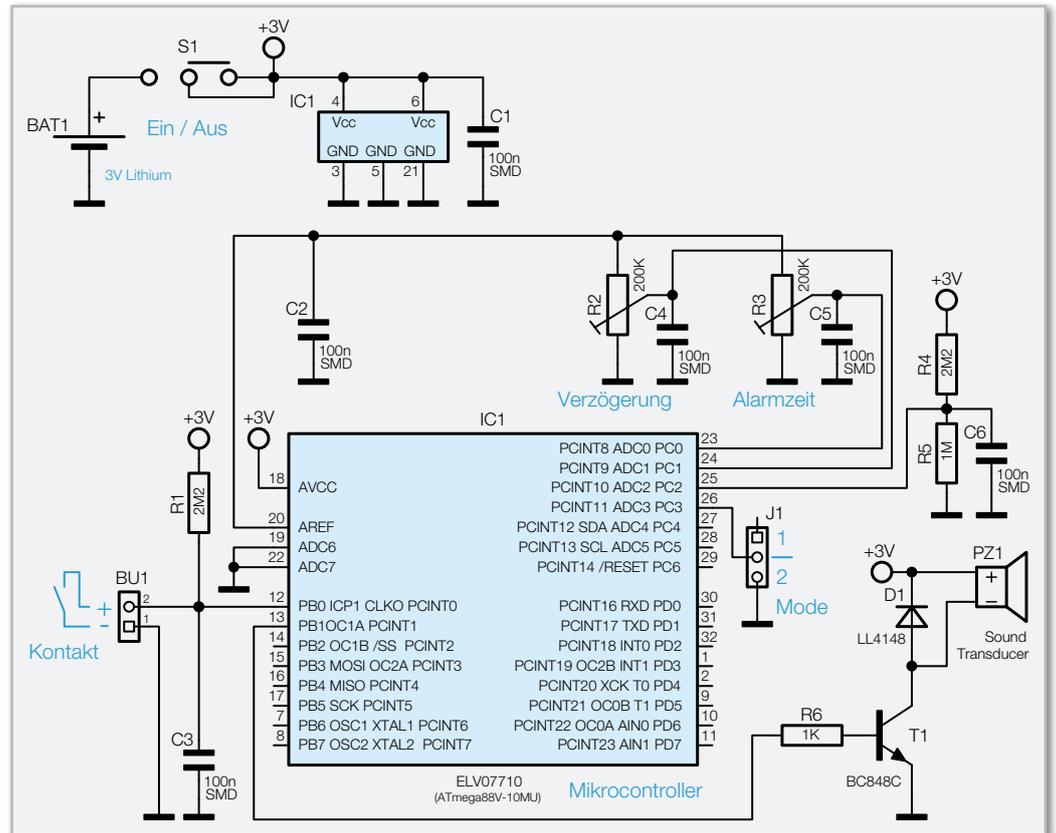
IC 1 ist ein Mikrocontroller vom Typ ATmega88 des Herstellers Atmel. Die externe Beschaltung beschränkt sich auf wenige Bauteile wie Bedienelemente und den Tonsignalgeber. Versorgt wird die Schaltung von einer 3-V-Lithium-Batterie. Um eine möglichst lange Batterielaufzeit zu erzielen, befindet sich der Mikrocontroller IC 1 während der Ruhephase im „Power-down-Mode“. Sobald sich der Spannungspegel am Kontakteingang BU 1 ändert, „wacht“ der Controller auf. Mit dem Jumper J 1 wird entsprechend Tabelle 1 festgelegt, welches der Normalzustand des angeschlossenen Alarmkontakts am Eingang BU 1 ist.

Der Widerstand R 1 dient hier als Pull-up-Widerstand für den Kontakteingang. Der Mikrocontroller besitzt zwar auch interne „Pull-ups“, diese sind mit ca. 50 $\text{k}\Omega$ relativ niederohmig und würden zu viel Strom verbrauchen. Softwaremäßig wird dieser Pull-up deshalb deaktiviert.

Technische Daten: KA 2

Spannungsversorgung:	3-V-Lithiumzelle CR2450
Stromaufnahme (Ruhezustand):	2,5 μA
Verzögerungszeit:	einstellbar von 1 bis 120 Sek.
Alarmzeit:	einstellbar von 1 bis 60 Sek.
Abmessungen (Gehäuse):	50 x 39 x 14 mm

Bild 1: Schaltbild des KA 2

**Achtung!**

Bei unsachgemäßem Einsetzen bzw. Austausch der Batterie besteht Explosionsgefahr! Die verwendete Lithium-Batterie muss kurzschlussfest sein. Ein Einsetzen der Batterie mit einem metallischen Gegenstand, wie z. B. einer Zange oder einer Pinzette, ist nicht erlaubt, da die Batterie hierdurch kurzgeschlossen wird. Zudem ist beim Einsetzen unbedingt auf die richtige Polarität zu achten (Pluspol nach oben!).

Wird innerhalb der Verzögerungszeit der Eingangskontakt nicht wieder in seinen Ruhezustand versetzt, ertönt ein Alarmsignal, welches der Tonsignalgeber PZ 1 in Verbindung mit dem Treibertransistor T 1 erzeugt. Die Ansteuerfrequenz (alternierend zwischen 2,5 kHz und 4,5 kHz) generiert der Mikrocontroller IC 1 an Pin 13. Nach Ablauf der eingestellten Alarmzeit geht der Controller wieder in den „Power-down-Mode“.

Die beiden Trimmer R 2 und R 3 sind mit den Analog-Digital-Wandler-Eingängen von IC 1 verbunden, sie dienen der Einstellung von Verzögerungs- bzw. Alarmzeit. Die Referenzspannung für die beiden Trimmer wird am Anschluss (AREF) Pin 20 entnommen.

Dies ist eine von IC 1 intern stabilisierte Spannung von 1,1 V, die auch noch bis zu einer minimalen Betriebsspannung von 1,4 V konstant bleibt. Der Spannungsteiler R 4 und R 5 ist ebenfalls mit einem A/D-Wandler-Eingang (ADC2) verbunden, er dient der Low-Bat-Erkennung. Bei einer abgesunkenen Batteriespannung von weniger als 2 V wird dies durch einen unterbrochenen Signalton (4,5 kHz – Pause – 4,5 kHz) signalisiert.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so gilt es nur, die bedrahteten Bauteile zu bestücken, der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen entfällt somit. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig. Die zu bestückenden Bauteile sind: der Batteriehalter, der Signalgeber PZ 1, der Schalter S 1, die Buchse BU 1 sowie die Stiftleiste J 1.

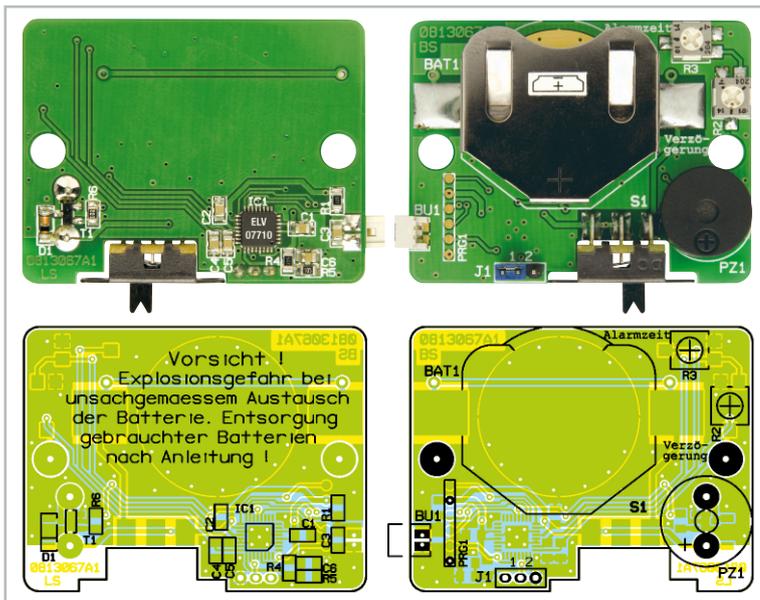
Der Batteriehalter wird unter Zugabe von reichlich Lötzinn an der gekennzeichneten Stelle angelötet (bitte auf exakte Position achten). Auf dem Batteriehalter wird ein kleiner Aufkleber angebracht, der die Polung der Batterie anzeigt.

Nach dem polrichtigen Bestücken und Verlöten des Signalgebers sind die überstehenden Drahtenden auf der Platinenunterseite abzuschneiden, ohne dabei die Lötstelle zu beschädigen. Der Schalter S 1 wird, wie im Platinenfoto dargestellt, liegend montiert und verlötet.

Nachdem die Buchse BU 1 und die Stiftleiste (Jumper entsprechend Tabelle 1 aufstecken) bestückt und verlötet worden sind, ist der Nachbau damit bereits abgeschlossen. Vor dem Gehäuseeinbau ist die Lithium-Batterie einzusetzen. Hierbei ist der Sicherheitshinweis zu beachten.

Tabelle 1: Definition des Schaltkontakts

Jumper J 1	Ruhezustand
1	Kontakt offen
2	Kontakt geschlossen



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

Stückliste: Kontakt-Alarm KA 2

Widerstände:

1 k Ω /SMD/0805	R6
1 M Ω /SMD/0805	R5
2,2 M Ω /SMD/0805	R1, R4
SMD-Cermet-Trimмер, 200 k Ω	R2, R3

Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805	C1–C6
-----------------	-------

Halbleiter:

ELV07710/SMD	IC1
BC848C	T1
LL4148	D1

Sonstiges:

Stiftleistenbuchse, 2-polig, print, liegend, RM = 1,25 mm	BU1
Miniatur-Schiebeschalter, 1 x um	S1
Sound-Transducer, 3 V, print, 6,5 mm Höhe	PZ1
Batteriehälter für CR2450-Knopfzellen, SMD	BAT1
Lithium-Knopfzelle CR2450/1B	BAT1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, RM 2,0 mm, gerade, print	J1
Jumper, RM 2,0 mm	J1
1 Mikroschalter, winkelprint	
1 Batteriepolungs-Aufkleber (Knopfzelle), Weiß	
1 Klebestreifen, 34 x 14 mm	
1 Kunststoffgehäuse, bearbeitet und bedruckt	
1 flexibles Kabel mit 2 Buchsensteckverbinder-Kontakten und Steckergehäusen, 2-polig, komplett, 80 cm	

Für den Gehäuseeinbau steht ein passendes, bearbeitetes und bedrucktes Gehäuse zur Verfügung.

Die Platine wird einfach in die Gehäuseunterschale gelegt, anschließend ist der Gehäusedeckel aufzusetzen und zu verschrauben.

Inbetriebnahme

Für den Anschluss des Kontaktschalters (siehe Abbildung 2) ist eine Anschlussleitung mit Steckverbinder vorgesehen. Der mitgelieferte Schalter ist ein Mikrotaster, der als Schließer oder Öffner einsetzbar ist (siehe auch Anschluss-Skizze in Abbildung 3).

Der Schalter besitzt einen Betätigungshebel (Federhebel), der die Betätigungsstrecke verlängert, was speziell beim Einsatz als Türkontakt sinnvoll ist. Da bei geschlossenem Kontakt lediglich ein Strom von ca. 1,5 μ A fließt, könnten im Prinzip auch sehr kleine Schalter genutzt werden. Nachdem man die gewünschte Verzögerungs- und Alarmzeit eingestellt hat, kann die Schaltung ihren Dienst aufnehmen.

Zum Befestigen des Gehäuses auf glatten Oberflächen kann auf der Gehäuserückseite ein Klebestreifen angebracht werden.

Firmware

Der Quellcode für die Firmware kann im Internet heruntergeladen werden. Wer daran Änderungen für individuelle An-

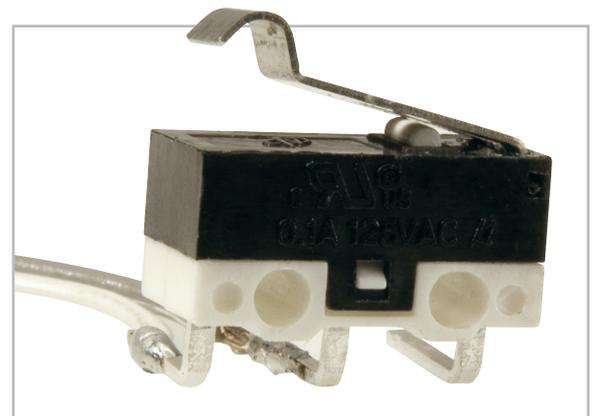


Bild 2: Mikrotaster mit angelötetem Kabel

Bild 4: Screenshot des IAR-Compilers

```

34 * Beschreibung:  Initialisiert alle verwendeten Register
35 * Parameter:     keine
36 * Rückgabewert: keine
37 *****
38 void Init(void)
39 {
40     // Port B
41     PORTB = (1<<PB2) | (1<<PB3) | (1<<PB4) | (1<<PB5) | (1<<PB6) | (1<<PB7);
42     DDRB = (1<<DDB1); // PB1 als Ausgang konfigurieren
43
44     // Port C
45     PORTC = (1<<PC3) | (1<<PC4) | (1<<PC5) | (1<<PC6); // Pull-Ups einschalten
46     DDRC = 0x00;
47
48     //Port D
49     PORTD = 0xFF; // Pull-Ups e
50     DDRD = 0x00; // PortD als
51
52     // Timer 0 Initialisierung: CTC Mode
53     TCCR0A = (1<<WGM01);
54     TCCR0B = (1<<CS02) | (1<<CS00); // Prescaler 1024 -> 125 Hz Timer C10
55     TIMSK0 = (1<<OCIE0A);
56     OCR0A = 125; // 125 * 8 ms
57
58     // Timer 1 Initialisierung: Fast PWM-Mode zur Sounderzeugung
59     TCCR1A = (1<<WGM11) | (1<<WGM10);
60     TCCR1B = (1<<WGM13) | (1<<WGM12);
61
62     // Timer 2 Initialisierung: CTC Mode
63     TCCR2A = (1<<WGM21);
64     TCCR2B = (1<<CS22) | (1<<CS21);
65     TIMSK2 = (1<<OCIE2A);
66     OCR2A = 125;
67
68     // AD-Wandler: Input Buffers für die analogen Eingänge (außer PC3) abschalten

```

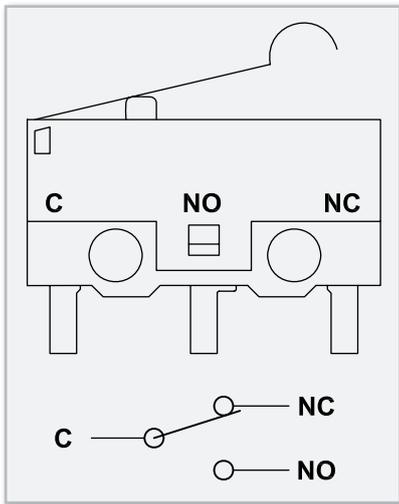


Bild 3: Das Anschlussbild des Mikrotasters

Links:

Atmel allgemein: www.atmel.com

Datenblatt ATmega88 (376 Seiten):
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf

IAR Compiler 4-KB-KickStart-Edition:
<http://supp.iar.com/Download/SW/?item=EWAVR-KS4>

Quellcode / Hex-File:
www.service.elv.de (Rubrik Premium-Bausätze:
entsprechenden Ordner „Kontakt-Alarm“ auswählen)

passungen vornehmen möchte, benötigt einen C-Compiler, mit dem der in der C-Sprache geschriebene Quellcode in ein Hex-File (Maschinencode) umgewandelt wird. Diese Compiler sind käuflich zu erwerben, wobei es auch viele freie Compiler gibt. Die Software für den Kontakt-Alarm wurde mit dem professionellen IAR-Compiler für den ATmega88 geschrieben und kompiliert. Das Gute daran ist, dass es von der Firma IAR eine kostenlose 4-KB-Kickstart-Version gibt, die der Vollversion entspricht, wobei der erzeugte Code auf eine Größe von max. 4 KB begrenzt ist. Da unsere Firmware noch nicht einmal 1 KB benötigt, sind also noch genug Reserven vorhanden, um eigene Änderungen einzubringen. In Abbildung 4 ist ein Screenshot dieses Compilers mit einem Auszug der Firmware dargestellt.

Programmierung

Um den Controller auf der Platine, also im System, programmieren zu können, ist auf der Platine des Kontakt-Alarm-Gerätes eine Programmierschnittstelle (ISP) vorhanden. Die Pin-Belegung dieser sogenannten ISP-Schnittstelle auf der Platine ist in Abbildung 5 dargestellt. Diese Schnittstelle

ist auch auf den Atmel-Tools und Programmiergeräten (z. B. STK500) als Standardschnittstelle vorhanden. Wer also über ein Programmiergerät verfügt, kann sich ein Adapterkabel anfertigen und die entsprechenden Punkte auf der Platine kontaktieren.

Als Programmiersoftware eignet sich z. B. das AVR-Studio, welches den Programmiergeräten beiliegt, die Software kann auch kostenlos im Internet heruntergeladen werden. Weiterführende Informationen zu diesem Thema gibt es ebenfalls reichlich im Internet bzw. können in vorangegangenen Grundlagenartikeln im „ELVjournal“ nachgelesen werden.

ELV

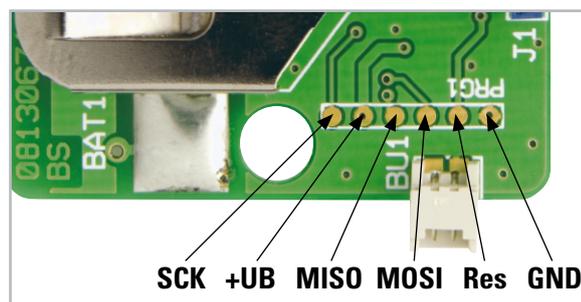


Bild 5: Die Kontaktbelegung des Programmier-Adapters



Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis

Teil 8

Basierend auf der Einführung in die PC-gesteuerte Rollladensteuerung im vorangegangenen Teil unserer Serie vertiefen wir das Thema, indem wir weitere Komponenten einbeziehen und in die Makroprogrammierung einsteigen.

Flexibel öffnen und schließen

Hat man die einfache, zeitgesteuerte Version gewählt, wie wir sie im vorangegangenen Teil beschrieben haben, wird man schnell feststellen, dass in vielen Fällen eine feste Schließzeit am Abend eher störend ist. Ist es im Winter durchaus in Ordnung, dass die Rollläden etwa um 17.00 Uhr geschlossen werden (auch, um weniger Wärme herauszulassen), so ist dies im Sommer Unsinn, hier will man schließlich das Tageslicht so lange wie möglich genießen.

Also bietet sich eine Kombination der zeitgesteuerten Öffnung für den Morgen mit einer Dämmerungssteuerung am Abend an. Genau mit diesem Projekt steigen wir jetzt in die Makroprogrammierung der „homeputer Studio“-Software ein.

Als Dämmerungsschalter eignet sich gut der FS20 SD (Abbildung 1). Der bietet von Haus aus die Möglichkeit, auf zwei verschiedenen Kanälen bei unterschiedlichen Schaltschwellen Schaltvorgänge auszulösen. Eine einstellbare Filterfunktion verhindert Irritationen etwa durch vorbeifahrende Fahrzeuge, ein kurz in der Einfahrt stehendes Fahrzeug oder die für einige Minuten eingeschaltete Außenbeleuchtung. Die Filterzeit sollte für die Rollladensteuerung relativ hoch eingestellt sein, um Irritationen sicher auszuschließen.

Der Vollständigkeit halber seien hier noch die weiteren Funk-

tionen des Dämmerungsschalters erwähnt: Die Schaltrichtung ist ebenso einstellbar wie eine Timerzeit für das automatische Abschalten nach einer Aktivierung. Letztere Option nutzen wir hier nicht, und bei der Schaltrichtung nutzen wir die Grundeinstellung, nämlich „Einschaltbefehl“ bei Einschalten des Dämmerungsschalters und „Ausschaltbefehl“ bei Ausschalten.

In der Software ist nun zunächst via Moduluswahl der Dämmerungsschalter einzubinden (Abbildung 2). Über „Bearbeiten“ gelangt man wieder in das Konfigurationsfenster (Abbildung 3). Hier ist zunächst die Adressierung des Dämmerungsschalters vorzunehmen (in Abbildung 3 schon einge-

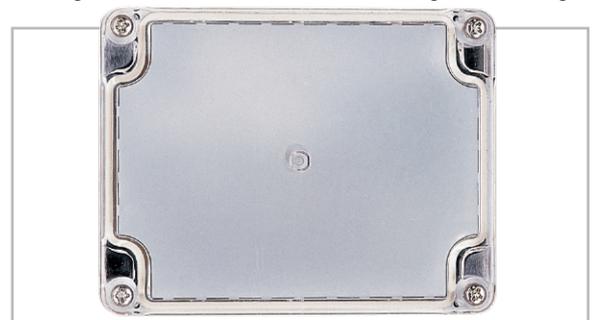


Bild 1: Der Dämmerungsschalter FS20 SD verfügt über 2 FS20-Kanäle, einstellbare Schaltschwellen, Schalthysterese, Filter usw. und ist damit sehr universell einsetzbar.

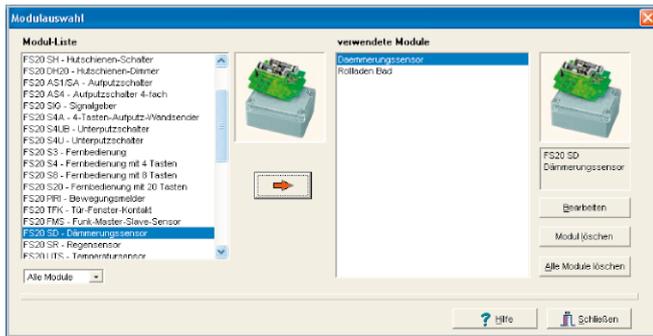


Bild 2: Der Dämmerungsschalter wird in das Programm übernommen.

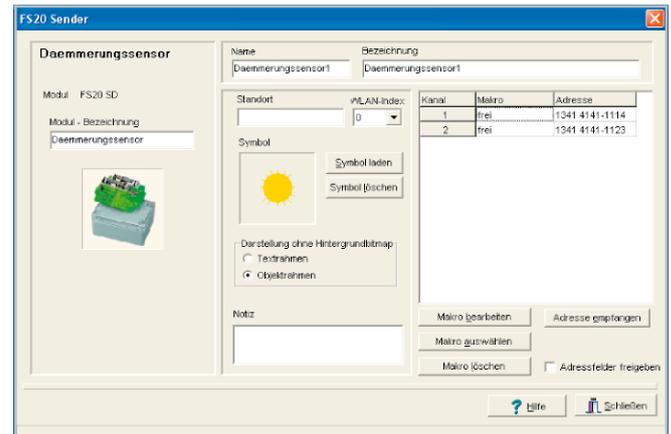


Bild 3: Hier erfolgt die Konfiguration des FS20 SD für das Programm.

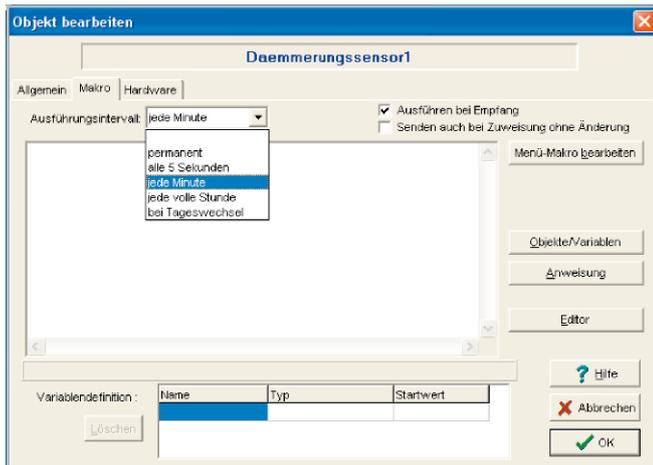


Bild 4: Im Makrofenster werden Randbedingungen festgelegt und das Makro geschrieben.

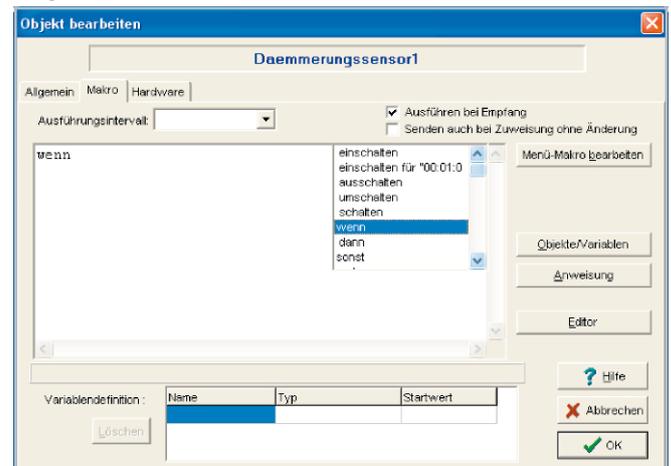


Bild 5: Im Kontextmenü „Anweisungen“ finden sich die meisten der verfügbaren Anweisungen.

tragen), entweder durch automatisches Eintragen (Button „Adresse empfangen“ anwählen und am FS20 SD manuell für jeden Kanal einen Sendebefehl auslösen) oder durch manuelles Eintragen, nachdem man die Option „Adressfelder freigeben“ aktiviert hat.

Je nach Anwahl eines Makrofensters erscheinen automatisch die (natürlich frei editierbaren) Bezeichnungen „Dämmerungssensor 1“ oder „Dämmerungssensor 2“.

Damit sind alle Voraussetzungen für das erste Makro geschaffen. Das wollen wir nun Schritt für Schritt, an den Einsteiger gewandt, erarbeiten.

Das erste Makro

Mit einem Doppelklick auf den Makroeintrag („frei“) geht es nun in das Objekt-Bearbeitungsfenster (Abbildung 4). Das Menü „Allgemein“ behandeln wir hier nicht, hier sind für unser Projekt die Grundeinstellungen nicht zu verändern. Unter „Hardware“ kann man kontrollieren, welchem Gerät das Makro zugeordnet wird.

Zuerst treffen wir Grundeinstellungen zur Ausführung des Makros. Hier aktivieren wir die Option „Ausführen bei Empfang“, was heißt, dass das Makro bei jedem Empfang des FS20-SD-Schaltbefehls auszuführen ist. Im Editierfenster erfolgt nun das Eintragen der Makrobefehle und -kommentare. Das kann für den Fortgeschrittenen einfach durch Schreiben des Makroprogramms im Klartext erfolgen, als Einsteiger sollte man jedoch die Kontextmenüs für die Objekte und Anweisungen nutzen, da hier die Objektname und die

verfügbaren Anweisungen einfach aus einer Liste auswählbar sind. Man spart sich so Schreibarbeit und vermeidet vor allem die lästigen Schreibfehler, die nicht nur den Einsteiger bei einem nicht funktionierenden Makro zur Verzweiflung bringen können.

Eine Sonderstellung nimmt hier der Button „Menü-Makro bearbeiten“ ein. Dieses Makro-Bearbeitungsmenü sollte man nur benutzen, wenn man zuvor mit der Standardversion des Programms gearbeitet hat und dort erstellte Makros bearbeiten möchte. Es wurde lediglich aufgenommen, um eine Kompatibilität mit der Standardversion herzustellen.

Die einfache Aufgabe am Beginn lautet: Wenn der Dämmerungssensor auf Kanal 1 einen Einschaltbefehl sendet, soll unser Beispiel-Rollladen im Bad sich senken. Wenn hingegen ein Ausschaltbefehl vom Dämmerungssensor eintrifft, soll der Rollladen angehoben werden.

Jede Makroanweisung beginnt mit der Anweisung „wenn“. Die findet man, wie alle verfügbaren Anweisungen, im Kontextmenü „Anweisung“ (Abbildung 5). Weiter geht's über das Objektmenü (Abbildung 6), wo wir „Daemmerungssensor1“ auswählen. Hier sieht man bereits, warum eine exakte Schreibweise im späteren Makro wichtig ist. Bezeichnet man ein Objekt nur geringfügig anders als hier verzeichnet, wird das Programm einen Fehler melden.

Als Nächstes wählen wir aus den Anweisungen „eingeschaltet“ aus und schließen die Wenn-Bedingung mit „dann“ ab. Nun geht es in der zweiten Zeile weiter. Nach „dann“ folgt

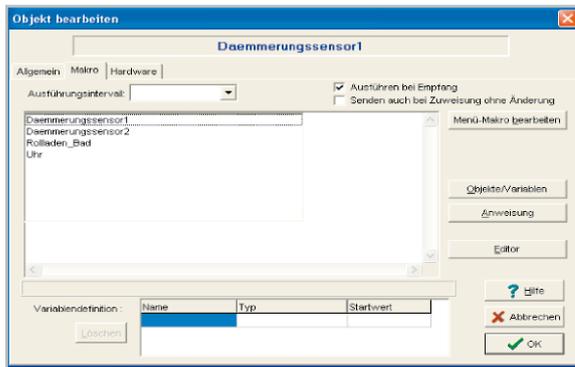


Bild 6: Im Kontextmenü „Objekte/Variablen“ sind die verfügbaren Objekte auswählbar.

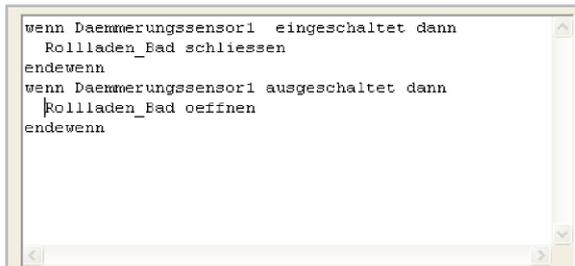


Bild 7: Das erste Makro zum Ein- und Ausfahren des Rollladens in Abhängigkeit von der Dämmerung

logischerweise die Reaktion auf das „wenn“, ergo wählen wir aus dem Objektmenü „Rollladen_Bad“ aus und ergänzen das, was der Rollladen tun soll, also „schliessen“. Damit ist der erste Befehl abgeschlossen – noch nicht ganz! Um dem Programm das Ende des Befehls zu signalisieren, gehört der Befehl „endewenn“ an den Schluss des Blocks. Danach gehen wir an das Öffnen bei Anbruch der Morgendämmerung. Dass fällt uns schon leichter, denn wir kennen jetzt schon die grundlegende Programmstruktur. Also erstellen wir in gleicher Weise wie eben beschrieben den zweiten Makro-Teil:

```
wenn Daemmerungssensor1 ausgeschaltet dann
    Rollladen_Bad oeffnen
endewenn
```

Das ganze Makro sollte nun so aussehen, wie in Abbildung 7 gezeigt.

Wenn beim Speichern des Makros über den OK-Button nun kein Syntaxfehler angezeigt wird, ist das erste Makro syntaktisch fehlerfrei eingegeben. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass in „homeputer Studio“ je nach Version mitunter verschiedene Begriffe und auch vereinfachende Bezeichnungen für bestimmte Anweisungen möglich sind. Ein Blick in die „Hilfe“ gibt jeweils darüber Auskunft.

Nach dem Schließen aller Fenster starten wir unser Programm, das dann zunächst so aussehen sollte, wie in Abbildung 8 zu sehen. Klickt man hier „Daemmerungssensor aus“ an, so sollten sich, wenn alle Adressierungen stimmen, die entsprechende Reaktion am Rollladen ergeben. Nun noch einmal den Dämmerungsschalter selbst manuell über seine internen Tasten schalten – hebt und senkt sich der Rollladen wie gewünscht, muss man nur noch die Dämmerung abwarten, um das Schauspiel genießen zu können.

Das Makro erweitern

Der erste Schritt ist getan, jetzt können wir das Ganze je nach Wunsch erweitern. Was etwa, wenn es am Tage mal ein starkes Gewitter gibt? Es wird dunkel, und irgendwann reagiert der Dämmerungsschalter trotz Hysterese und Filterung vielleicht doch! Was für das Schalten der Beleuchtung, z. B. im Flur, bequem und angenehm ist, ist im Falle der Rollläden einfach nur lästig. Um nicht das Killer-Kriterium „Spielzeug“ von der besseren Hälfte an den Kopf geworfen zu bekommen, schaffen wir also eine Vorkehrung – wir schließen das automatische Herabfahren der Rollläden für einen bestimmten Zeitraum einfach aus bzw. erlauben die Reaktion auf den Schließbefehl nur während einer bestimmten Zeitspanne, z. B. von 17 bis 23 Uhr.



Bild 8: So sieht die Programmansicht des ersten Makros aus.

Das geht recht einfach durch Einfügen nur einer Zeile in unser Makro, wir verbinden das „wenn“ durch einen „und“-Befehl mit einem zweiten Kriterium. Also Programmlauf beenden („Ausführung beenden“, „Programmieren/Einstellungen“ anwählen) und mit einem Doppelklick auf „Daemmerungssensor1“ in der Objektliste das Makro geöffnet! Hier wird das „dann“ der ersten Zeile durch ein „und“ ersetzt und die gewünschte Zeitspanne als nächste Zeile eingetragen:

```
Uhrzeit zwischen "17:00:00" und "23:00:00"
```

Erst danach folgt die Aktion, eingeleitet durch das „dann“ (Abbildung 9). Wichtig ist auch hier die Einhaltung der Syntax, z. B. das Setzen der Zeiten in Hochkommas und das Zeitformat.

Auf diese Weise kann man beliebige Zeit-, Datums- und Wochentags-Beziehungen einarbeiten, auch unter Einbeziehung von Rechenoperationen.

Einige weitere kleine Beispiele: Am Morgen sollen die Rollläden nicht unmittelbar mit dem Morgengrauen, sondern z. B. eine Stunde später öffnen. Wir fügen in den zweiten Wenn-Block einfach einen Warte-Befehl ein, wie in Abbildung 10

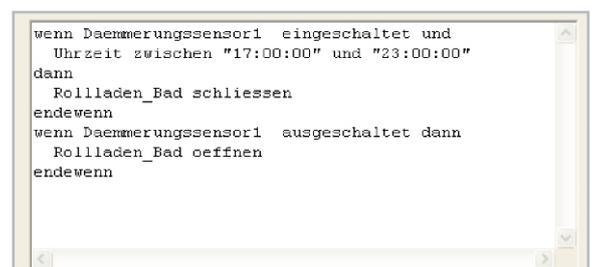


Bild 9: Die Erweiterung des Makros mit der Zeitbedingung

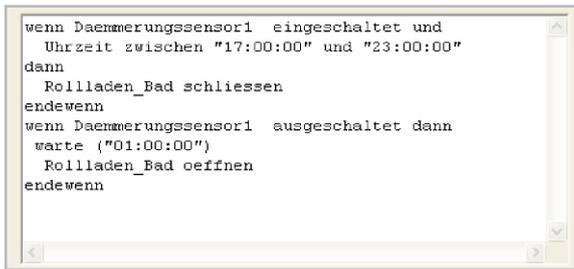


Bild 10: Hier soll das Programm nach Helligkeitsbeginn am Morgen noch eine Stunde warten.

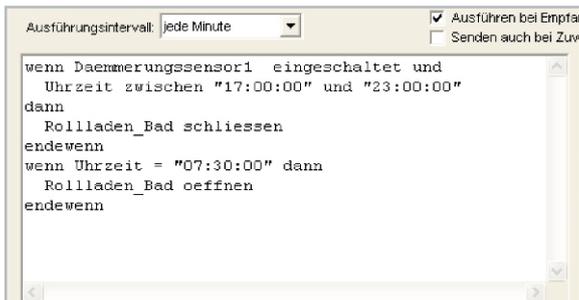


Bild 11: Das Hochfahren zur festen Uhrzeit am Morgen

gezeigt. Wichtig ist auch hier die Syntax, also das Setzen der Zeit in Klammern und Hochkommas.

Soll hingegen jeden Morgen der Rollladen zur gleichen Zeit öffnen, z. B. wenn man zur Arbeit fährt, so ist an dieser Stelle der Dämmerungsschalter aus dem Spiel und wir ersetzen dessen Ausschaltbefehl durch eine feste Zeit, wie in Abbildung 11 gezeigt. Wichtig ist hier, ein Ausführungsintervall anzugeben, das in diesem Fall kleiner oder gleich einer Minute sein muss. Man sollte das Intervall jedoch tatsächlich nicht kleiner wählen als nötig, um den Rechner, insbesondere bei umfangreichen Steuerungsaufgaben, nicht zu sehr zu belasten. Hat man also eine Zeit eingegeben, die zu einer bestimmten Minute aktiv sein soll, reicht die Anwahl von „jede Minute“. Auf diesen Grundlagen beruhend, kann man also seiner Fantasie freien Lauf lassen, z. B. auch Wettersensoren zum Schließen der Rollläden heranziehen, Zufallsfunktionen realisieren, unterschiedliche Zeiten für verschiedene Wochentage programmieren, das Öffnen und Schließen anhand des örtlichen Sonnenauf- und -untergangs erledigen lassen usw. Sowohl die Hilfe des Programms wie auch das PDF-Handbuch geben Hinweise zu all diesen Optionen. Und immer wieder



Bild 12: Im neuen Outfit – das FHZ-Forum beantwortet alle auftretenden Fragen. Hier finden sich unzählige Detaillösungen.

lohnt der Blick ins FHZ-Forum (www.fhz-forum.de, Abbildung 12). Hier gibt es Detaillösungen in großer Vielfalt.

Abschließend zu dieser Einführung soll noch ein kurzer Einblick in die individuelle Visualisierung gegeben werden. Über die Option „Einstellungen -> Ansichten“ kann man sich den eigenen Hausgrundriss im Format .bmp als Bildhintergrund laden (Abbildung 13). Unter „Ansicht bearbeiten“ platziert man nun alle gewünschten Objekte per Drag & Drop aus der Objektliste in das Grundrissfenster an die gewünschten Stellen (Abbildung 14). Lässt man dann das fertige Programm laufen, erscheinen Anzeige- und Bedienelemente sowie Meldungen genau da, wo man sie vorher platziert hat (Abbildung 15).

Im nächsten Teil unserer Serie öffnen wir wieder den Werkzeugkasten und es geht an die Installation unserer neuen FS20-Multimediakomponenten Funk-Digital-Audioprozessor FS20 DAP 3 und Mini-Stereo-RDS-Radio RDS 100 in verschiedenen Anwendungsumgebungen. **ELV**



Bild 13: Als Grundriss ist jede beliebige eigene Zeichnung verwendbar.

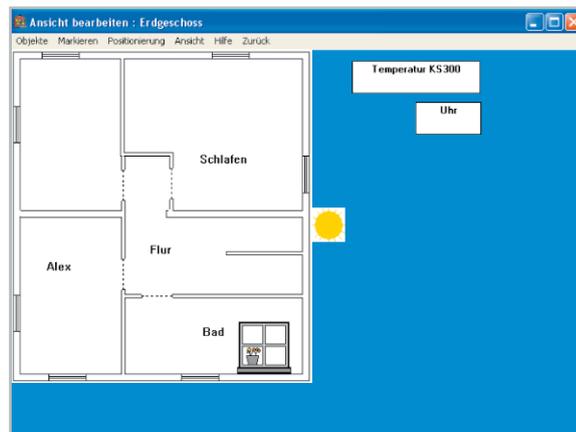


Bild 14: Alle beteiligten Elemente sind frei platzierbar.

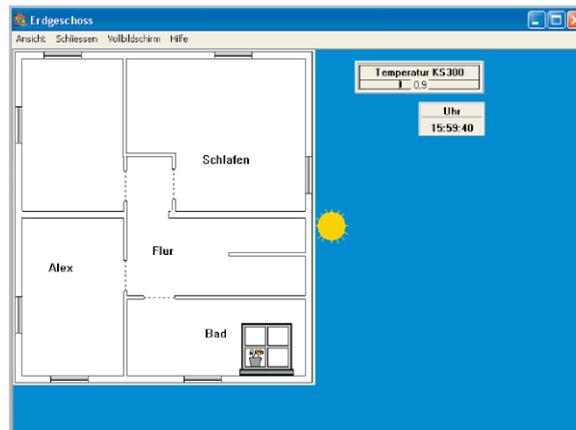


Bild 15: Die fertige Oberfläche in Aktion, hier zugleich der Temperaturanzeige vom KS 300

Leserwettbewerb Ihre Haustechnik-Anwendungen



Wohnkomfort selbst gemacht!

Moderne Haustechnik entlastet uns nicht nur von Routinetätigkeiten, sie dient der Sicherheit genauso wie dem hoch aktuellen Thema Energiesparen. All dies kann man unter dem Begriff „Wohnkomfort durch Haustechnik“ zusammenfassen. Im Rahmen unseres Leserwettbewerbes stellen wir Ihnen eine weitere prämierte Einsendung vor.

Geschickt geschaltet

Es muss nicht immer die große Lösung für das ganze Haus sein, sagte sich unser Leser Jürgen Pilsberger aus Nürnberg, und schlug eine pfiffige Lösung für ein Problem vor, das viele haben – die Erweiterung der Funktionalität einer Zimmerbeleuchtung, ohne dafür neue Leitungen legen oder Schlitze in Wände und Decken stemmen zu müssen. Diese Lösung bietet sich vor allem auch für Mietwohnungen an. Hier seine Problem- und Lösungsbeschreibung: In unserem Wohnzimmer sollte der Essbereich eine separate Beleuchtung erhalten, was am Anfang unmöglich erschien, weil nur ein Lampenkreis im Raum vorhanden ist. Die Beleuchtung sollte nach Möglichkeit auch dimmbar sein. Da wir zur Miete wohnen, ist mir das Schlagen von Schlitzen und Neuverlegen von Leitungen nicht möglich. Eine andere (einfachere) Lösung musste her. Mir fiel das FS20-System und davon speziell der Funk-Dimmer FS20 DI20 auf. Dieser ist ideal für mein Vorhaben geeignet, da auch verschiedene Einschaltzustände programmier-

bar sind. Die Lösung ist einfach und in Abbildung 1 zu sehen: Beide Leuchten sind nun über jeweils einen Funk-Dimmer mit dem einzigen Leuchtenkreis im Raum verbunden. Der Wandschalter dieses Leuchtenkreises dient als „Hauptschalter“, kann aber auch permanent eingeschaltet bleiben. Der Funk-Dimmer für die Lampe der Essecke ist beim Einschalten über den normalen Wandschalter auf „Aus“ programmiert, der für die Hauptleuchte auf „Ein“. Mit Hilfe der FS20-4-Kanal-Fernbedienung kann nun die Beleuchtung der Essecke eingeschaltet und die Hauptleuchte ausgeschaltet werden. Für beide Leuchten ist auch das Dimmen über die Fernbedienung möglich. Weiterhin werden über die Fernbedienung zwei FS20 ST gesteuert, die weitere Lampen im Raum schalten. Einer davon wird zur Weihnachtszeit zum Schalten der Weihnachtsbaumbeleuchtung eingesetzt. Die Funk-Dimmer sind direkt auf der Decke montiert, da aus o. g. Gründen keine Unterputzmontage möglich ist. Ich habe sie mit zwei einfachen Lochblechverkleidungen (Abbildung 2) abgedeckt, die sich optisch gut an die Lampen anpassen. **ELV**



Bild 1: Die Konfiguration für die Beleuchtungslösung



Bild 2: Die Funk-Dimmer sind in einer gefälligen Lochblech-Abdeckung untergebracht.



LED-Lichtleiterkoppler

Die kompakte Ansteuerschaltung ermöglicht es, zusammen mit einer Lichtleiter-Aufnahmemechanik das Licht einer LED in einen oder mehrere Lichtleiter einzukoppeln. Die kleine Platine kann mit bis zu 3 LEDs, auch unterschiedlicher Farbe, bestückt werden, wobei pro LED eine mechanische Aufnahmemöglichkeit für bis zu 5 Lichtleiter (\varnothing je 1 mm) vorhanden ist.

Lichtleiter light

Wer hat nicht schon einmal auf Messen, Ausstellungen, in einer Bar oder Diskothek oder einem Wellness-Center herrlich anzusehende Sternenhimmel-Wand- oder -Deckendekorationen bewundert?

Diese bestehen in den allermeisten Fällen aus hunderten bis tausenden Lichtleitern, in die von einer oder mehreren starken Lichtquellen an zentraler Stelle das Licht eingespeist wird, meist von einer starken Halogenlampe. Bereits eine einfache Grundausstattung mit statischem Licht ist für den Privatanwender weder erschwinglich noch vernünftig einsetzbar. Besonders teuer wird es, wenn Lichtwechsel, zufällig flimmernde „Sterne“ und andere Effekte realisiert werden sollen. Außerdem sind die für den großflächigen Einsatz ausgelegten, professionellen Anordnungen für den Privatanwender völlig überdimensioniert.

Das war eine der Motivationen für uns, für den Einsatz im privaten Bereich eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zu entwickeln, Lichtleiter ganz individuell einsetzen zu können.

Auf einer kleinen, nur 15 x 15 mm großen Platine haben wir eine LED-Anordnung untergebracht, die mit bis zu 3 LEDs mit

beliebiger Leuchtfarbe nach Wunsch bestückbar sind. Jede LED sendet ihr Licht auf bis zu fünf, über einen Koppler davor platzierte 1-mm-Lichtleiter aus. Durch die unmittelbare Lichteinkopplung ist die Lichtleistung der LED ausreichend, um den Lichtleiter auf mehrere Meter Länge auszuleuchten, wobei die Helligkeit des Leuchtpunktes von Typ und Lichtfarbe der LED abhängt.

Damit kann man auf kostengünstige Weise selbst Sternenhimmel, Dekorationen u. a. Anwendungen realisieren. Ein Einsatzbeispiel wäre auch der Selbstbau eines individuellen Bildes mit Lichtpunkt-Dekoration, wie man sie im Handel fin-

Technische Daten: LLK 1

Spannungsversorgungsbereich:	5–15 V _{AC/DC}
Stromaufnahme:	8 mA
Anzahl der LEDs:	1–3
LED-Strom:	Konstantstrom 8 mA
Lichtleiter:	\varnothing 1 mm/max. 5 pro LED
Abmessungen:	15 x 15 x 15 mm

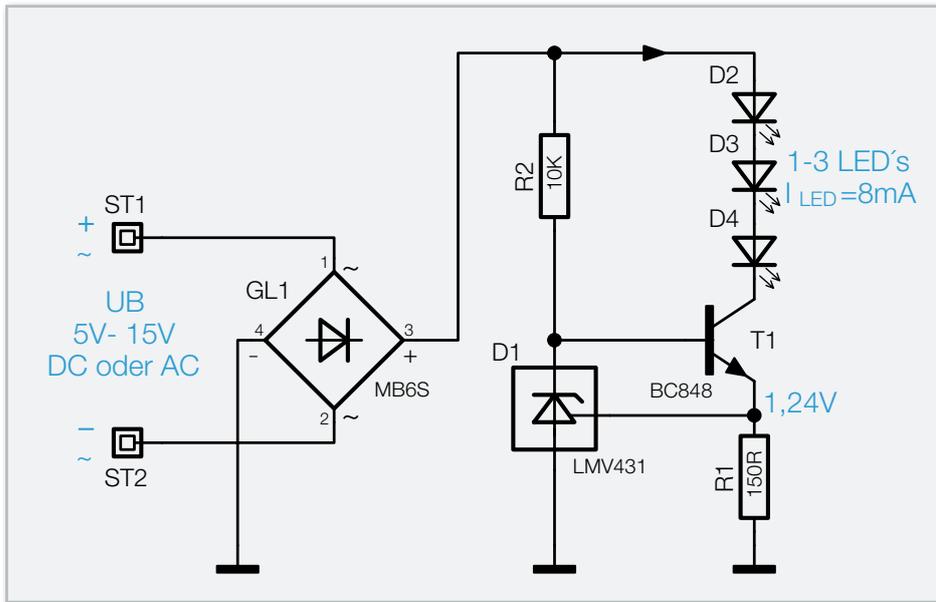


Bild 1: Schaltbild der LED-Ansteuerung

det, z. B. als beleuchtete Skyline-Bilder. Mit den heutigen Möglichkeiten des Posterdrucks der Lieblingsbilder via Internet-Dienstleister kann man sich absolut einmalige Leuchtbilder selbst herstellen!

Und schließlich darf die Anwendung im Modellbau, insbesondere bei der Modellbahn, nicht unerwähnt bleiben. Hier bieten sich tolle Realisierungsmöglichkeiten für kleine Lichtobjekte, ohne dass man für jedes Objekt eine extra Lichtquelle einsetzen muss. Zum universellen Einsatz trägt auch das Interface der Schaltung bei, das sowohl direkt und statisch von einer Spannungsquelle versorgt werden als auch über eine Ansteuerschaltung betrieben werden kann, etwa für einen dynamisch funkelnden Sternenhimmel.

Schaltung

Das Schaltbild des LED-Lichtleiterkopplers ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Transistor T 1 bildet eine Stromsenke, die dafür sorgt, dass der LED-Strom, unabhängig von der Anzahl der LEDs, immer konstant bleibt. Dies geschieht dadurch, dass die Spannung über dem Emitterwiderstand R 1 immer konstant gehalten wird. Die „elektronische Z-Diode“ D 1 vom Typ LMV 431 misst die Spannung über R 1 und regelt die Basisspannung von T 1 so weit nach, dass immer eine Spannung von genau 1,24 V an R 1 ansteht. Es ergibt sich ein geschlossener Regelkreis. Der LED-Strom lässt sich wie folgt errechnen:

$$I_{LED} = \frac{U_{R1}}{R1} = \frac{1,24V}{150\Omega} = 8,3mA$$

Wer möchte, kann den LED-Strom nach eigenen Wünschen anpassen, indem der Widerstandswert für R 1 entsprechend verändert wird.

Über die Kontakte ST 1 und ST 2 wird die Versorgungsspannung zugeführt. Durch die Gleichrichtung mit dem Brückengleichrichter GL 1 spielt es dabei keine Rolle, ob es sich um eine Gleich- oder Wechselspannung handelt. Auch

auf die Polung einer Gleichspannung braucht nicht geachtet zu werden.

Nachbau

Die nur 15 x 15 mm große Platine ist ausschließlich mit bereits vorbestückten SMD-Bauteilen bestückt, mit Ausnahme der LEDs. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Es können bis zu drei LEDs im Gehäuseformat „PLCC“ bestückt werden. Nicht bestückte LEDs sind durch einen 0-Ω-Widerstand zu ersetzen. Die Anschlussbelegung der LED ist in Abbildung 2 dargestellt. Beim Hantieren mit weißen LEDs (vor allem warmweißen LEDs) sollten unnötige statische Aufladungen vermieden werden, da diese LEDs in neuester Generation sehr empfindlich auf elektrostatische Entladungen reagieren. Außerdem sollte man beim Anlöten darauf achten, dass die Lötzeit nicht länger als 3 Sekunden beträgt, aber sich trotzdem eine saubere Lötstelle ergibt. Soll nur eine LED zum Einsatz kommen, ist die mittlere Diode D 3 zu bestücken. Für die beiden anderen Dioden (D 2 und D 4) wird je ein 0-Ω-Widerstand eingelötet.

Je nach Anzahl und Farbe der verwendeten LEDs ergibt sich eine minimale Betriebsspannung, die um ca. 2,5 V höher sein muss als die Summe der LED-Flussspannungen. Bei z. B. Verwendung von einer roten LED mit einer Flussspannung von 1,8 V muss also die Betriebsspannung mindestens 4,3 V betragen.

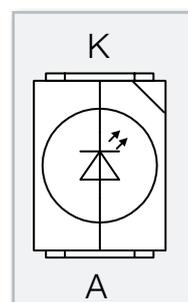
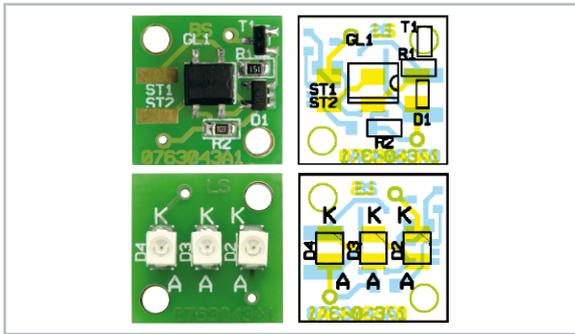


Bild 2: Anschlussbelegung SMD-LED



Ansicht der fertig bestückten Platine des LLK 1 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite (vergrößerte Darstellung)

Inbetriebnahme

Nachdem die Platine so weit bestückt ist, erfolgt die Montage des Kunststoffkörpers. Dieser wird von der LED-Seite her auf die Platine gesetzt und mit zwei Kunststoffschrauben befestigt. Nun erfolgt das Ankoppeln der Lichtleiter.

Es sind ausschließlich Lichtleiter mit einem Durchmesser von 1 mm einzusetzen. Die Enden der Lichtleiter müssen sauber, ohne Grat, und völlig plan abgeschnitten sein, damit das Licht ohne Verluste ein- bzw. auskoppeln kann. Im Handel gibt es spezielle „Fiber-Cutter“, die zum Abschneiden geeignet sind. Auf keinen Fall sollte ein Seitenschneider oder eine Schere verwendet werden. Am besten greift man zu einem sehr scharfen „Teppichmesser“.

Wer eine Lupe zur Hand hat, kann sich das Ergebnis nach dem Schnitt anschauen. Der Lichtleiter darf an der Schnittfläche nach dem Schnitt nicht verformt sein, es darf kein Schnittgrat, keine Abstufung, Riefe oder eine andere Beschädigung der Fläche vorhanden sein, die Schnittfläche muss plan und völlig glatt sein. Niemals glattschleifen!

Über jeder LED befinden sich 5 Bohrungen für die Lichtleiter. Die zentrale Bohrung ist mittig über der LED angeordnet. Hier ist die Lichtausbeute am größten, während sich die vier seitlichen Bohrungen nicht mehr zentral über der LED befinden



Fertig bestückter LED-Lichtleiterkoppler

Stückliste: LED-Lichtleiterkoppler LLK 1

Widerstände:

2x 0 Ω /SMD/1206

150 Ω /SMD/0805

R1

10 k Ω /SMD/0805

R2

Halbleiter:

BC848C

T1

MB6S/SMD

GL1

LMV431/SMD

D1

Sonstiges:

1 Kunststoff-Lichtleiter-Adapter, bearbeitet

2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 6 mm

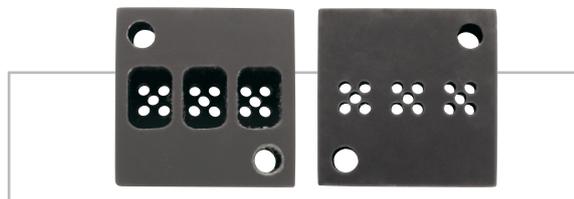


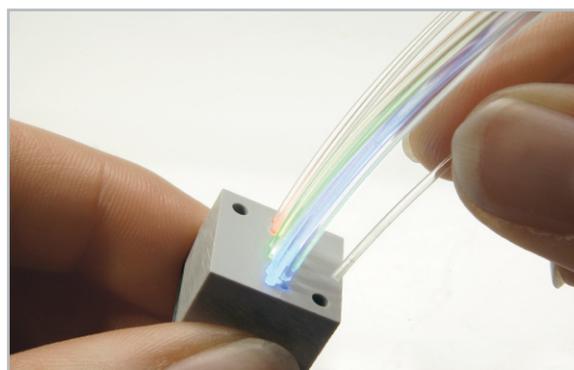
Bild 3: Kunststoffteil mit Lichtleiteranschlüssen

und somit die Lichtausbeute etwas geringer ist. Die Lichtleiter sind so weit in die Bohrung zu schieben, bis sie sich ca. 2 mm über der LED befinden. Zum Fixieren darf nur lösungsmittelfreier Kleber verwendet werden. Am besten vorher an einem kleinen Rest ausprobieren, ob der Lichtleiter durch den Kleber angelöst wird oder nicht.

Was Lichtleiter auch nicht mögen, sind zu kleine Biegeradien, deshalb sollten Lichtleiter nicht zu stark gebogen und schon gar nicht geknickt werden.

Als Versorgungsspannung kann sowohl eine Gleich- als auch Wechselspannung verwendet werden. Auf eine Polung braucht nicht geachtet zu werden, da sich auf der Platine ein Gleichrichter befindet. Die Versorgungsspannung wird direkt an die Anschlüsse ST 1 und ST 2 angelötet.

Wie schon erwähnt, können LEDs neuester Generation, vor allem die extrem hellen und LEDs der Farbe Warmweiß, empfindlich gegen elektrostatische Entladungen sein. Deshalb sollte die Schaltung berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut werden. **ELV**



So werden die Lichtleiter in die Bohrungen des Kunststoffhalters geschoben.



FS20-Radarbewegungsmelder

Beim FS20 RBM handelt es sich um einen Funk-Bewegungsmelder, der durch den Einsatz von innovativer Radartechnik zur Detektion bewegter Objekte, vollkommen unabhängig von deren Temperatur, einzusetzen ist. Sobald bewegte Objekte im Erfassungsbereich detektiert werden, erfolgt die Aussendung eines FS20-Befehls auf zwei getrennt konfigurierbaren Kanälen.

Technische Daten: FS20 RBM

Sendefrequenz (Radarmodul):	24,125 GHz
Sendeleistung, EIRP (Radarmodul):	16 dBm
Radar-Erfassung:	horizontal 80°, vertikal 32°
Erfassungsdistanz:	6 m bis 10 m (je nach Einbaulage und Anwendung)
Erfassungsrichtung:	durch Gehäuseboden, durch Gehäusedeckel oder seitlich
Ansprechempfindlichkeit:	4 Stufen konfigurierbar
Programmierung/Konfiguration:	über 4 Taster im Gerät
Anzeigen:	LED für Programmierung und Quittungssignal
Sendekanäle:	2, getrennt konfigurierbar
FS20-Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM
FS20-Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Versorgungsspannung:	4,5 bis 7 Vdc
Gehäuse-Schutzart:	IP 65
Gehäuseabmessungen (B x H x T):	115 x 55 x 90 mm

Allgemeines

Der FS20-Radarbewegungsmelder arbeitet mit einem Radarsensor im 24-GHz-Mikrowellenbereich nach dem Dopplerprinzip. Da Radarwellen verschiedene Arten von Materie durchstrahlen, kann eine vollkommen unsichtbare Montage erfolgen, z. B. hinter Abdeckungen aus Holz oder Kunststoff. Des Weiteren ist zur sicheren Erfassung kein Temperaturunterschied zur Umgebung erforderlich, wodurch neben Lebewesen auch beliebige Gegenstände aus leitendem Material erfasst werden können.

Zur Anpassung an die individuellen Gegebenheiten stehen beim FS20-Radarsensor 4 wählbare Ansprechempfindlichkeiten zur Verfügung, wobei die Erfassungsdistanz im Freifeld ca. 6 bis 10 m beträgt. Innerhalb von Gebäuden kann sich die Distanz aufgrund von Reflexionen sogar erhöhen. Der horizontale Erfassungswinkel beträgt 80° und vertikal werden Bewegungen in einem Winkel von 32° erfasst.

Das Aussenden der FS20-Befehle kann beim FS20 RBM auf zwei getrennt konfigurierbaren Kanälen erfolgen, wobei auch für beide Kanäle getrennte Ansprechempfindlichkeiten definiert werden können. Des Weiteren lassen sich die Kanäle einzeln aktivieren und deaktivieren.

Der Betrieb des FS20 RBM ist sowohl mit Batterien (3 x LR6, Mignon) als auch mit einer externen Versorgungsspannung möglich. Bei Batteriebetrieb ist das Gerät vollkommen mobil einsetzbar, wobei die Batterielebensdauer ca 3 bis 4 Monate beträgt. Natürlich ist auch der Einsatz von wiederaufladbaren Akkus möglich.

Bei fester Installation empfiehlt es sich, das Gerät mit einer externen Gleichspannung zwischen 4,5 V und 7 V zu versorgen. Durch 3 unterschiedliche Montagemöglichkeiten des eigentlichen Sensors und auf der Basis, dass Mikrowellen Materie durchstrahlen, kann die Objekterfassung durch den Gehäuseboden, durch den Gehäusedeckel oder seitlich durch die Gehäusewand erfolgen. Der unsichtbare (versteckte) Einbau des Gerätes wird dadurch erheblich erleichtert. Das Gerät kann bei der Erfassung durch den Gehäuseboden z. B. einfach auf eine Zwischendecke gelegt oder rückseitig hinter eine Holzverkleidung geschraubt werden.

Natürlich werden vom FS20 RBM die geltenden Vorschriften, die bei der Abstrahlung von elektromagnetischen Wellen im Mikrowellenbereich gelten, genau eingehalten. Getrennte Sende- und Empfangsantennen sorgen bei dem von uns eingesetzten Radarsensor von InnoSent für eine hohe Empfindlichkeit, und durch planare Anordnung der Antennenstrukturen wird eine besonders flache Bauweise des eigentlichen Sensormoduls ermöglicht. Auch wenn Radarwellen Kunststoff-Materialien sehr gut durchstrahlen, muss immer ein Luftzwischenraum von ca. 6 mm zwischen den Antennenstrukturen und der Abdeckung bleiben. Beim Gehäuse ist zu beachten, dass Lackbeschichtungen und Verschmutzungen eine deutliche Dämpfung bewirken können. Tabelle 1 zeigt an einigen Beispielen, welche Materialien durchstrahlt werden und welche nicht. Daher sind bei der Installation auch die Besonderheiten der Objekterfassung mit Hilfe von Radarwellen zu berücksichtigen. Um unerwünschte Auslösungen, z. B. durch bewegte Äste im Wind, zu verhindern, ist im Außenbereich eine sehr sorgfältige Auswahl der Montageposition erforderlich. Im Innenbereich ist die unmittelbare Nähe zu Leuchtstofflampen zu vermeiden. Zu bedenken ist auch, dass unter Umständen Bewegungen hinter einer Wand erfasst werden.

Um einen möglichst geringen Stromverbrauch zu erreichen, erfolgt beim FS20 RBM die Objekterfassung im 2-Sekunden-Raster, wobei die Messdauer jeweils 75 ms beträgt. Im Gegensatz zu Infrarot-Bewegungsmeldern haben Radarsensoren die höchste Empfindlichkeit in radialer Bewegungsrichtung. Die Einsatzmöglichkeiten des FS20 RBM sind vielfältig, da per Funk beliebige FS20-Funkempfänger angesteuert werden können. Das Gerät ordnet sich komplett in das FS20-Code- und-Adresssystem ein. Zur FS20-Programmierung sind auf der Leiterplatte 4 Taster und eine Kontroll-LED vorhanden. Die LED leuchtet bei den verschiedenen Programmierfunktionen und beim Aussenden eines FS20-Befehls kurz auf.

Die komplette Elektronik des FS20-Radarbewegungsmelders ist in einem spritzwassergeschützten Gehäuse (IP 65) untergebracht. Bei externer Spannungsversorgung wird die Anschlussleitung über eine wasserdichte Verschraubung (M 16) in das Gehäuseinnere geführt.

Bei der externen Spannungsversorgung ist folgender Hinweis noch zu beachten: Zur Gewährleistung der elekt-

Tabelle 1: Mikrowellen-Durchstrahlung von Materie

Schaumstoff:	hervorragende Durchstrahlung, keine messbare Dämpfung
Kunststoffe:	sehr gute Durchstrahlung, Dämpfung 0,5–3 dB, je nach Dicke und Abstand
Trockenes Holz:	gute Durchstrahlung
Nasses Holz:	Dämpfung bis zu 10 dB
Trockene Kleidung:	gute Durchstrahlung, kaum Dämpfung
Nasse Kleidung:	Dämpfung bis zu 20 dB
Regen:	Dämpfung bis 6 dB
Eis:	Dämpfung ca. 10 dB
Lebewesen (Menschen, Tiere):	keine Durchstrahlung, Beugung, Absorption und Reflexion
Metall:	keine Durchstrahlung, volle Reflexion
Wasser:	keine Durchstrahlung, volle Absorption

rischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem ist eine Quelle begrenzter Leistung erforderlich, die nicht mehr als 15 W liefern kann.

Schaltung

Die Schaltung des FS20 RBM ist in Abbildung 1 dargestellt und trotz der innovativen Technik recht einfach. Hohe Anforderungen bestehen hingegen beim Schaltungslayout und bei der Bauteilpositionierung, da der empfindliche Sensor nur Ausgangsspannungen im μV -Bereich liefert und dadurch eine sehr hohe Verstärkung zwischen dem Sensorausgang und dem A/D-Wandler-Eingang des Mikrocontrollers erforderlich ist. Um Störeinflüsse auf den Sensor zu vermeiden, sind eine ganze Reihe an Schaltungsmaßnahmen erforderlich.

Der eigentliche Radarsensor des Typs IPM-365 ist links im Schaltbild zu sehen und hat nur 3 Anschlüsse, bestehend aus Schaltungsmasse, Versorgungsspannung und dem Dopplersignal-Ausgang. An die Versorgungsspannung des Sensors werden besonders hohe Anforderungen gestellt, da es hier sehr leicht zu Störeinkopplungen kommen kann. Der Sensor wird darum mit einem getrennten Spannungsregler (IC 2) versorgt. Da der Sensor eine relativ hohe Stromaufnahme (ca. 30 mA) hat, wird dieser nur im 2-Sekunden-Raster während der 75 ms langen Messphase über T 1 mit Spannung versorgt. Der FET-Transistor T 1 wird wiederum von Port PD 3 des Mikrocontrollers gesteuert. Über die zur hochfrequenten Störunterdrückung dienende Spule L 3 gelangt die Spannung dann zum Sensor. Die Kondensatoren C 1 sowie C 3 bis C 6 und C 9 bis C 14 verhindern die bereits erwähnten hochfrequenten Störeinkopplungen auf den Spannungseingang des Radarsensors. Schwingneigungen am Ausgang des Spannungsreglers werden mit Hilfe des Elkos C 2 verhindert.

Das im μV -Bereich liegende Dopplersignal des Sensors gelangt auf Pin 2 des CMOS-Schalters IC 3. Nur während der 75 ms langen Messphase sind Pin 2 und Pin 1 des CMOS-

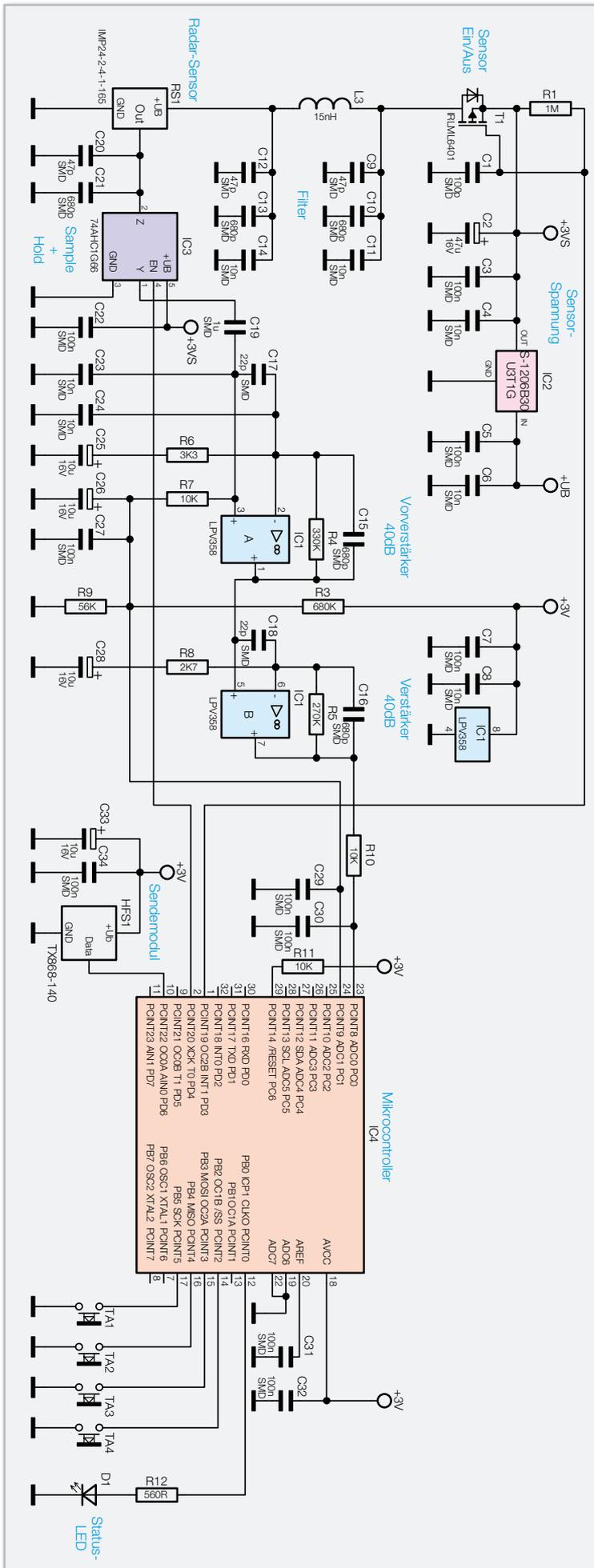


Bild 1: Hauptschaltbild des FS20 RBM

Schalters IC 3 verbunden. Das Signal gelangt danach über C 19 gleichspannungsmäßig entkoppelt auf den nicht-invertierenden Eingang der ersten mit IC 1 A aufgebauten Verstärkerstufe. Über R 7 liegt der Arbeitspunkt des Verstärkers auf der mit dem Spannungsteiler R 3, R 9 vorgegebenen Spannung, während C 26 und C 27 zur Pufferung und zur Störunterdrückung dienen. Am Sensorausgang verhindern C 20, C 21 hochfrequente Störeinkopplungen auf den Verstärker.

Das Verhältnis der Widerstände R 4 im Rückkopplungszweig und R 6 bestimmt die Wechselspannungsverstärkung dieser Stufe (ca. 40 dB). Aufgrund des Kondensators C 25 erfolgt keine Gleichspannungsverstärkung. Gleichzeitig legt dieser Kondensator die untere Grenzfrequenz der ersten Stufe fest. C 15 begrenzt die obere Grenzfrequenz und dient gleichzeitig zur Schwingneigungsunterdrückung der ersten Verstärkerstufe. Das Ausgangssignal von IC 1 A wird direkt auf den nicht-invertierenden Eingang eines weiteren mit IC 1 B aufgebauten Verstärkers gekoppelt. Die Verstärkung dieser Stufe beträgt ebenfalls 40 dB und wird durch das Verhältnis der Widerstände R 5 zu R 8 bestimmt. Hier bewirkt C 28 eine gleichspannungsmäßige Entkopplung des Rückkopplungszweigs und C 16 dient zur Begrenzung der oberen Grenzfrequenz.

Das Ausgangssignal der zweiten Verstärkerstufe (IC 1 B) wird über R 10 auf den A/D-Wandler-Eingang des Mikrocontrollers (PC 0) gegeben.

Auf den zweiten A/D-Wandler-Eingang des Mikrocontrollers (PC 1) gelangt die Arbeitspunktspannung des Verstärkers als Referenz. Der Controller vergleicht die Ausgangsspannung des Verstärkers mit der Referenzspannung und sendet einen FS20-Befehl, wenn die Differenz einen vorgegebenen Wert überschreitet. Die Kondensatoren C 29 und C 30 verhindern Störeinkopplungen an den A/D-Wandler-Eingängen.

Mit den Tasten TA 1 bis TA 4 erfolgt die FS20-Konfiguration und Programmierung am Gerät. Da diese Ports über interne Pull-ups verfügen, ist hier keine weitere Beschaltung erforderlich.

Die Kontroll-LED D 1 wird über R 12 zur Strombegrenzung von Port PB 0 gesteuert.

Das im 868-MHz-ISM-Band arbeitende HF-Sendemodul wird direkt von Port PD 6 des Mikrocontrollers gesteuert.

In Abbildung 2 ist die Spannungsversorgung des FS20 RBM dargestellt. Je nachdem, ob die Schaltung mit 3 Mignonzellen oder durch eine externe Spannung von 4,5 V bis 7 V (angeschlossen an KL 1) versorgt wird, ist der Kodierstecker J 1

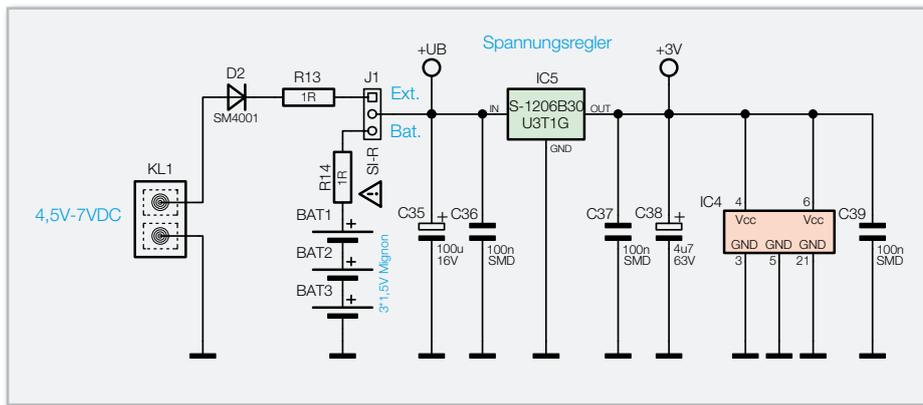


Bild 2: Spannungsversorgung des FS20 RBM



Bild 3: Seitlich angelötetes HF-Sendemodul

zu setzen. Die jeweils selektierte Spannung gelangt auf den Pufferelko C 35 und die Eingänge der Spannungsregler IC 2 und IC 5.

Während, wie bereits beschrieben, IC 2 den Sensor versorgt, liefert IC 5 die stabilisierte Betriebsspannung für die weitere Schaltung des FS20 RBM. Am Ausgang von IC 5 dient C 38 zur Pufferung und C 37, C 39 zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Nachbau

Der praktische Aufbau des FS20-Radarbewegungsmelders FS20 RBM ist recht schnell erledigt, da alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind. Von Hand zu verarbeiten sind daher nur noch wenige Bauteile in konventioneller bedrahteter Bauform.

Wir beginnen dabei mit den 4 Miniaturstastern, die vor dem Verlöten plan auf der Platinoberfläche aufliegen müssen. Bei der danach einzulötenden Kontroll-LED D 1 ist der Anodenanschluss (+) durch ein längeres Anschlussbeinchen gekennzeichnet.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die 3-polige Stiftleiste J 1 eingelötet und direkt mit dem zugehörigen Kodierstecker bestückt.

Beim Einlöten der Schraubklemme KL 1 ist darauf zu achten, dass das Bauteil vor dem Festsetzen mit ausreichend Lötzinn plan auf der Platinoberfläche aufliegen muss.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die Elektrolytkondensatoren an der Reihe, wobei unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten ist. Vorsicht! Falsch gepolte Elkos können explodieren oder auslaufen.

Die 3 Kunststoff-Batteriehalter sind so auf die Platine zu setzen, dass jeweils das Batteriesymbol mit der Polaritätskennzeichnung im mittleren Bereich zu erkennen ist. Nach dem Einrasten der Batteriehalter in die dafür vorgesehenen Schlitze der Leiterplatte werden die Kontakte bestückt. Es ist sinnvoll, jeweils vor dem Verlöten an der SMD-Seite eine Batterie zur Fixierung einzusetzen. Beim Lötvorgang ist eine ausreichend große Lötspitze zu verwenden.

Das HF-Sendemodul HFS 1 ist, wie in Abbildung 3 zu sehen, seitlich im rechten Winkel an die Basisplatine anzulöten, und über die OP-Schaltung (IC 1) ist eine Abschirmhaube zu löten (siehe Abbildung 4).

Je nach gewünschter Erfassungsrichtung gibt es für das Radar-Sensormodul RS 1 drei unterschiedliche Einbaumöglichkeiten, die in den Abbildungen 4 bis 6 zu sehen sind.

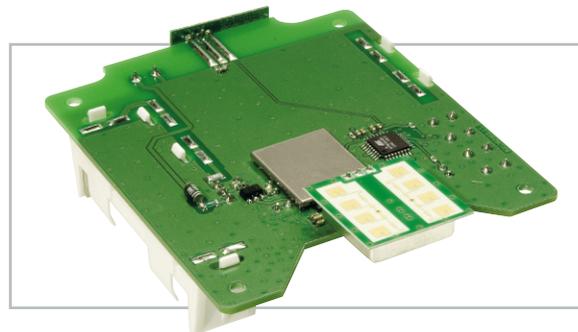


Bild 4: Sensormontage an der Platinenunterseite



Bild 5: Radarerfassung durch den Gehäusedeckel

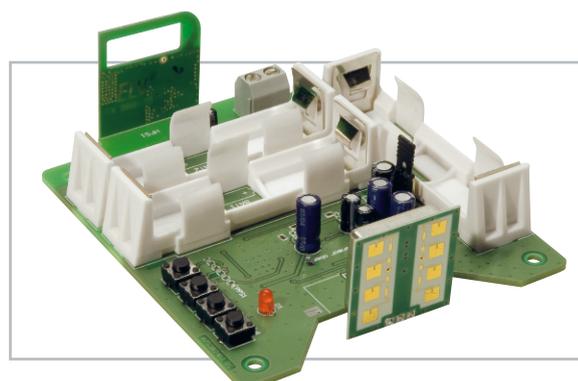
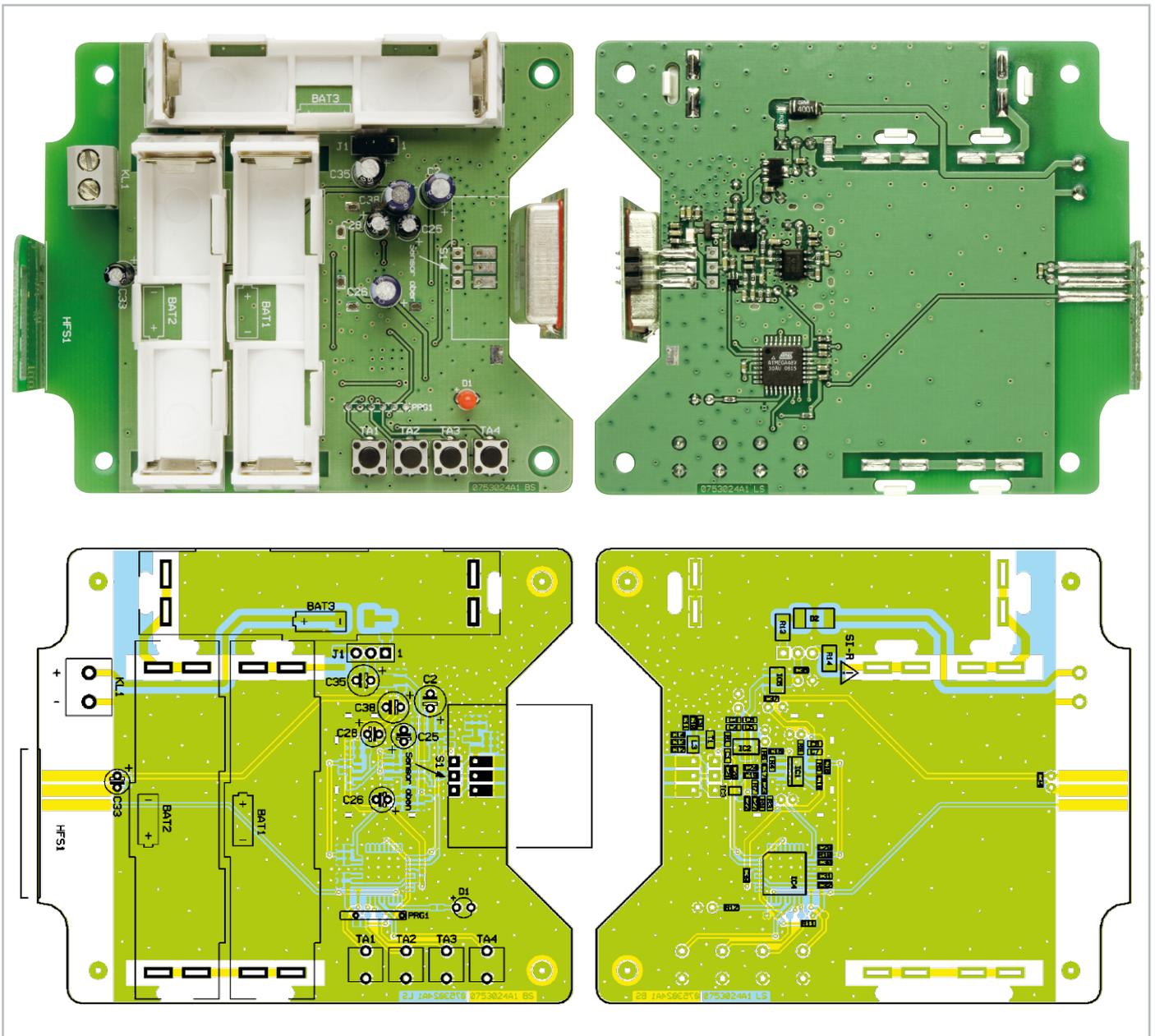


Bild 6: Montage des Sensors bei seitlicher Objekterfassung (durch die Gehäuse-Seitenwand)



Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20 RBM mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Oberseite, rechts von der SMD-Seite ohne Abschirmhaube über IC 1 (Darstellungsgröße 95 %)

Wird der Sensor an der Platinenunterseite (SMD-Seite) montiert (siehe Abbildung 4), erfolgt die Erfassung durch den Gehäuseboden. Diese Einbauweise ist sinnvoll, wenn der Radarbewegungsmelder z. B. hinter einer Abdeckplatte montiert wird und die Erfassung der bewegten Objekte durch die Platine erfolgen soll.

Die zweite Einbauvariante ist in Abbildung 5 zu sehen und sinnvoll bei der Montage des Bewegungsmelders an einer Wand. Die Erfassung erfolgt in diesem Fall durch den Gehäusedeckel.

Als dritte Möglichkeit steht die vertikale Montageposition des Sensors zur Verfügung, wie in Abbildung 6 zu sehen. Die Objekterfassung erfolgt dann durch die Seitenwand des Gehäuses.

Achtung! Beim Radarmodul handelt es sich um ein ESD-empfindliches Bauelement, das durch statische Aufladung leicht gefährdet wird. Bei allen Arbeiten mit einem nicht ein-

gelöteten Radarmodul ist darauf zu achten, dass die daran arbeitenden Personen nebst Hilfsmitteln nach ESD-Vorschriften geschützt sind. Dies beginnt bereits beim Herausnehmen des Moduls aus der Verpackung, wobei es am sichersten ist, das Modul lediglich seitlich an der Platine zu greifen, jedoch nie die drei Anschlüsse der Stiftleiste zu berühren.

Tabelle 2: Werkseinstellungen

Adresse Kanal 1	11 11
Adresse Kanal 2	11 12
Sendebefehl Kanal 1	34 (Ein für Einschaltdauer)
Sendebefehl Kanal 2	44 (Kanal deaktiviert)
Einschaltdauer Kanal 1 und 2	44 21 (1 Minute)
Sendebefehl Kanal 1 und 2	2 (24 Sekunden)
Empfindlichkeit Kanal 1 und 2	2 (hohe Empfindlichkeit)
Hauscode	Zufallszahl

Vorbereitete Platine des Radarbewegungsmelders für den Einbau in das Aufputz-Gehäuse



Stückliste: FS20 RBM

Widerstände:

1 Ω /SMD/1206	R13
Sicherungswiderstand 1 Ω /SMD/1206	R14
560 Ω /SMD/0603	R12
2,7 k Ω /SMD/0603	R8
3,3 k Ω /SMD/0603	R6
10 k Ω /SMD/0603	R7, R10, R11
56 k Ω /SMD/0603	R9
270 k Ω /SMD/0603	R5
330 k Ω /SMD/0603	R4
680 k Ω /SMD/0603	R3
1 M Ω /SMD/0603	R1

Kondensatoren:

22 pF/SMD/0603	C17, C18
47 pF/SMD/0603	C9, C12, C20
100 pF/SMD/0603	C1
680 pF/SMD/0603	C10, C13, C15, C16, C21
10 nF/SMD/0603	C4, C6, C8, C11, C14, C23, C24
100 nF/SMD/0603	C3, C5, C7, C22, C27, C29–C32, C34, C36, C37, C39
1 μ F/SMD/0603	C19
4,7 μ F/63 V	C38
10 μ F/16 V	C25, C26, C28, C33
47 μ F/16 V	C2
100 μ F/16 V	C35

Halbleiter:

LPV358/SMD	IC1
S-1206B30-U3T1G	IC2, IC5
74AHC1G66GW/SMD/NXP	IC3
ELV07719/SMD	IC4
IRLML6401/SMD	T1
SM4001/SMD	D2
LED, 3 mm, Rot, low current	D1

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 15 nH/0805	L3
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, print	TA1–TA4
Radarsensor IPM365 (IPM24-2-4-1-165)	RS1
Sendemodul TX868-140, 868 MHz	HFS1
3 Mignon-Batteriekontakte, print	BAT1–BAT3
Mignon-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1–BAT3
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print	J1
Jumper	J1
1 Kabeldurchführung, ST-M16 x 1,5 mm, Silbergrau	
1 Kunststoffmutter, M16 x 1,5 mm, Silbergrau	
4 Distanzrollen, M3 x 10 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm	
4 Fächerscheiben, M3	
1 Abschirmgehäuse, bearbeitet	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP 65, Typ G212, komplett, bedruckt	

Ist das Modul erst einmal in die Schaltung eingelötet, besteht nahezu keine Gefahr mehr, den Sensor zu zerstören. Nach dem Einlöten des Radarmoduls ist die Platine bereits vollständig bestückt und kann in das dafür vorgesehene Gehäuse eingebaut werden.

Der Gehäuseeinbau ist abhängig von der Montageposition des Sensors. Bei der Objekterfassung durch den Gehäusedeckel oder bei seitlicher Erfassung wird die Platine direkt in das Gehäuseunterteil gesetzt und mit vier Schrauben M3 x 6 mm fest verschraubt. Unter jedem Schraubkopf ist eine M3-Fächerscheibe unterzulegen. Bei der Objekterfassung durch den Gehäuseboden (Radarsensor ist an der Platinenunterseite, SMD-Seite, montiert) benötigt die Platine einen zusätzlichen Abstand von 10 mm zum Gehäuseboden. In diesem Fall werden zwischen der Platine und den Schraubdomen im Gehäuseunterteil vier Abstandsrollchen von 10 mm Länge gesetzt. Die Leiterplattenbefestigung erfolgt dann mit Schrauben M3 x 16 mm, wobei auch hier unter jedem Schraubkopf eine M3-Zahnscheibe erforderlich ist.

Schnell-Inbetriebnahme mit Werkseinstellung

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung muss das System (insbesondere die Verstärkerstufen) einschwingen. Daher bleibt für die ersten 5 Minuten nach Anlegen der Betriebsspannung die Radarerfassung deaktiviert.

Der FS20 RBM ist mit den Werkseinstellungen 5 Minuten nach Anlegen der Betriebsspannung betriebsbereit. Den Empfängern sind lediglich nach den FS20-Konventionen der Hauscode (zufällig) und die Adresse (Kanal 1: 11 11; Kanal 2: 11 12) zu übermitteln.

Dazu ist der jeweilige Empfänger entsprechend seiner Bedienungsanleitung in den Programmier-Modus zu versetzen und erst danach ist die Betriebsspannung an den FS20 RBM anzulegen. Innerhalb der ersten 5 Minuten sind für Kanal 1 Taste 1 oder 2 und für Kanal 2 Taste 3 oder 4 am FS20 RBM zu drücken. Sobald die Status-LED am Empfänger verlischt, hat dieser die Codierung empfangen.

Nun kann man die Schaltfunktionen durch kurzes Drücken der Tasten 2 oder 1 (Kanal 1 Ein/Aus) bzw. der Tasten 4 oder 3 (Kanal 2 Ein/Aus) testen.

Dabei müssen die zugeordneten Empfänger ein- und ausschalten. Bei jedem Aussenden eines Befehls leuchtet die Leuchtdiode am FS20 RBM kurz auf. Damit ist der FS20 RBM in der Werkseinstellung betriebsbereit. Im Auslieferungszustand sind die Einstellungen so gesetzt, wie in Tabelle 2 dargestellt. In Tabelle 3 sind die verschiedenen Funktionen zu sehen, die mit den Tasten aufrufbar sind. Manuelles Schalten ist durch kurzes Betätigen der Tasten möglich. Durch längeres Betätigen (>1 Sekunde, >5 Sekunden) werden die verschiedenen Programmier-Modi des Gerätes aufgerufen.

Sendebefehl festlegen/ Kanal aktivieren, deaktivieren

Der Sendebefehl (Tabelle 4) ist für beide Kanäle getrennt ein-

Tabelle 3: Tastenbelegung

TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	Funktion
kurz				ausschalten Kanal 1
	kurz			programmierten Befehl senden Kanal 1
		kurz		ausschalten Kanal 2
			kurz	programmierten Befehl senden Kanal 2
1 s	1 s			Timeset Kanal 1
		1 s	1 s	Timeset Kanal 2
5 s				Empfindlichkeit Kanal 1
		5 s		Empfindlichkeit Kanal 2
	5 s			Einschaltdauer Kanal 1
			5 s	Einschaltdauer Kanal 2
5 s	5 s			Adresse Kanal 1
		5 s	5 s	Adresse Kanal 2
5 s			5 s	Sendeabstand Kanal 1
	5 s	5 s		Sendeabstand Kanal 2
5 s		5 s	5 s	Sendebefehl Kanal 1 / (de)aktivieren
5 s	5 s	5 s		Sendebefehl Kanal 2 / (de)aktivieren
5 s		5 s		Hauscode einstellen
	5 s		5 s	Werkseinstellungen

Tabelle 4: Sendebefehl festlegen / Kanal (de)aktivieren

Ziffern	Sendebefehl
11	Ein (auf alter Helligkeit)
12	Aus
13	Ein (auf Helligkeit 12,5 %)
14	Ein (auf Helligkeit 25,0 %)
21	Ein (auf Helligkeit 37,5 %)
22	Ein (auf Helligkeit 50,0 %)
23	Ein (auf Helligkeit 62,5 %)
24	Ein (auf Helligkeit 75,0 %)
31	Ein (auf Helligkeit 87,5 %)
32	Ein (auf Helligkeit 100 %)
33	Aus für die Einschaltdauer
34	Ein (auf alter Helligkeit) für die Einschaltdauer, danach Aus
41	Ein (auf Helligkeit 100 %) für die Einschaltdauer, danach Aus
42	Ein (auf alter Helligkeit) für die Einschaltdauer, danach alter Zustand
43	Ein (auf Helligkeit 100 %) für die Einschaltdauer, danach alter Zustand
44	Kanal deaktiviert

Tabelle 5: Einschaltdauer festlegen

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

stellbar und legt das Schaltverhalten des Empfängers fest. Entsprechend Tabelle 3 sind zum Aufruf von Kanal 1 die Tasten TA 1, TA 3 und TA 4 gleichzeitig gedrückt zu halten, bis die Status-LED blinkt (ca. 5 Sekunden). Zum Aufruf von Kanal 2 werden entsprechend der Tabelle die Tasten TA 1, TA 2 und TA 3 gleichzeitig gedrückt gehalten (auch hier so lange, bis die Status-LED blinkt). Der Sendebefehl zum Festlegen des Schaltverhaltens ist dann Tabelle 4 zu entnehmen. Nach Eingabe der beiden Ziffern für den Sendebefehl verlischt die Kontroll-LED.

Bei einem Dimmer als Empfänger können über den Sendebefehl 8 verschiedene Helligkeitsstufen ausgewählt werden. Mit dem Sendebefehl 44 wird der betreffende Kanal deaktiviert. Bei Batteriebetrieb sollten nicht benötigte Kanäle unbedingt deaktiviert bleiben, um die Batterielebensdauer nicht unnötig zu verkürzen.

Einschaltdauer festlegen

Zum Festlegen der Einschaltdauer bei Kanal 1 ist die Taste TA 2 gedrückt zu halten, bis die Status-LED blinkt (ca. 5 Sek.). Für Kanal 2 wird in der gleichen Weise die Taste TA 4 betätigt. Danach sind nacheinander die 4 Ziffern für die Einschaltdauer einzugeben, wobei nach Eingabe der letzten Ziffer automatisch die Kontroll-LED verlischt. Entsprechend Tabelle 5 geben die ersten beiden Ziffern den Zahlenwert und die folgenden beiden Ziffern den Multiplikator mit der entsprechenden Zeiteinheit an. Für eine Minute ist z. B. die Zifferfolge 4421 und für 4 Minuten die Zifferfolge 4423 einzugeben.

Sendeabstand

Um unnötiges Auslösen in kurzen zeitlichen Abständen zu verhindern, kann der Sendeabstand entsprechend Tabelle 6 vorgegeben werden. Ein langer Sendeabstand schont außerdem die Batterien. Der Einstell-Modus ist für Kanal 1 mit den Tasten TA 1 und TA 4 bzw. für Kanal 2 mit den Tasten TA 2 und TA 3 aufzurufen. Die Tasten sind jeweils so lange gemeinsam gedrückt zu halten, bis die Status-LED blinkt. Nach Eingabe der Ziffer für den Sendeabstand verlischt die Kontroll-LED wieder.

Der Sendeabstand sollte immer kürzer sein als die Einschaltdauer, damit keine Totzeit entsteht, in der ein ferngeschalteter Verbraucher nicht eingeschaltet werden kann. Werkseitig ist der Sendeabstand auf 24 Sek. eingestellt. In Umgebungen, in denen mehr als 180 auslösende Bewegungen pro Stunde stattfinden, darf der Sendeabstand von 8 Sekunden nicht eingestellt werden, da sonst die im belegten Funkkanal max. zulässige Sendedauer pro Stunde (Duty-Cycle) überschritten wird.

Empfindlichkeit

Beim FS20 RBM können für jeden Kanal 4 verschiedene Empfindlichkeiten eingestellt werden. Entsprechend Tabel-

Tabelle 6: Sendeabstand einstellen

Ziffer	Sendeabstand
1	8 s
2	24 s
3	56 s
4	120 s

Tabelle 7: Empfindlichkeit einstellen

Ziffer	Einstellung
1	maximale Empfindlichkeit
2	hohe Empfindlichkeit
3	niedrige Empfindlichkeit
4	minimale Empfindlichkeit

le 3 wird die Empfindlichkeitseinstellung für Kanal 1 mit der Taste TA 1 und die Empfindlichkeitseinstellung für Kanal 2 mit der Taste TA 3 aufgerufen. Nach Eingabe der Ziffer für die gewünschte Empfindlichkeit entsprechend Tabelle 7 verlischt die Kontroll-LED.

Timeset

Soll der vom FS20 RBM angesteuerte Empfänger auch von anderen Sendern (z. B. Handfernbedienungen des FS20-Funk-Schalt-systems) unter Nutzung des internen Timers bedient werden, so ist der interne Timer des Empfängers wie folgend beschrieben zu programmieren:

Das Tastenpaar des Kanals, der dem zu programmierenden Empfänger zugeordnet ist, wird für mindestens 1 Sek. (kürzer als 5 Sek.) gleichzeitig gedrückt. Hierüber wird die Timerzeit-Messung zunächst gestartet und nach Ablauf der gewünschten Zeit auch wieder beendet. Während der Zeitmessung blinkt die LED des Empfängers.

Für die eigentliche Programmierung der Timer gelten die Hinweise in den jeweils zugehörigen Bedienungsanleitungen der Empfänger.

Die programmierbare Einschaltdauer der Sendebefehle 33 bis 43 hat Vorrang vor der internen Timereinstellung des Empfängers. Um mit dem FS20 RBM die interne Timerzeit des Empfängers zu nutzen, ist ein Sendebefehl zwischen 11 und 32 zu wählen.

Adressen und Hauscode einstellen

Bei der Adressierung ist zu beachten, dass der Hauscode als einzige Einstellung für beide Kanäle gleich ist, während die Adressierung auch hier für beide Kanäle getrennt erfolgt. Näheres zur Adressierung und ihrer Systematik ist in der mit dem FS20 RBM gelieferten Bedienungsanleitung ausgeführt. Die entsprechende Codierungsfunktion wird entsprechend Tabelle 3 aufgerufen, und wenn die LED blinkt, sind die gewünschten Ziffern mit den entsprechenden Tasten nacheinander einzugeben. Nach Eingabe der letzten Ziffer verlischt die LED.

ELV



Elektrisch steuerbarer Kapillareffekt für hochwertige Displays und Flüssiglinsen

Electrowetting - altes Prinzip in neuen Anwendungen

Die Vielfalt der Displaytechnologien hat seit wenigen Jahren durch den Electrowetting-Ansatz (to wet = benetzen) eine Erweiterung erfahren, die zu großen Erwartungen Anlass gibt. Dabei wird auf eine veränderliche Lichtdurchlässigkeit (light transmission) eines Display-Pixels über den elektrisch steuerbaren Kapillareffekt gesetzt. Dahinter verbirgt sich die Beeinflussung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten und damit deren Benetzungsverhalten an Grenzflächen durch ein elektrisches Feld. Dieser Effekt ist unabhängig von der Polarität des Feldes und reversibel.

Oberflächenspannungen

In einer Flüssigkeit herrschen im Inneren zwischen allen Molekülen gleiche Bindungskräfte. Anders am Rand oder, wie der Physiker sagt, an einer Grenzfläche zu einem anderen Medium, nehmen wir an Luft. Hier fehlen die Bindungskräfte aus der Luftseite und es ergeben sich resultierende Kräfte, welche die Teilchen im Bereich der Oberfläche nach innen ziehen wollen. Die Summe dieser Kräfte bewirkt eine mechanische Spannung der Wasseroberfläche. Diese Oberflächenspannung hat die Tendenz zur Bildung einer möglichst kleinen, energiearmen Oberfläche. Das kann man an einem tropfenden Wasserhahn gut studieren. Die Abbildungen 1a bis 1c zeigen die drei Phasen der Entstehung eines Tropfens.

In der ersten Phase (Abbildung 1a) sammelt sich Wasser am Ausfluss des Hahns. Dies wird von der Oberflächenspannung wie von einer umgebenden elastischen Hülle zusammengehalten. Hat sich so viel Wasser angesammelt, dass sein Ge-

wicht größer als die Oberflächenspannung ist, löst sich ein Teil des Wassers und fällt nach unten (Abbildung 1b). Dabei

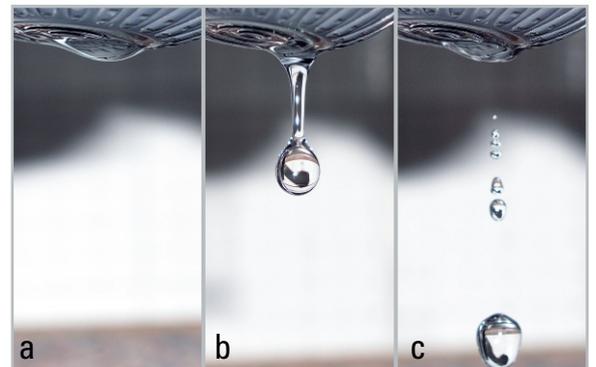


Bild 1: Wasser sammelt sich am Auslass des Wasserhahns zu einem „Wassersack“ mit einer gewissen Größe an, um dann abzubrechen, wenn die Oberflächenspannungskräfte im Tropfen der Gewichtskraft unterliegen. Im Fall nimmt der Wassertropfen seine typische Form an.

entsteht eine Form mit möglichst kleiner Oberfläche, also eine Kugel. Andere angreifende Kräfte (Schwerkraft, Luftreibung) verursachen die typische Tropfenform (Abbildung 1c).

An festen Grenzflächen haftet der Tropfen mehr oder weniger großflächig an. Dies ist abhängig davon, ob es sich um eine hydrophile (wasserannehmende) oder hydrophobe (wasserabweisende) Festkörperoberfläche handelt. Bei einem gut gewachsenen und polierten Autolack gibt es daher nur kleine Berührungsflächen. Wassertropfen formen sich rund aus und perlen leicht ab.

Die Oberflächenspannung kann das Einsinken leichter Objekte mit hydrophoben Oberflächen verhindern. Ein Beispiel dafür ist der Wasserläufer, der ohne einzutauchen von der Wasseroberfläche getragen wird (Abbildung 2). Entsprechendes kann man beobachten, wenn man ein Stück Alufolie oder eine Rasierklinge vorsichtig auf eine Wasseroberfläche legt. Das Nichteintauchen hat nichts mit Schwimmen zu tun (wo die Auftriebskraft in Höhe der Gewichtskraft des verdrängten Wassers einen Gegenstand am Versinken hindert). Erst wenn man die Folie und Rasierklinge durch die Wasseroberfläche drückt, also die Oberflächenspannung überwindet, sinken beide ab, weil sie zu wenig Auftrieb erzeugen. Das Gleiche kann man beobachten, wenn man die Wasseroberfläche durch Zugabe von etwas Spülmittel entspannt.

Historisches

Bereits vor 132 Jahren veröffentlichte der französische Physiker Gabriel Lippmann (Abbildung 3) (1845–1921) einen Aufsatz, der sich mit dem Grenzflächenverhalten von Flüssigkeiten (Kapillareffekte) unter dem Einfluss elektrischer Spannungen beschäftigte (G. Lippmann, „Relations entre les phénomènes électriques et capillaires“, Ann. Chim. Phys., 5, 494–549; 1875). Eine seiner Erkenntnisse war, dass sich die Benetzungseigenschaften von Flüssigkeiten direkt an der Grenzfläche durch elektrische Felder verändern lassen, d. h. ohne dass ein andauernder Strom fließt. Den ins Englische übersetzten französischsprachigen Originalaufsatz von Lippmann und eine umfassende Darstellung des Gebiets findet der umfassend Interessierte in einem Aufsatz von F. Mugele und J.-C. Baret im Journal of Physics: Condensed Matter, 17 (2005), R 705–R774.

Der Electrowetting-Effekt

Der Electrowetting-Effekt lässt sich mit einem einfachen Experiment demonstrieren. Die Anordnung in Abbildung 4 besteht aus einer isolierenden Dielektrikumsschicht mit der relativen Dielektrizitätskonstante ϵ_r und der Dicke d , die an der Unterseite mit einer leitenden Fläche (Gegenelektrode) verbunden ist. Auf ihrer Oberseite befindet sich ein Flüssigkeitstropfen, der je nach Oberflächenbeschaffenheit des Dielektrikums eine mehr oder weniger runde Form hat. Wegen der ebenen Unterseite und der nach außen gewölbten Oberseite nennt man die Tropfenform planar-konvex.

Sticht man nun in den Tropfen eine dünne Elektrode ein, ändert dies seine Form zunächst nicht. Zwischen den Grenz-



Bild 2: Wasserläufer schwimmen nicht, sondern sie laufen auf dem Wasser. (Quelle: Markus Gaida)



Bild 3: Gabriel Lippmanns Grundlagenforschungen haben der Electrowetting-Wissenschaft den Weg geebnet. (Quelle: Wikipedia)

schichten Dielektrikum–Luft und Flüssigkeit–Luft besteht ein Winkel von $\theta(0)$. Weil zwischen Elektrode und Gegenelektrode keine Spannung anliegt, spricht man auch vom Material-Kontaktwinkel (oder Young'scher Kontaktwinkel). Wenn jedoch zwischen Elektrode und Gegenelektrode eine Spannung U angelegt wird, zerfließt der Tropfen, er wird breiter und flacher. Offensichtlich hat sich seine Oberflächenspannung verringert. Der Winkel zwischen der Tropfenoberfläche und dem Dielektrikum ist nun $\theta(U) < \theta(0)$. Nach dem Entfernen der Spannung nimmt der Tropfen wieder seine Ausgangsform ein. Die Lippmann-Gleichung (Gleichung 1) beschreibt dies.

$$\cos \theta(U) = \cos \theta(0) + \frac{\epsilon_r \epsilon_0 U^2}{2 \sigma_{lg} d} \quad (1)$$

Dabei ist σ_{lg} die Grenzflächenenergie zwischen Flüssigkeit (liquid) und Luft (gas).

Die Herleitung dieser Beziehung ist mit etwas Wissen über Grenzflächenchemie und Elektrostatik relativ einfach. Die Oberflächenenergie oder Oberflächenspannung (γ) ist als diejenige Energie definiert, die erforderlich ist, um die Ober-

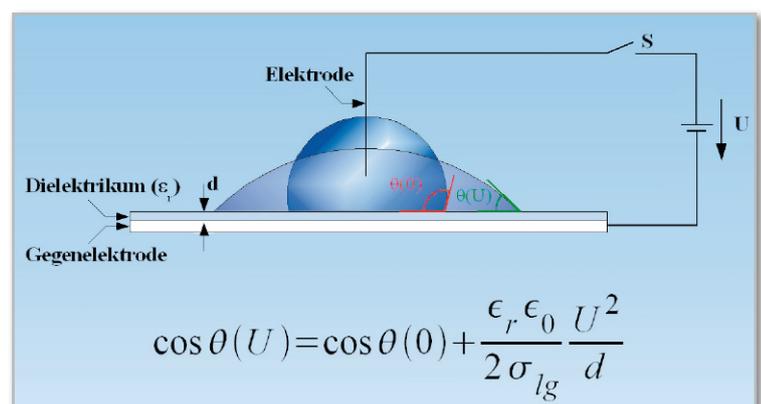


Bild 4: Je größer die elektrische Spannung, umso kleiner die Oberflächenspannung und umso breiter der Tropfen

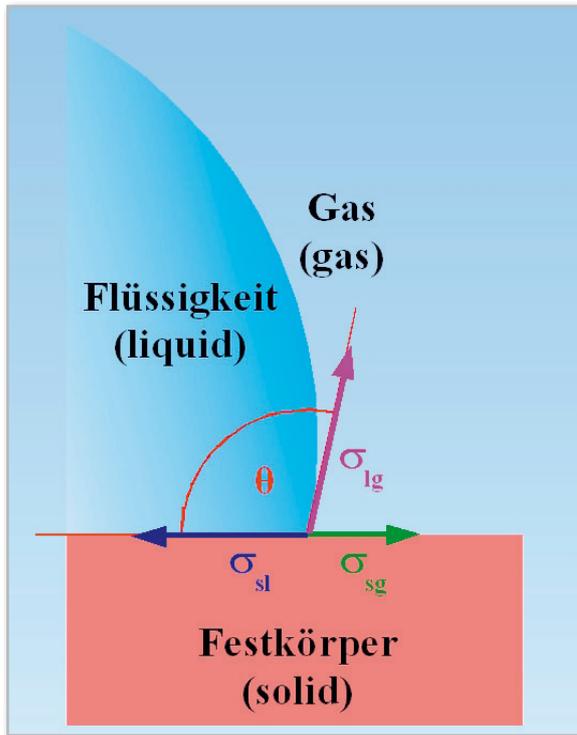


Bild 5: Mit diesen Bezeichnungen für die Spannungen an den gemeinsamen Grenzen von Flüssigkeit, Gas und Festkörper kann man die Young'sche Gleichung herleiten.

fläche eines Mediums zu vergrößern. Sie ist am einfachsten am Beispiel einer Seifenblase zu verstehen. Gleichermäßen existiert sie bei einem Flüssigkeitstropfen nur an dessen Oberfläche.

Eine Betrachtung der Dimensionen erklärt, warum Oberflächenenergie und Oberflächenspannung synonym gebraucht werden dürfen. Aus der Definition von γ als Oberflächenenergie ist die Dimension Energie/Fläche also Joule/m² ersichtlich. Wird die Energie Joule als das Produkt aus Kraft und Weg (Nm) interpretiert, verbleibt Kraft/Weg (N/m), also die Dimension einer mechanischen Spannung, wie sie z. B. beim „Spannen“ einer Feder auftritt.

Gehen wir von einem Tropfen auf einer festen Oberfläche aus, der von Luft umgeben ist.

Wir haben es hier mit einem Dreiphasensystem zu tun, weil es von Gas (Luft), Festkörper (Materialoberfläche) und Flüssigkeit (Wasser) gebildet wird. An der Berührungskante der drei Medien bildet sich ein Kontaktwinkel Θ zwischen der Flüssigkeit und der Festkörperoberfläche aus, der durch die Young-Gleichung beschrieben wird (vergl. Abbildung 5 und Gleichung 2).

$$\sigma_{sl} + \sigma_{lg} \cdot \cos \theta = \sigma_{sg} \quad \text{Young-Gleichung} \quad (2)$$

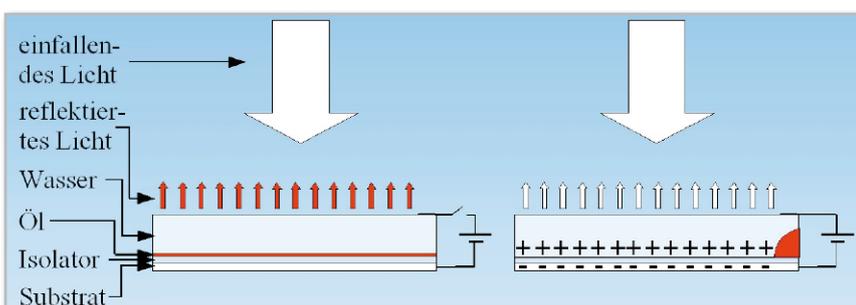


Bild 6: In dieser Stapelanordnung bewirkt das Anlegen einer Spannung das Verdrängen des Ölfilms. Damit ist der reflektierende Hintergrund freigelegt.

Die Indizes der Grenzflächenspannungen σ geben an, welche Grenzflächen aufeinandertreffen, z. B. ist σ_{lg} die resultierende Spannung in der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit (liquid) und Gas (gas).

Wird nun der Festkörper als Kondensator (also als mit Elektroden beschichtetes Substrat) ausgebildet, den man auf eine Spannung U auflädt, ist in ihm die Energie

$$\frac{\epsilon_0 \epsilon_r U^2}{2} \frac{U^2}{d}$$

gespeichert. Weil diese von einer externen Spannungsquelle herrührt, muss sie von der Grenzflächenenergie zwischen Tropfen und Substrat abgezogen werden (Gleichung 3).

$$\sigma_{sl}(U) = \sigma_{sl} - \frac{\epsilon_0 \epsilon_r U^2}{2} \frac{U^2}{d} \quad (3)$$

Setzt man Gleichung 3 in Gleichung 2 ein und löst nach $\cos \theta$ auf, ergibt sich die Lippmann-Gleichung (Gleichung 1).

An dieser erkennt man: Das Dielektrikum muss eine hohe relative Dielektrizitätskonstante aufweisen und möglichst dünn sein, um mit nicht allzu großen Spannungen nennenswerte Winkeländerungen hervorrufen zu können.

Bei Tröpfchendurchmessern in der Größenordnung von 1 mm und einer Dielektrikumdicke von 1 μm sind mit einer Spannung von 30 V in 100 ms Winkeländerungen von 70 bis 80 $^\circ$ zu erzielen.

Anwendungen des Electrowetting-Effekts

Bei entsprechender Ausgestaltung der Geometrie der Elektroden, des Flüssigkeitsraums, der Flüssigkeitsmischungen und der anderen beteiligten Materialien sind zahlreiche Anwendungen in den Bereichen Displays, Flüssiglinsen und mikrofluidische Systeme möglich.

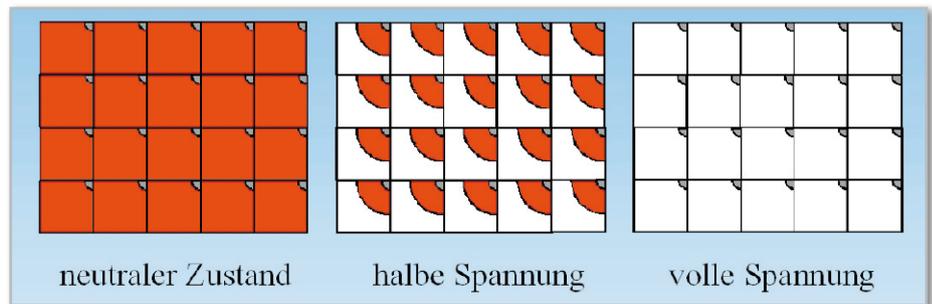
Dieser Artikel will sich auf Displays und Linsen beschränken.

Displays nach dem Electrowetting-Prinzip

Electrowetting-Displays (EWDs) sind wie jedes digitale Display in horizontal und vertikal angeordnete Bildpunkte gegliedert.

Weil bei dem EW-Effekt kein Licht freigesetzt wird, benötigen diese Displays zur Darstellung Umgebungslicht.

Bild 7: Wenn an allen Pixeln eines monochromen Electrowetting-Displays keine elektrische Spannung anliegt, zeigt das Display die Farbe des Ölfilms (Rot), im Zwischenbereich eine entsättigte Farbe und bei voller Verdrängung des Ölfilms Weiß.



Einfarbig

Jedes Pixel eines EWDs besteht im Prinzip aus 4 übereinander liegenden Schichten: einem weiß reflektierenden Trägersubstrat mit transparenter Gegenelektrode, einer transparenten hydrophoben (wasserabweisenden) Isolation, gefärbtem Öl und Wasser mit Elektrode. Im spannungslosen Gleichgewicht bildet das Öl einen gleichmäßigen Film zwischen dem Wasser und der wasserabweisenden Isolationsschicht (Abbildung 6 links). Damit hat das System den niedrigstmöglichen Energiezustand angenommen. Wird die Zelle mit weißem Licht bestrahlt, reflektiert sie jetzt in der Farbe der Ölschicht.

Wenn eine Spannung zwischen der Wasserschicht und dem hydrophoben Isolator angelegt wird, wird das Energiegleichgewicht durch einen elektrostatischen Term erweitert. Das System ist wieder bestrebt, seinen Energiezustand zu minimieren, was den Kontakt der Wasserschicht mit dem Isolator erfordert. Dadurch wird die Ölschicht verdrängt und die darunter liegende reflektierende Oberfläche freigelegt (Abbildung 6 rechts). Jetzt dominiert die weiße Farbe des Substrats das reflektierte Licht. Weil die Oberflächenspannungen bei den typischen Kantenlängen einer Zelle von weniger als 200 µm über 1000-mal größer als die Erdanziehungskräfte sind, ist der Ölfilm lageunabhängig stabil.

Die Draufsicht auf eine EWD-Matrix mit derartigen Pixel-Zellen zeigt Abbildung 7. Dem Gleichgewicht zwischen elektrostatischen Kräften und der Oberflächenspannung entsprechend wird das Öl mehr oder weniger stark verdrängt und so stufenlos das Erscheinungsbild der Pixel-Zellen zwischen einem farbigen Aus-Zustand und einem weißen Ein-Zustand variiert. Jede Zelle eines EWD ist damit ein spannungsgesteuertes Lichtventil. Das Auge integriert das Lichtreflexionsverhalten aller Zellen zu einem Gesamtbildeindruck. Bei der Stärke der Ölschicht muss ein Kompromiss zwischen optischer Kontrastwirkung und hoher Beweglichkeit bereits bei kleineren Spannungen geschlossen werden.

Vollfarbig

Bei vollfarbigen Displays bilden drei benachbarte rote, grüne und blaue Farbpixel (Subpixel) ein Mischfarbpixel. Als reflexives Display, welches nur mit Auflicht funktioniert, hat ein EWD erhebliche Vorteile gegenüber einem LCD ohne Rückbeleuchtung. Bei diesem muss das einfallende Licht einmal die Flüssigkristallstruktur und einen Polarisator durchlaufen, um bis zu ihrer reflektierenden untersten Schicht zu gelangen, und dann ein zweites Mal, um wieder ans Auge des Betrachters zu gelangen. Dabei erleidet es Verluste in der Größenordnung von 50 %. Deshalb sind Helligkeit und Kontrast eines

solchen transflexiven LCD erheblich geringer als bei einem EWD. EWDs weisen somit eine erheblich bessere Lichtausbeute auf. Sie wird durch den Farbumwandlungsfaktor CCF (Color Conversion Factor = einfallendes Licht / reflektiertes Licht) beschrieben, der zwei- bis sechsmal größer ist als bei Flüssigkristalldisplays.

Prinzipaufbau eines Einschicht-EWDs

Die beschriebene Architektur (siehe Abbildung 6) ermöglicht die Herstellung besonders preiswerter Displays. Sie beruht auf gleichartigen Pixel-Zellen, deren Hintergrund weiß ist und im neutralen Zustand von einer schwarzen, d. h. Licht absorbierenden Ölschicht abgedeckt wird. Auf der Lichteinfallseite ist vor jeder Pixel-Zelle ein transparentes Farbfilter mit abwechselnd roter, grüner und blauer Farbe angebracht (Abbildung 8). Demzufolge fällt in die Zelle entsprechend einfarbiges Licht, welches durch den mehr oder weniger verdrängten Ölfilm stärker oder schwächer reflektiert die Zelle über den Farbfilter wieder verlässt. Die Intensität der Pixelfarbe ist also zwischen „max“ (Hintergrund weiß) und „min“ (Hintergrund schwarz) steuerbar. Die additive Überlagerung der zurückgestrahlten Subpixelfarben resultiert in einer Mischfarbe des gesamten Pixels.

Im 2. Teil dieses Artikels werden EWD-Strukturen gezeigt, bei denen jedes Pixel jede Farbe annehmen kann und deshalb nicht mehr aus benachbarten Subpixeln gebildet werden muss. Ein kleiner Ausflug in die Mikrofluidik und die hochaktuelle Anwendung des EW-Prinzips in optischen Linsen mit veränderlicher Brechkraft lassen ahnen, dass noch viele Einsatzfelder darauf warten, „beackert“ zu werden. **ELV**

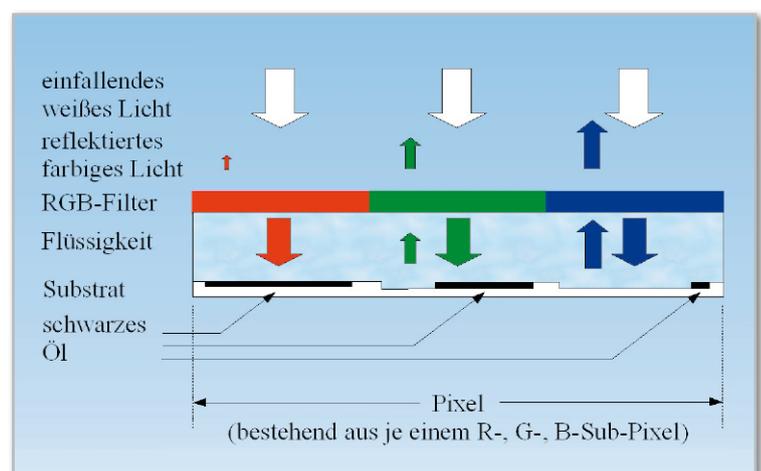


Bild 8: Jeweils drei RGB-Subpixel bilden ein Pixel, das einen beliebigen Farbton annehmen kann.



Funk-Temperaturstation WS 50

Die Funk-Temperaturstation WS 50 ist als Basisstation des Funk-Pool-/Teich-Sensors PS 50 konzipiert und speziell auf die Temperaturanzeige ausgerichtet. Neben der Hauptaufgabe, die Daten des PS 50 anzuzeigen, sind auch andere Wettersensoren zu empfangen. Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten der Alarmierung beim Verlassen von festen oder programmierbaren Temperaturgrenzen.

Allgemeines

Die Funk-Temperaturstation WS 50 ist ein hochwertiges Temperatur-Messsystem zur Anzeige der vom Pool-/Teich-Sensor PS 50 gesendeten Daten, kann aber auch eine große Anzahl weiterer Temperatur- und Luftfeuchtedaten per Funk empfangen, verarbeiten und anzeigen. Ein Temperatur- und Luft-

feuchtesensor zur Messung der Innentemperatur und Innenluftfeuchte ist direkt in der Basisstation integriert.

An externen Sensoren sind bis zu 9 Temperatur-/Luftfeuchtesensoren an die Basisstation anmeldbar. Folgende Sensoren können dabei eingesetzt werden:

- Pool-Temperatur-Funk-Sensor PS 50 (Wassertemperatur)
- Kombi-Sensor KS 300 (Temperatur und Luftfeuchte)
- Kombi-Sensor KS 200 (Temperatur und Luftfeuchte)
- Funk-Temperatursensor S 300 IA (Temperatur)
- Funk-Temperatur- und -Luftfeuchtesensor ASH 2200 (Temperatur und Luftfeuchte)

Die Übertragung der Daten von den externen Sensoren erfolgt per Funk im 868-MHz-Bereich mit bis zu 100 m Freifeldreichweite.

Neben der Anzeige der Temperatur- und Feuchtwerte sind bei der WS 50 mehrere Speichermöglichkeiten vorhanden. Von jedem Messwert werden die Minimal- und Maximalwerte seit letztem Reset gespeichert und stehen jederzeit zur Verfügung. Darüber hinaus werden beim WS 50 zusätzlich die Extremwerte für den letzten Tag, die letzte Woche und den letzten Monat gespeichert. Es wird ebenfalls die zugehörige

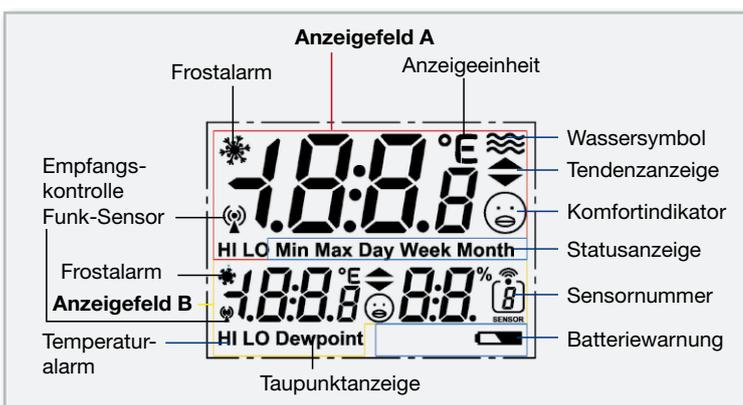


Bild 1: Display-Segmente der WS 50

Tendenz angezeigt. Neben den Min./Max.-Werten besteht auch die Möglichkeit, die Temperaturwerte für den errechneten Taupunkt anzuzeigen.

Des Weiteren stehen für alle Sensoren Komfortzonenindikatoren zur Verfügung, wobei der Komfortbereich für den PS 50 individuell einstellbar ist. Beim Verlassen von festen oder programmierbaren Temperaturgrenzen können Alarme (optisch/akustisch) ausgegeben werden, so z. B. beim Unterschreiten von + 4 °C an einem der aktuell angezeigten Sensoren. Verschiedene Temperaturbereiche können für jeden Sensor definiert werden, wobei ein Alarm erfolgt, sobald ein angezeigter Sensor den definierten Bereich verlässt.

Bedienung

Die Bedienung der WS 50 erfolgt über drei Tasten an der Frontseite des Gerätes. In Abbildung 1 ist das Display mit den zur Verfügung stehenden Segmenten abgebildet.

Anzeigefeld A ist üblicherweise für die Anzeige der Werte des PS 50 vorgesehen und Anzeigefeld B für die Innen- oder Außensensoren. Die Auswahl des anzuzeigenden Sensors erfolgt mit der Taste „SENSOR“. Bei der Bedienung und Konfiguration wird grundsätzlich zwischen kurzen (<1 Sekunde) und langen (>3 Sekunden) Tastenbetätigungen unterschieden.

Wird im Konfigurations-Modus länger als 10 Sekunden keine Taste betätigt, kehrt das Gerät automatisch zur Normalanzeige zurück. Werden neben dem Pool-Sensor weitere Sensoren an der WS 50 genutzt, ist die Zuordnung und Einstellung der Sensoradressen den jeweils zugehörigen Bedienungsanleitungen zu entnehmen. Der Kombi-Sensor KS 300 bzw. KS 200 besitzt eine feste Adressierung und wird immer mit der Sensornummer 9 angezeigt. Bei Anzeige des in der Basisstation integrierten Innensensors erfolgt keine Sensoradressenanzeige.

Anzeigefeld A – Pool-Sensor

Das Anzeigefeld A ist üblicherweise für die Anzeige der Werte des Pool-/Teich-Sensors PS 50 vorgesehen.

Bei Bedarf, oder wenn kein PS 50 betrieben wird, kann der Anzeige aber jeder beliebige andere Sensor zugeordnet werden. Zur Auswahl eines anderen Sensors ist die Taste „SENSOR“ so lange zu drücken, bis die Anzeige im Anzeigefeld B verschwindet und rechts das Sensornummer-Symbol blinkt. Drücken Sie nun die Taste „SENSOR“ so oft kurz, bis die gewünschte Sensornummer und im Anzeigefeld A die zu diesem Sensor gehörenden Daten angezeigt werden. Nach Ablauf von 10 Sekunden ohne Drücken einer Taste oder kurzes Drücken der Tasten „MIN/MAX“ bzw. „SELECT“ kehrt das Gerät zur Normalanzeige zurück. Jetzt erscheinen in Anzeigefeld B wieder die Daten des Innensensors (bzw. des hierfür gewählten Außensensors). Es lassen sich nur Sensoren auswählen, von denen bereits Daten empfangen wurden. Nicht belegte Sensoradressen werden übersprungen.

Bei Anwahl der Sensoren 1...8 erscheint das Wassersymbol, bei Anwahl des Kombi-Sensors erscheint die Sensornummer „9“ und bei Anwahl des Innensensors erscheint keine Sensornummer.

Technische Daten: WS 50

Temperaturmessbereich innen:	0 °C bis +59,9 °C/32 °F bis 140 °F
Auflösung:	0,1 °C
Genauigkeit:	±0,8 °C
Messbereich rel. Luftfeuchte innen:	0–99 %
Auflösung:	1 %
Genauigkeit:	±5 % (30–70 %)
Messintervall des Innensensors:	10 Minuten
Anzahl der externen Sensoren:	max. 9
Sensortypen:	KS 200, KS 300, S 300 IA, ASH 2200
Übertragungsintervall der Außensensoren:	ca. 3 Minuten
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Reichweite im Freifeld:	bis zu 100 m
Taupunktanzeige:	für Sensoren mit Temperatur und rel. Feuchte
Frostwarnung:	bei Temperaturen ≤4 °C, automatisch
Über-/Untertemperaturalarm:	für jeden Sensor, Schwellen frei wählbar
Komfortindikator:	für beide Anzeigeebenen getrennt, Pool-Komfortbereich frei wählbar
Spannungsversorgung:	3 x LR6/Mignon/AA
Display-Sichtfläche (B x H):	56 x 40,5 mm
Gehäuse-Abmessungen (B x H x T):	104 x 145 mm x 55 mm (mit Fuß), 104 x 128 mm x 33 mm (ohne Fuß)

Anzeigefeld B – Innen- oder Außensensor

In der Grundeinstellung zeigt das Anzeigefeld B die Innentemperatur und die Innenluftfeuchtigkeit an.

Bei Bedarf kann dem Anzeigefeld B ein beliebiger anderer Sensor zugeordnet werden.

Zur Auswahl eines Sensors ist die Taste „SENSOR“ so oft zu drücken, bis die gewünschte Sensornummer und im Anzeigefeld B die zu diesem Sensor gehörenden Daten angezeigt werden.

Auch hier lassen sich nur Sensoren auswählen, von denen bereits Daten empfangen wurden. Nicht belegte Sensoradressen werden übersprungen. Bei Anwahl des Kombi-Sensors erscheint die Sensornummer „9“, bei Anwahl des Innensensors erscheint keine Sensornummer.

Befindet sich das Gerät noch im Auswahlmodus für Anzeigefeld A, so warten Sie zur Anwahl des Auswahlmodus für Anzeigefeld B entweder ab, bis die Anzeige B wieder erscheint, oder Sie drücken die Taste „SENSOR“ lang, bis die Anzeige B wieder erscheint. Damit wird die Sensorauswahl der Anzeige B aktiviert.

MIN.-/MAX.-Werte (Extremwerte) anzeigen

Für die Messwerte von Innen-/Außentemperatur und Innen-/Außenluftfeuchte werden die erreichten Minimal- und Maximalwerte seit der letzten Löschung der Daten gespeichert.

Tabelle 1:

Reihenfolge Anzeige A (Pool-Sensor)	Reihenfolge Anzeige B
1 Min.-Wert seit Reset	Min.-Wert seit Reset
2 Max.-Wert seit Reset	Max.-Wert seit Reset
3 Min.-Wert letzter Tag (Day)	Min.-Wert seit Reset
4 Max.-Wert letzter Tag (Day)	Max.-Wert seit Reset
5 Min.-Wert letzte Woche (Week)	Min.-Wert seit Reset
6 Max.-Wert letzte Woche (Week)	Max.-Wert seit Reset
7 Min.-Wert letzter Monat (Month)	Min.-Wert seit Reset
8 Max.-Wert letzter Monat (Month)	Max.-Wert seit Reset
9 Aktuelle Anzeige	Aktuelle Anzeige

Zusätzlich kann für den der Anzeige A zugewiesenen Sensor der Aufruf der Min./Max.-Werte des letzten Tages (24 Stunden, „Day“), der letzten Woche (7 Tage, „Week“) und des letzten Monats (30 Tage, „Month“) erfolgen.

Bei einer Zuweisung eines anderen Sensors auf die Anzeige A erfolgt ein Löschen (Reset) der Min./Max.-Werte des zuvor dort zugewiesenen Sensors! Die Speicherung beginnt ab Zeitpunkt der Zuweisung neu!

Ist als Temperaturanzeige für das Anzeigefeld B „Dewpoint“ (Taupunkt) gewählt, erfolgt die Min./Max.-Anzeige auch als Taupunkt!

Die Taste „MIN MAX“ ist wiederholt kurz zu drücken, bis der gewünschte Anzeigewert erscheint. Dabei gelten für die Anzeigefelder A und B die Reihenfolgen entsprechend Tabelle 1.

Beim Durchschalten der Min./Max.-Anzeige für die Anzeige A wechselt auch die Anzeige B jeweils zwischen Min.- und Max.-Wert. Diese stellt aber lediglich die Min.- und Max.-Werte seit Reset dar! Ist eine Speicheranzeige gewählt, kann für die Anzeige B durch wiederholtes kurzes Drücken der Taste „SENSOR“ nacheinander der jeweilige Extremwert für alle Sensoren abgefragt werden.

Die Rückkehr zur Normalanzeige erfolgt wie im Abschnitt „Anzeigefeld A – Pool-Sensor“ beschrieben nach „Max.-Wert letzter Monat“ (Max Month).

Löschen der gespeicherten MIN./MAX.-Werte

Die gespeicherten Min./Max.-Werte aller Sensoren werden gemeinsam gelöscht, wenn die Taste „MIN MAX“ lang gedrückt wird. Die gesamte Anzeige verlischt und im Display erscheint für 2 Sek. „rEs“.

Danach schaltet die Anzeige wieder in die Normalanzeige zurück, die vor dem Reset bestand. Die aktuellen Messwerte werden sofort als neue Min./Max.-Werte übernommen.

Umschalten des Temperatur-Messwertes

Für die Anzeige B kann zwischen der Anzeige der Temperatur und des zugehörigen Taupunkts mit der Taste „SELECT“ (kurze Betätigung) umgeschaltet werden.

Die Anzeige B wechselt zwischen Temperatur- und Taupunktanzeige. Bei der Taupunktanzeige erscheint zusätzlich der Schriftzug „Dewpoint“.

Frostwarnung

Die Frostwarnung ist ständig aktiv und warnt, wenn die Temperatur des im jeweiligen Anzeigefeld dargestellten Sensors den Wert von +4 °C bzw. 39,2 °F unterschreitet. Tritt der Warnzustand mit einer Temperatur ≤ 4 °C erstmalig auf, blinkt das Frostsymbolsymbol  der entsprechenden Anzeige für 30 Sekunden, danach ist das Frostsymbolsymbol dauerhaft eingeschaltet.

Erst wenn die Temperatur einen Wert von 5 °C überschritten hat, schaltet sich die Frostwarnung wieder ab.

Bei Bedarf ist eine zusätzliche akustische Warnanzeige aktivierbar. Der Frostwarnwert von +4 °C ist fest vorgegeben, d. h. nicht vom Bediener veränderbar. Die Frostwarnung ist immer nur für die im Anzeigefeld A und B dargestellten Sensoren aktiv, d. h., unterschreitet die Temperatur eines nicht angezeigten Sensors den Frostwarnwert, so wird dies nicht signalisiert.

Temperaturalarm aktivieren

Für jeden Sensor lassen sich eine untere und/oder obere Temperaturgrenze einstellen, bei deren Unter- bzw. Überschreiten ein Temperaturalarm erfolgt: Statusanzeige „HI“: obere Temperaturgrenze wurde überschritten. Statusanzeige „LO“: untere Temperaturgrenze wurde unterschritten. Der Temperaturalarm ist automatisch aktiv, wenn die Temperaturgrenzwerte mit Werten belegt sind. Wie die Temperaturgrenzwerte einzustellen sind, wird unter „Konfiguration“ beschrieben. Bei Bedarf kann auch eine akustische Warnanzeige aktiviert werden. Der Temperaturalarm ist immer nur für die im Anzeigefeld A und B dargestellten Sensoren aktiv, d. h., über-/unterschreitet die Temperatur eines nicht angezeigten Sensors den Alarmwert, so wird dies nicht signalisiert.

Warnton bei Alarm abschalten

Durch Drücken einer beliebigen Taste ist der Signalgeber sofort abschaltbar. Die Signalgeberfunktion bleibt auch nach dem Abschalten aktiv. Der Signalgeber wird allerdings so lange gesperrt, bis die Alarmursache für mindestens eine Messung aufgehoben ist. Bleibt z. B. die Frostgefahr anhaltend bestehen, ertönt der Signalgeber nach der nächsten Temperaturmessung des entsprechenden Sensors nicht erneut.

Erst wenn die Alarmursache (Frost oder Über-/Untertemperatur) für mindestens einen Messwert nicht mehr existiert hat, ist der Warnton wieder freigegeben.

Konfiguration

Einheit der Temperaturanzeige wählen

Für die gesamte Anzeige kann zwischen den Einheiten °C

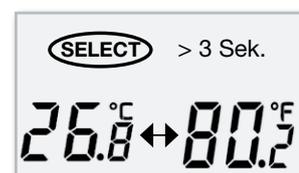


Bild 2: Einheit der Temperaturanzeige wählen

und °F umgeschaltet werden (Abbildung 2). Dazu ist die Taste „SELECT“ lang zu betätigen, bis beide Anzeigen die Einheit wechseln. Bei Anzeige in Grad Celsius erscheint als Einheit „°C“, bei Grad Fahrenheit die Einheit „°F“.

Einstellen der Temperatur-Alarmwerte

Für jeden Sensor lässt sich eine untere und/oder obere Temperaturgrenze einstellen, bei deren Unter- bzw. Überschreiten ein Temperaturalarm erfolgt.

In der Werkseinstellung sind keine Temperaturgrenzen eingestellt (Temperaturalarm deaktiviert). Der einstellbare Wertebereich beträgt, unabhängig von der Art des Sensors, -29,9 °C bis +79,9 °C. Achten Sie daher bei der Einstellung für den jeweiligen Temperaturgrenzwert auf die jeweilig erfassbaren Temperaturgrenzen des Sensors. Soll nur ein unterer oder oberer Wert eingestellt werden, so kontrollieren Sie, ob der jeweils andere Wert auf „- - -“ (inaktiv) eingestellt ist. Diese Einstellung erfolgt nach der Einstellung des Wertes 79,9 °C. Der Temperaturalarm ist immer nur für die gerade aktiven Sensoren (in Anzeige A und B dargestellt) aktiv. D. h., über-/unterschreitet die Temperatur eines nicht angezeigten Sensors den Alarmwert, so wird kein Alarm ausgelöst.

Unteren Temperatur-Alarmwert einstellen

Dazu sind die Tasten „SENSOR“ und „MIN MAX“ gemeinsam lang zu betätigen. Jetzt erscheint nur die untere Temperaturgrenze des Sensors, der Anzeigefeld A zugewiesen wurde, mit dem Schriftzug „LO“ darunter (Abbildung 3). Wollen Sie den unteren Grenzwert eines der anderen Sensoren einstellen, so drücken Sie so oft die Taste „SENSOR“ kurz, bis im Anzeigefeld B der gewünschte Sensor angezeigt wird.

Ab Werk ist keine Temperaturgrenze eingestellt, es erscheint die Anzeige „- - -“.

Durch wiederholtes kurzes oder anhaltendes Drücken der Taste „SELECT“ wird der gewünschte Wert für die untere Grenze eingestellt.

Oberen Temperatur-Alarmwert einstellen

Wieder sind die Tasten „SENSOR“ und „MIN MAX“ gemeinsam lang zu drücken. Jetzt erscheint wieder die untere Temperaturgrenze des Sensors, der Anzeigefeld A zugewiesen wurde, mit dem Schriftzug „LO“ darunter. Wollen Sie den oberen Grenzwert eines der anderen Sensoren einstellen, so drücken Sie so oft die Taste „SENSOR“ kurz, bis im Anzeigefeld B der gewünschte Sensor angezeigt wird. Für den oberen Grenzwert ist die Taste „MIN MAX“ kurz zu betätigen. Die Statusanzeige unter dem Sensorwert wechselt auf „HI“ (Abbildung 4).

Ab Werk ist keine Temperaturgrenze eingestellt, es erscheint statt eines Temperaturwertes die Anzeige „- - -“.

Durch wiederholtes kurzes oder anhaltendes Drücken der Taste „SELECT“ wird der gewünschte Wert für die obere Grenze eingestellt. Für die Rückkehr zur Normalanzeige muss die Taste „SENSOR“ so oft gedrückt werden, bis nach dem letzten Sensor wieder die Normalanzeige erreicht wird, oder Sie warten ohne weitere Tastenbetätigung, bis das Gerät automatisch zur Normalanzeige zurückkehrt.

Bild 3: Untere Temperaturgrenze eines Sensors konfigurieren

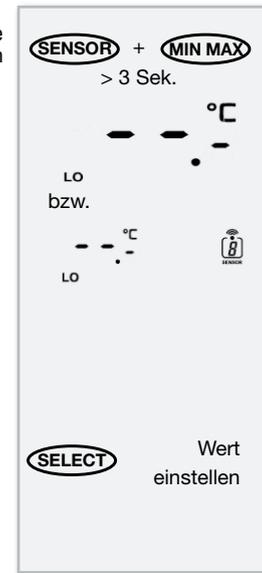
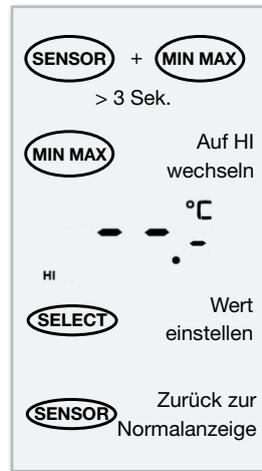


Bild 4: Obere Temperaturgrenze eines Sensors konfigurieren

Zur Deaktivierung einer Alarmgrenze wird für den jeweiligen Sensor „- - -“ eingestellt (folgt nach 79,9 °C).

Warnton aktivieren/deaktivieren

Der integrierte Signalgeber gibt einen Warnton ab, wenn dieser aktiviert ist und eine Frostwarnung bzw. ein Temperaturalarm (Über- oder Untertemperatur) erfolgt. Liegt eine Warnung bzw. ein Alarm vor, ertönt der Warnton zunächst 30 Sekunden lang, danach im 30-Sekunden-Rhythmus für ca. 3 Sekunden. Der Warnton wird für alle Sensoren gemeinsam aktiviert bzw. deaktiviert. Zum Aktivieren bzw. Deaktivieren sind die Tasten „Min MAX“ und „SELECT“ gemeinsam lang zu betätigen (Abbildung 5). Neben den Frostwarnsymbolen sowie den High/Low-Statusanzeigen erscheint dann, je nachdem, ob eine Aktivierung oder Deaktivierung vorgenommen wurde, der Schriftzug „ON“ oder „OFF“.

Einstellen des Komfortbereichs für Anzeige A

Für die Anzeige A, die standardmäßig zur Anzeige der Temperatur des Pool-/Teich-Sensors PS 50 dient, ist eine indivi-



Bild 5: Warnton aktivieren/deaktivieren



Bild 6: Einstellen des Komfortbereichs

duelle Einstellung des Temperaturbereichs, der als komfortabel gelten soll, möglich. Die Komfortanzeige durch das Komfortsymbol dient also hier der Feststellung, ob sich die überwachte Temperatur im gewünschten Bereich befindet.

Der Komfortbereich ist durch die einstellbare Komfortbereichsuntergrenze und -obergrenze abgegrenzt.

Der Komfortindikator hat dabei folgende Bedeutung:

☉ Die Temperatur liegt innerhalb des Komfortbereichs.

☉ Die Temperatur liegt weniger als 2 °C (3,6 °F) außerhalb des Komfortbereichs.

☉ Die Temperatur liegt mehr als 2 °C (3,6 °F) außerhalb des Komfortbereichs.

In der Werkseinstellung ist der Komfortbereich von 25 °C bis 28 °C eingestellt. Der einstellbare Wertebereich beträgt, unabhängig von der Art des Sensors, +5 °C bis +70 °C. Um den Komfortbereich zu verändern, sind die Tasten „Sensor“ und „SELECT“ gemeinsam lang zu betätigen (Abbildung 6). Das Display zeigt in Anzeige A die bisher eingestellte Komfortbereichsuntergrenze, das Komfortsymbol und „LO“. Durch Drücken der Taste „SELECT“ ist der gewünschte Grenzwert einzustellen.

Durch Betätigen der Taste „MIN MAX“ wechselt die Statusanzeige auf „HI“. In der gleichen Weise ist durch wiederholtes bzw. anhaltendes Drücken der Taste „SELECT“ der obere Grenzwert einzustellen. Um abschließend zur Normalanzeige zurückzukehren, ist die Taste „SENSOR“ zu betätigen.

Frostalarm

Sobald an einem der aktuell angezeigten Temperatursensoren die Temperatur unter +4 °C/39,2 °F abfällt, erscheint das Frostalarm-Symbol (siehe Abbildung 1) in der jeweiligen Anzeigeebene.

Empfangsanzeige

Sobald und solange der gewählte Sensor korrekt empfangen wird, erscheint das kleine Antennensymbol (siehe oben) konstant. Liegt ein Empfangsausfall vor, der länger als 40 Minuten andauert, blinkt das Antennensymbol. Die zuletzt empfangenen Werte werden weiter angezeigt. Bei einem Empfangsausfall von mehr als 12 Stunden wird das Antennensymbol nicht mehr angezeigt und in der zugehörigen Werteanzeige erscheint „- - .-“.

Nachträgliches Anmelden neuer Sensoren

Neue Sensoren können jederzeit in das System eingebunden werden. Zu beachten ist lediglich die Begrenzung auf 9 Funk-Sensoren (inkl. Kombi-Sensor) und die Vermeidung von doppelten Adressierungen.

Die automatische Anmeldung neuer Sensoren erfolgt 2 x täglich (Abstand 12 Std.) während einer automatischen Sensorsuche. Die manuelle Anmeldung neuer Sensoren kann jederzeit in Verbindung mit einer neuen Inbetriebnahme der Basisstation erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass das Gerät auf den Werkzustand zurückgesetzt wird und alle gespeicherten Daten verloren gehen.

Batteriewechsel

Erscheint im Display das Batterie-leer-Symbol (☹), so sind die Batterien der Basisstation gegen neue auszutauschen. Wenn die Anzeige eines Sensors für mehr als 24 Stunden ausbleibt, sind die Batterien des Sensors auszutauschen.

Inbetriebnahme

Es ist grundsätzlich empfehlenswert, die Basisstation mit allen Funk-Sensoren zuerst in einem Raum auszuprobieren, bevor die Außensensoren im Freien montiert werden. Dabei sind immer alle verfügbaren Außensensoren in Betrieb zu nehmen und erst danach die Basisstation selbst, damit nach Einlegen der Batterien in die Basisstation ein 10 Minuten dauernder Synchronisationsmodus aktiviert wird. Nach der Synchronisation stehen dann alle empfangbaren Sensordaten zur Verfügung.

Die Basisstation kann wahlweise an die Wand gehängt oder mittels eines zum Lieferumfang gehörenden Standfußes auf einer ebenen Fläche aufgestellt werden.

Schaltung

Die Schaltung der WS 50 ist recht einfach und unkompliziert, da alle wesentlichen Aufgaben von einem Mikrocontroller übernommen werden. Wie in Abbildung 7 zu sehen, ist die externe Beschaltung sehr übersichtlich und besteht aus dem Funkempfänger, dem internen Sensor für Temperatur und Luftfeuchte, dem Display, den Bedientasten und einem akustischen Signalgeber.

Rechts neben dem Mikrocontroller (IC 1) ist das LC-Display LCD 1 zu sehen, das über 8 COM-Leitungen und 30 Segment-Leitungen direkt mit den zugehörigen Port-Pins des Mikrocontrollers verbunden ist.

Oben links neben dem Mikrocontroller ist der Innensensor (FS 1) dargestellt. Dieser Sensor gibt die Daten in digitaler Form aus und ist über eine Taktleitung und eine Datenleitung mit dem Mikrocontroller (Port P 0.0 bis P 0.2) verbunden.

Der akustische Signalgeber PZ 1 wird über R 7 mit Spannung versorgt und von Port 0.3 des Mikrocontrollers über den Transistor T 4 gesteuert.

Die Bedientasten TA 1 bis TA 3 sind direkt mit Port P 1.1 bis Port P 1.3 des Mikrocontrollers verbunden und benötigen keine weitere Beschaltung, da im Controller bereits Pull-up-Widerstände integriert sind.

Der 868-MHz-HF-Funkempfänger HFE 1 empfängt die Daten der externen Sensoren und stellt sie Port 1.1 des Mik-

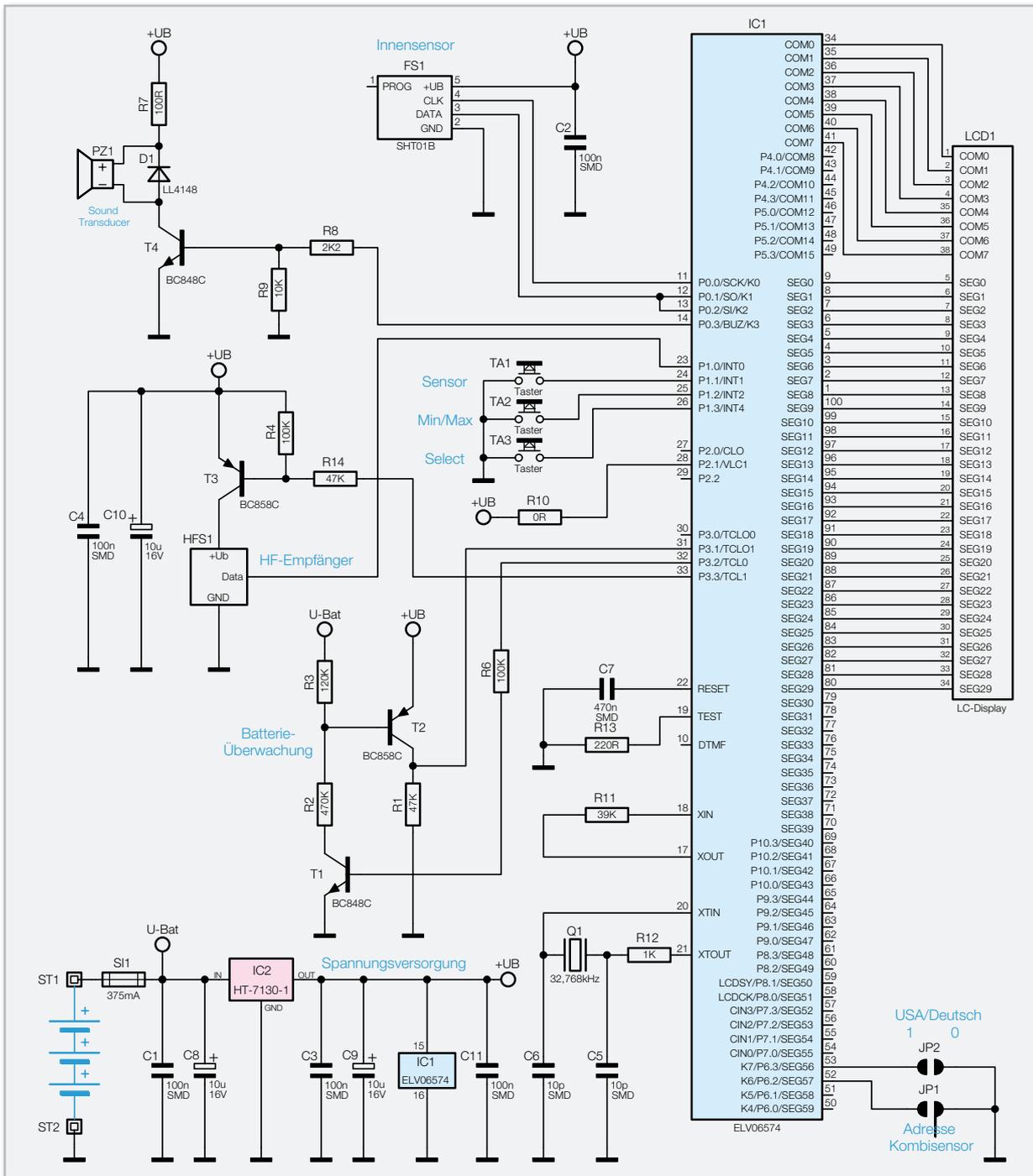


Bild 7: Schaltbild der WS 50

rocontrollers zur Verfügung. Um den Energieverbrauch des Empfängers so gering wie möglich zu halten, wird das Modul nur während der erforderlichen Zeitfenster über T 3 mit Spannung versorgt. Der Transistor T 3 wird wiederum von Port 3.3 des Mikrocontrollers gesteuert. Die Kondensatoren C 4 und C 10 dienen hier zur Pufferung und Störnerdrückung. Mit Hilfe der beiden Transistoren T 1 und T 2 sowie der zugehörigen Widerstände (R 1 bis R 3) wird die Batteriespannung überwacht. Dazu wird über den Transistor T 1 der Spannungsteiler R 2, R 3 für die Dauer der Messung mit Masse verbunden. Bei ausreichender Batteriespannung wird dann T 2 durchgesteuert und am Kollektor sowie an Port 3.1 erhalten wir ein „High“-Signal, während eine zu geringe Batteriespannung den Transistor sperrt.

Zur Systemtakterzeugung sind zwei Oszillatoren im Mikrocontroller integriert. Während der an Pin 17 und Pin 18 zugängliche schnelle Oszillator nur einen Widerstand (R 11) als externe Beschaltung benötigt, sind am zweiten Oszillator der Quarz Q 1, der Widerstand R 12 und die Kondensatoren C 5 und C 6 erforderlich. Die an ST 1 und ST 2 anliegende Betriebsspannung gelangt über die Sicherung SI 1 direkt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 2, wobei C 8 zur Pufferung dient. Am Ausgang liefert IC 2 eine stabilisierte Spannung zur Versorgung der gesamten Elektronik. Während C 9 Schwingneigungen verhindert, dienen die übrigen Kondensatoren zur allgemeinen Störnerdrückung. Im nächsten „ELVjournal“ wird anschaulich der Aufbau dieses ARR-Bausatzes erklärt. **ELV**



Makros ohne PC und Zentrale!

Makros sind eine prima Sache, wenn es im Haussteuerungs-System darum geht, mit einem Befehl komplexere Abläufe zu starten. Allerdings ist im FS20-System bisher dazu entweder ein ständig laufender PC und/oder eine Funk-Hauszentrale erforderlich. Die neue Makrosteuerung hingegen arbeitet nach der Konfiguration autark und kann bis zu 50 Makros mit variabler Aktionsanzahl verwalten und auslösen.

Perfekte Abläufe per Makro

Das FS20-Funk-Schaltssystem umfasst inzwischen eine große Anzahl von Sendern und Empfängern, die sich nahezu beliebig kombinieren lassen, so dass sich so ein umfangreiches Hausautomatisierungssystem aufbauen lässt. Da liegt es nahe,

verschiedene Komponenten in ihren Funktionen so zu verknüpfen, dass komplexe Abläufe (Makrofunktionen) gleichzeitig oder in einer programmierten Abfolge realisierbar sind. Mit einfachen Sendern und Empfängern klappt dies, bis auf einfache Zeitsteuerungen, in vielen Fällen nicht, etwa, wenn es sich um das Auslösen unterschiedlicher Aktionen in unterschiedlichen Adressbereichen des Systems dreht. Eine Lösung ist der Einsatz der Funk-Hauszentralen des Systems. Die FHZ 1000 erlaubt bereits das Programmieren von bis zu vier einfachen Makros, darunter auch die Einbindung der FHT-Raumregler-Reihe. Allerdings sind hier im Interesse der einfachen Gesamt-Bedienbarkeit der Zentrale nur eingeschränkte Eingabemöglichkeiten vorhanden, die für aktuelle Maßstäbe vergleichsweise weniger komfortabel ausfallen, aber für wenige Makros völlig ausreichen. Mit den PC-Funk-Hauszentralen FHZ 1000 PC, FHZ 1300 PC oder FHZ 1300 PC WLAN sind über die zugehörige bzw. optional erhältliche Software bequem und übersichtlich umfangreiche Makros zu realisieren, diese Geräte arbeiten allerdings nur

Technische Daten: MST 1

Spannungsversorgung:	6–15 Vdc; USB
Stand-by-Stromaufnahme:	max. 15 mA
Anzahl Eingänge:	6 (3–15 VAc/dc)
Schnittstelle:	USB
Funkübertragung:	868,35 MHz, bidirektional
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Abmessungen (B x H x T):	58 x 143 x 24 mm

in Verbindung mit dem angeschlossenen Computer. Dementsprechend muss der Computer die ganze Zeit eingeschaltet sein, in Zeiten stetig steigender Energiekosten ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor.

Hier setzt die neue Makrosteuerung FS20 MST 1 an. Sie wird vom Computer aus mit der mitgelieferten PC-Software konfiguriert, arbeitet danach aber vollkommen unabhängig vom Computer. Dadurch kann die Makrosteuerung genau dort platziert werden, wo die besten Empfangsbedingungen für alle beteiligten Geräte herrschen.

Zur Programmierung braucht man die MST 1 nur an einen freien USB-Port des Computers anzuschließen. Der übernimmt per USB nun auch die Stromversorgung des Gerätes, das sonst von einem externen Netzteil zu versorgen ist.

Das ganze System im Griff

Mit der Makrosteuerung MST 1 sind ereignis- oder zeitgesteuerte Makros programmierbar, die durch einen FS20-Sender, über einen der sechs vorhandenen Kontakteingänge oder zu einem programmierten Zeitpunkt gestartet werden. So kann man z. B. durch einen Tastendruck des Handsenders FS20-S8 verschiedene FS20-Empfänger ansprechen lassen. Solche Aktionen lassen sich natürlich in begrenztem Umfang auch durch Adressgruppen und Masteradressen realisieren, mit der MST 1 sind hier jedoch kaum Grenzen gesetzt. So können z. B. mit einem Sender auch Empfänger aus unterschiedlichen Gruppen angesprochen werden, ohne am bestehenden FS20-System Änderungen vornehmen zu müssen. Denn im Normalfall trennt man ja z. B. die Technik verschiedener Räume oder Anwendungsgruppen durch die Adressgruppe oder sogar verschiedene Hauscodes voneinander, um keine Überschneidungen zu erhalten und das System übersichtlicher zu halten. Wie bei den Funkzentralen auch, erfolgt bei der MST 1 jedoch eine völlig flexible Zuordnung zwischen Sendern und Empfängern.

So kann etwa ein Handsender bei Bedarf über die MST 1 die Beleuchtung in verschiedenen Räumen schalten, obwohl die unterschiedlichen Adressgruppen für den Sender sonst nicht erreichbar wären. Zudem ermöglicht die MST 1 auch die Zuordnung verschiedener Startzeiten und Zeitintervalle, z. B. eine getrennte Steuerung für jeden Wochentag, und eine flexible Zuordnung von Steuerbefehlen, die bei weitem nicht alle Sender des Systems bieten, z. B. den lampenschonenden Softstart bei Lampen, die durch einen Dimmer angesteuert werden.

Im Speicher der Makrosteuerung finden bis zu 50 Makros Platz. Die Anzahl der Aktionen, die das Makro ausführt, ist variabel und wird von der PC-Software überwacht.

Sendeseitig werden alle FS20-Befehle inklusive Zeitangaben unterstützt. Empfangsseitig werden ebenfalls alle Befehle akzeptiert, jedoch wird die Zeitinformation nicht ausgewertet, die Zeitsteuerung erfolgt ja allein durch die MST 1.

Zusätzlich sind 6 Kontakteingänge für Taster bzw. Tasterkontakte vorhanden, die man den Makros statt eines FS20-Senders zuordnen kann. So sind Makros auch beispielsweise durch einen Alarmkontakt oder drahtgebundenen Taster auslösbar.

Installation

Bei Einsatz des Betriebssystems Windows XP oder Windows 2000 schließt man zunächst die FS20-Makrosteuerung an einen freien USB-Port des Computers an. Daraufhin wird die Makrosteuerung als neues Gerät erkannt und Windows fordert einen Gerätetreiber. Dieser befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Verzeichnis „ELV_FS20_MST1_Driver“. Der Warnhinweis über die fehlende Windows-Logo-Kompatibilität ist zu ignorieren, denn dies hat keinen Einfluss auf die korrekte Funktion der FS20 MST 1.

Unter Windows 98 SE bzw. Windows Me ist vor dem Anschließen der FS20 MST 1 die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV_FS20_MST1_Driver“. Anschließend kann die FS20 MST 1 mit dem PC verbunden werden.

Nach der Installation des Treibers erfolgt die Installation der Bediensoftware, dazu ist die Datei „setup.exe“ aus dem Hauptverzeichnis der CD aufzurufen und den Anweisungen des Installationsassistenten zu folgen. Nach erfolgreicher Installation wird das Programm „FS20MST1“ über das Startmenü gestartet.

Bedienung der PC-Software

Die FS20-Makrosteuerung MST 1 wird vollständig über die mitgelieferte Software bedient und programmiert.

Das Hauptfenster

Nach dem Programmstart erscheint das Hauptfenster der Anwendung (Abbildung 1). In dieser Ansicht werden alle gespeicherten Makros übersichtlich in einer Liste angezeigt.

Makroname	Hauscode	Adresse	Befehl	Eingang	zeitgesteuert	Startzeit
Fernsehabend	14202143	1124	Dim down		nein	
Aufstehen	14202143	1132	Ein (auf alte Helligkeitsstufe)		Mo, Di, Mi, Do, Fr	05:45
Rolläden im Schlafzimmer herunterlassen				Eingang 3	Mo, Di, Mi, Do, Fr, Sa, So	22:00
Nacht					Mo, Di, Mi, Do, Fr	23:00

Bild 1: Das Hauptmenü bietet die Übersicht über alle gespeicherten Makros. Von hier aus erfolgt das Erstellen neuer Makros, das Löschen vorhandener Makros, die Zuweisung des Programm-Hauscodes sowie das Übertragen zur MST 1.

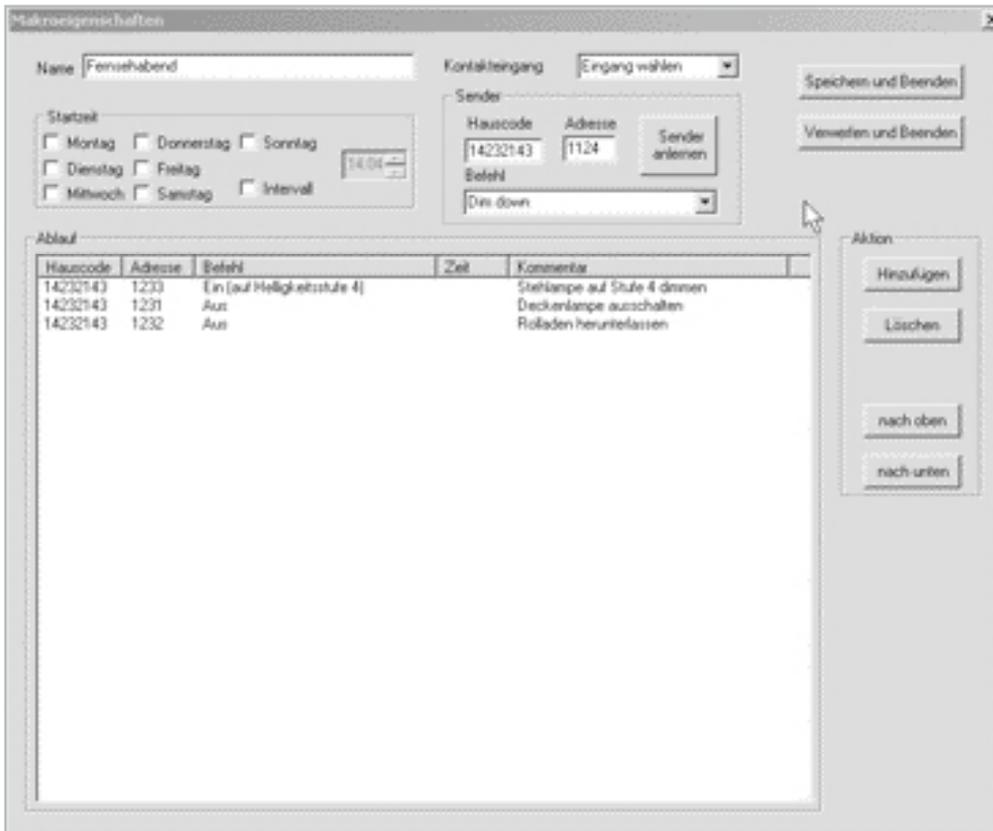


Bild 2: Im Menü „Makroeigenschaften“ erfolgt die Erstellung aller Aktionen eines Makros, das Anlernen von Sendern sowie das Speichern von Makros.

Neben dem Makronamen ist noch die FS20-Adresse und der FS20-Befehl zum Starten des Makros zu sehen. In den Spalten „zeitgesteuert“ und „Startzeit“ kann man ablesen, ob und wann das Makro selbstständig ausgeführt wird. Über die Symbolleiste (Toolbar) oder das Menü „Datei“ können die Makros erstellt, gelöscht und der Hauscode eingegeben werden.

Hinweise zum Hauscode

Das Programm generiert beim ersten Start nach der Installation einen Hauscode, der standardmäßig während des Anlernvorgangs an den Empfänger übertragen wird. Dieser Programm-Hauscode ist über das Symbol bzw. den Menüeintrag „Hauscode“ änderbar. Es ist jedoch auch möglich, den Hauscode für jeden Empfänger manuell zu ändern, mehr dazu im Abschnitt „Aktionseigenschaften“.

Durch die Vergabe eines Programm-Hauscodes, der sich vom System-Hauscode unterscheidet, kann man eine in diesem Falle unerwünschte Direktbedienung durch FS20-Sender vermeiden. Die Empfänger, die durch die Makrosteuerung angelernt werden, reagieren nur noch auf deren Befehle.

Möchte man weiterhin eine direkte Bedienung durch die anderen FS20-Sender ermöglichen, müssen der System-Hauscode und der Hauscode der Makrosteuerung natürlich identisch sein. Auf diese Weise ist z. B. eine manuelle Ansteuerung der Beleuchtung, unabhängig von der Makrosteuerung, weiterhin möglich.

Sind alle Makros erstellt, können die Daten an die Makrosteuerung übertragen werden. Nach einem Klick auf das „Übertragen“-Symbol oder den Menüeintrag „Übertragen“ erfolgt nach dem Prüfen der Verbindung die Übertragung der

Daten an die MST 1. Nach Abschluss der Übertragung erscheint eine Statusmeldung. Sollte während der Übertragung ein Fehler auftreten, erscheint eine entsprechende Fehlermeldung.

Soll ein Makro gelöscht werden, muss man es erst in der Liste markieren und dann auf das Lösch-Symbol klicken. Das Bearbeiten eines Makros ist per Doppelklick auf den Makronamen möglich.

Die Echtzeituhr der MST 1 wird bei jeder Übertragung mit der PC-Systemzeit synchronisiert und läuft danach autark (quartzgesteuert) weiter.

Makros

Zum Erstellen (Option „Neu“ bzw. Symbolleiste „Neu“) oder Bearbeiten (Doppelklick auf das gewünschte Makro im Hauptfenster) eines Makros öffnet sich ein neues Fenster (Abbildung 2).

Hier kann man alle Einstellungen des Makros vornehmen. In der Liste „Ablauf“ werden die einzelnen Aktionen dargestellt, die die MST 1 beim Aufruf des Makros nacheinander abarbeiten soll.

Im oberen Bereich des Fensters sind die Eigenschaften des Makros zu definieren. Jedes Makro kann hier mit einem eindeutigen Namen versehen und die Senderadresse und der Senderbefehl können eingestellt werden. Unter „Startzeit“ ist das Zeitverhalten des Makros einstellbar. Das Makro kann entweder an den markierten Wochentagen um die eingestellte Uhrzeit ausgeführt werden oder, bei Anwahl von „Intervall“, täglich zu einem festgelegten Zeitpunkt. Will man mehrere Vorgänge je Tag ausführen, so definiert man einfach für jeden Vorgang ein neues Makro.

Ist die Adresse des Senders bzw. der gesendete Befehl nicht bekannt, ist es mit der Schaltfläche „Sender anlernen“ mög-

Bild 3: Im Menü „Aktionseigenschaften“ sind die Details für jede einzelne Aktion einstellbar. Ein Kommentarfeld erleichtert die Systemübersicht.

lich, den Sender anzulernen. Dazu wird auf die Schaltfläche geklickt und dann am Sender ein Sendevorgang ausgelöst. Der empfangene Hauscode, die Adresse und der Befehl werden übernommen und angezeigt.

Falls das Makro nur zeitgesteuert starten soll, muss in der Befehlsauswahl der Eintrag „nicht verwendet“ gewählt werden, das Adressfeld für einen Sender bleibt in diesem Fall leer.

Das ist auch der Fall, falls einer der sechs Kontakteingänge für das Auslösen des Makros genutzt werden soll. Deren Zuordnung erfolgt über das Feld „Kontakteingang“.

Mit den Schaltflächen, die unter „Aktion“ gruppiert sind, kann man neue Makroaktionen erstellen oder ausgewählte Aktionen löschen und verschieben. Wie im Hauptfenster werden die Einträge über einen Doppelklick geöffnet und dann bearbeitet. Die jeweiligen Aktionen des Makros werden später in der Reihenfolge ausgeführt, in der sie in der Liste stehen.

Makroaktionen

Im Fenster „Aktionseigenschaften“ (Abbildung 3) sind für jede

Aktion Empfänger-Hauscode, -adresse und der zugehörige FS20-Befehl editierbar. Die Bedeutung der Befehle ist in der Befehlsübersicht (Tabelle 1) nachzulesen.

Über die Auswahlfelder „Faktor“ und „Basis“ kann eine Zeitdauer eingestellt werden, die als Befehlszusatz an den Empfänger gesendet wird.

Welche Bedeutung die Zeitangabe im Zusammenhang mit dem eingestellten Befehl hat, kann man ebenfalls der Befehlsübersicht entnehmen.

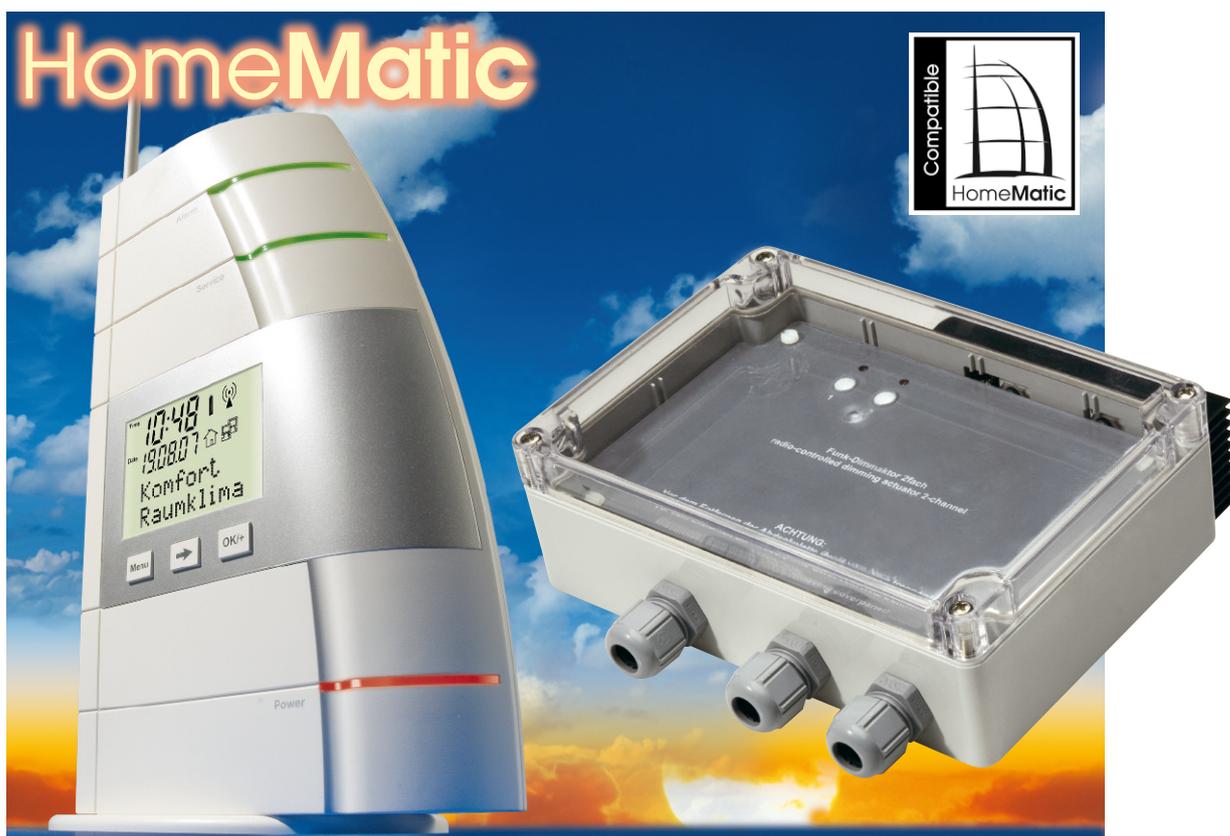
Zu jeder Aktion lassen sich im Kommentarfeld wichtige Informationen hinterlegen.

Wird hier z. B. der angesprochene Empfänger vermerkt, lässt sich in den Makroeigenschaften schnell erkennen, welche Empfänger angesprochen werden, ohne alle Empfänger-Adressen im Kopf haben zu müssen.

Im zweiten Teil wenden wir uns der Schaltung und dem Nachbau der Makrosteuerungs-Hardware zu. **ELV**

Tabelle 1: Befehlsübersicht für die Makrobildung

Befehl	Bedeutung
Aus	ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit aus (ein Schalter schaltet sofort aus)
Ein (auf Helligkeitsstufe 1)	
...	
Ein (auf Helligkeitsstufe 16)	ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit auf diese Stufe (ein Schalter schaltet sofort ein)
Ein (auf alter Stufe)	ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit auf die zuletzt verwendete Stufe (ein Schalter schaltet sofort ein)
Toggeln (Aus <-> alter Zustand)	ein angelernter Aktor wechselt zwischen dem ausgeschalteten und dem vorherigen Zustand
Dim up	ein angelernter Dimmer wird um eine Helligkeitsstufe erhöht
Dim down	ein angelernter Dimmer wird um eine Helligkeitsstufe gesenkt
Dim up and down	ein angelernter Dimmer dimmt zyklisch zwischen Stufe 1 und Stufe 16
Aktor-Timer programmieren	der Timer eines angelernten Aktors wird programmiert
Aus für	ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit aus und danach in den vorherigen Zustand
Ein (100 %) -> Aus	ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit ein (Stufe 16), danach aus
Ein (alte Stufe) -> Aus	ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf der zuletzt verwendeten Stufe ein, danach aus
Einschaltrampe programmieren	die Einschaltzeit eines angelernten Aktors wird programmiert
Ausschaltrampe programmieren	die Ausschaltzeit eines angelernten Aktors wird programmiert
Ein (100 %) -> Aus	ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf (Stufe 16) ein, danach wieder zurück auf den vorherigen Zustand
Ein (alte Stufe) -> Aus	ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf der zuletzt verwendeten Stufe ein, danach wieder zurück auf den vorherigen Zustand



HomeMatic 2-Kanal-Aufputzdimmer 2 x 500 VA

Neben der beeindruckenden elektrischen Leistung mit 2 x 500 VA besticht dieser auch für den Außeneinsatz konzipierte Leistungsdimmer mit vielfältigen Möglichkeiten der Lichtsteuerung vom automatischen Softstart über die HomeMatic-typischen Easy-Mode-Profile wie z. B. Treppenlichtsteuerung bis hin zur detaillierten Parametersteuerung für Hausautomatisierungs-Profis mit gehobenen Ansprüchen. Auch an „Kleinigkeiten“ wie eine geringe Ruhestromaufnahme und damit stromsparenden Einsatz oder eine Lastausfallerkennung ist gedacht.

Typisch HomeMatic ...

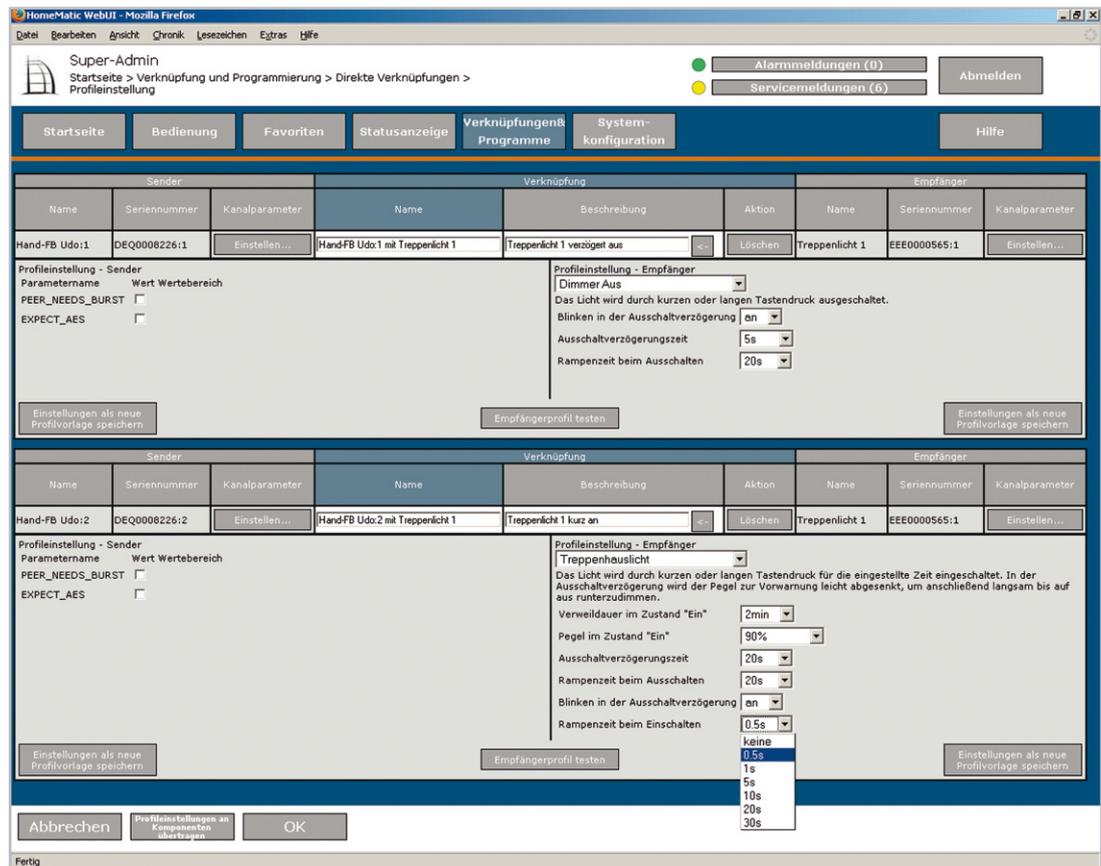
Genau das fällt einem ein, wenn man die Feature-Liste dieses Leistungsdimmers liest. Was professionelle Dimmer, die mit einem Mikroprozessor gesteuert werden, können, zeigt die Profi-Bühnentechnik. Die hier eingesetzten Steuerungen holen, zuvor sorgfältig programmiert, quasi alles nur Denkbare aus der Technik heraus. Nicht umsonst dominieren Computer

auch den Arbeitsplatz des „Light-Engineers“ bei Konzerten, Großveranstaltungen oder beim Fernsehen. Dass auch der ambitionierte Haustechniker und der private Nutzer heute hohe Ansprüche an die moderne Lichttechnik stellen, beweisen die vielen Beispiele in einschlägigen Haustechnik-Internet-Foren und z. B. auch diverse Beiträge aus unserer FS20-Leserwettbewerbsreihe, z. B. im „ELVjournal“ 2–4/2007. Genau diesen hohen Ansprüchen genügt das neue HomeMatic-System. Es deckt die gesamte Bandbreite zwischen der unkomplizierten Nutzung von Standard-Steuerfunktionen und der professionellen Programmierung komplexer Steuerungsabläufe ab. Diesem Credo entspricht auch der hier vorgestellte Dimmer, der mit seinen Möglichkeiten ohne Weiteres in der obersten Liga der Haustechnik spielt, denn er stellt vieles vorher Dagewesene in den Schatten. So lassen sich mit dem 2-Kanal-Dimmer ohmsche und induktive Lampenlasten bis zu 2 x 500 VA steuern. Dabei geht der

Technische Daten: HM-LC-Dim2L-SM

Ruhestromaufnahme:	50 mA
Empfangsprotokoll:	BidCoS
Last pro Kanal:	25–500 VA
Abmessungen:	170 x 165 x 55 mm

Bild 1: Der Blick in die Konfigurations-Oberfläche der HomeMatic-Steuerungssoftware zeigt die umfangreichen Parametrierungsmöglichkeiten des Dimmers.



Dimmer dank der voreingestellten Slow-on- und Slow-off-Funktion besonders schonend mit den angeschlossenen Lampen um und erhöht damit deutlich ihre Lebensdauer.

Die Funk-Fernsteuerung dieses HomeMatic-Dimmers erfolgt über das bidirektionale BidCoS-Funkprotokoll. Auf einer Handfernbedienung erhält man so z. B. über eine grüne LED die Rückmeldung, dass das Ausschalten der Außenbeleuchtung erfolgreich war.

Die Fülle der Funktionen, die in diesem Gerät untergebracht sind, lässt sich jedoch erst durch Einsatz der HomeMatic-Zentrale voll ausnutzen. In der Bedienoberfläche werden dem Anwender dabei verschiedene Easy-Mode-Profile bereitgestellt, bei denen er einige wenige ausgewählte Parameter konfigurieren kann, ohne von der Funktionsvielfalt „erschlagen“ zu werden (siehe Abbildung 1).

In einem Expertenmodus können Profis jedoch auch relativ uneingeschränkt auf alle Parameter der Dimmersteuerung zugreifen, wobei jedoch insgesamt die Programmierung einfacher ist als z. B. die Makroprogrammierung anderer Systeme.

Damit eignet sich dieser Dimmer sowohl für die einfache Anwendung, in der Beleuchtungen auf zwei Kanälen „lediglich“ zuverlässig per Funk geschaltet und gedimmt werden sollen, aber auch für den Hausautomatisierungs-Profi mit gehobenen Ansprüchen.

ordneten Status-Leuchtdioden und Bedientastern. Die restlichen Komponenten werden gemeinsam für beide Kanäle genutzt.

Zur Spannungsversorgung der Dimmer-Elektronik dient ein Schaltnetzteil, dessen zentrales Element der Steuerbaustein IC 1 ist. Gegenüber Netzteilen mit herkömmlichen Trafos oder Kondensator-Netzteilen sind so erhebliche Ruhestromeinsparungen möglich, was sich letztlich positiv auf der Stromrechnung bemerkbar macht. Die Ausgangsspannung des Schaltreglers ist negativ gegenüber Masse, sie wird durch D 6 bestimmt, wodurch sie bei ca. -10 V liegt. Diese Spannung wird als Steuerspannung für die Gates der Endstufen-Triacs benötigt. Zur Versorgung des Mikrocontrollers und seiner Peripherie ist ein Linear-Regler eingesetzt, der die Betriebsspannung für diese Komponenten auf -3 V einstellt. Die Einstellung der Ausgangsspannung erfolgt durch den Widerstandsteiler R 14 und R 16 am Adjust-Pin des Reglers. Da sich die Endstufen-Triacs in der vorliegenden Schaltungsweise am besten mit negativen Zündimpulsen steuern lassen, ist auch der restliche Schaltungsteil mit negativer Betriebsspannung versorgt. Dies mag zunächst für das Lesen der Schaltung etwas verwirrend erscheinen, wenn die Vcc-Anschlüsse der ICs mit Masse und die Masse-Anschlüsse der ICs mit -3 V verbunden sind. Die Schaltung des Dimmers ist aber natürlich nicht auf einfache Schaltbildverständlichkeit, sondern auf ein gutes Verhältnis zwischen Funktion und Kosten optimiert.

Der Mikrocontroller vom Typ ATmega32 speichert angelernte Sender und zugeordnete Aktionsprofile netzausfallsicher im EEPROM IC 4, mit dem er über einen I²C-Bus kommuniziert. Funkbefehle erhält der Controller über das Transceiver-Modul TRX 1, über das er auch seine Antworten und Statusmittei-

Schaltung

Die Schaltung des Dimmers (Abbildung 2) besteht aus zwei identisch aufgebauten Endstufen und den Kanälen zuge-

lungen versendet. Die Kommunikation mit dem Transceiver, der sowohl Sender als auch Empfänger beinhaltet, erfolgt dabei über den SPI-Bus der beiden Bauteile. Über die Netzspannungs-Nulldurchgangs-Erkennung synchronisiert der Controller seine Steuerimpulse, die über Pegelanpassungsstufen zu den Endstufen-Triacs gelangen. Um das erfolgreiche Zünden der Triacs zu kontrollieren und ausgefallene Lampen detektieren zu können, verfügt der Dimmer über Stromdetektoren, über die in der Dimmer-Software beispielsweise auch eine Last-Ausfallerkennung realisiert ist. Deren Funktion ist allerdings abhängig von der Länge und Art der eingesetzten Lastleitungen und Lastarten.

Funktion und Bedienung

Entfernt man den Gehäusedeckel des Dimmers, so lassen sich die beiden Ausgänge über die zwei internen Tasten ein- und ausschalten. Um den Dimmer nun über z. B. eine Fernbedienung schalten und dimmen zu können, müssen Fernbedienungstaste(n) und der gewünschte Dimmer-Kanal miteinander angelernt werden. Hierzu ist die entsprechende Kanal-Taste des Dimmers mindestens 4 Sek. gedrückt zu halten, bis die zugehörige Kanal-LED blinkt. Jetzt wird an der gewünschten Fernbedienung kurz die Config-Taste mittels eines spitzen Gegenstands (umgebogene Büroklammer o. Ä.) ge-

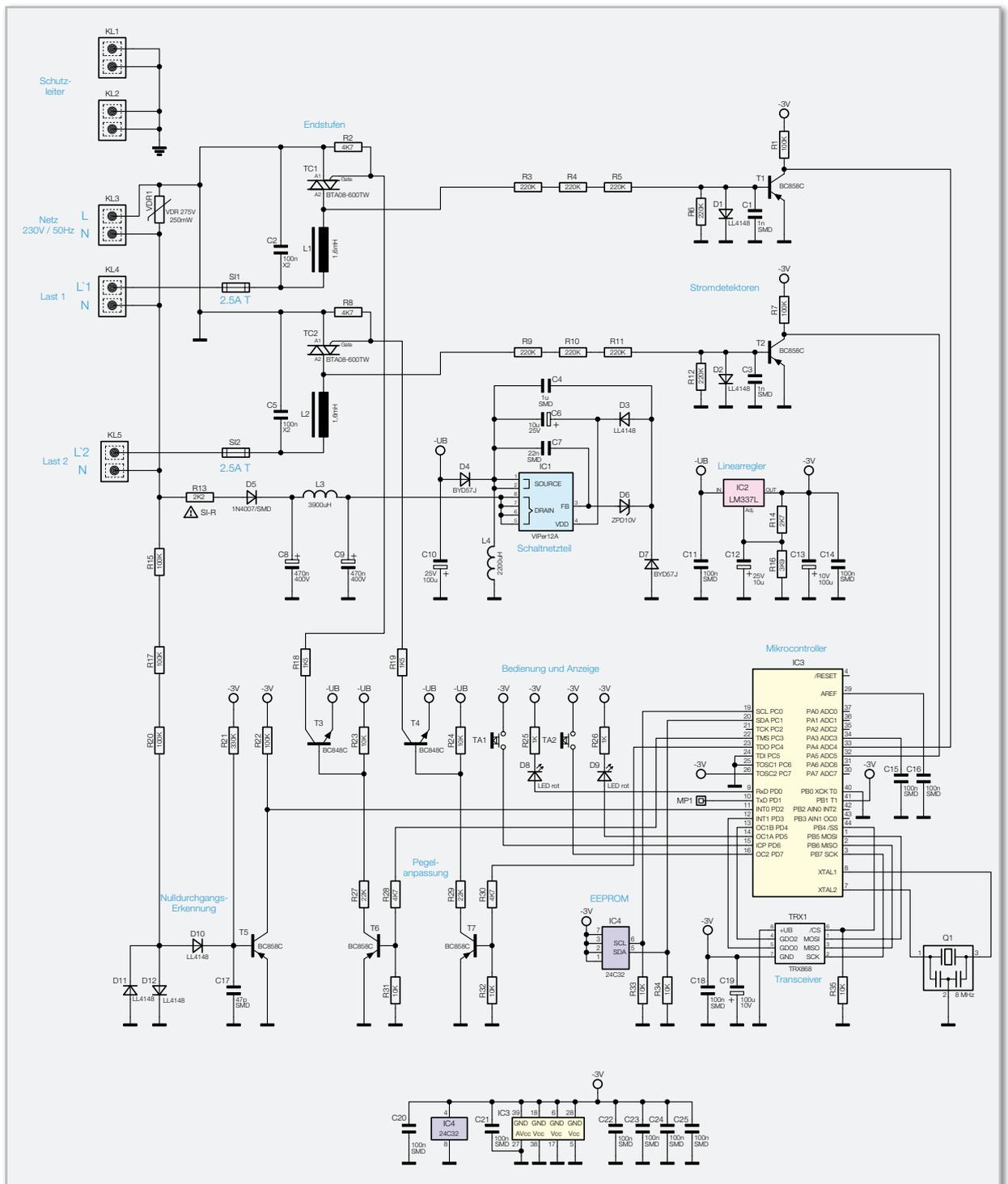


Bild 2: Schaltbild des Dimmers

drückt und anschließend die anzulernende Taste der Fernbedienung kurz betätigt. Bei Fernbedienungen, bei denen die Tasten zu Tastenpaaren angeordnet sind, werden automatisch beide Tasten des jeweiligen Paares mit den Funktionen Ein/heller und Aus/dunkler angelernt.

Im Dimmer wurde während des Anlernvorgangs ein Standardprofil für das Tastenpaar der Fernbedienung angelegt, das festlegt, wie der Dimmer sich bei Betätigung der Fernbedienungstasten verhält. In diesem Fall sorgt es dafür, dass der Dimmer bei kurzen Tastenbetätigungen ein- bzw. ausschaltet und bei längerer Betätigung herauf- bzw. herunterdimmt. Über ein Konfigurationstool oder die Zentrale können einzelne Parameter dieses Profils (z. B. Einschalthelligkeit, Einschalttrampenzzeit etc.) gezielt geändert werden oder einfach andere vordefinierte Easy-Mode-Profile (z. B. Treppenhauslicht, Einschlaflicht etc.) in den Dimmer geladen werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sind dabei so vielfältig und doch so einfach beherrschbar wie bei kaum einem anderen System.

Um einen kleinen Einblick in die Vielfalt der Einstellmöglichkeiten des Dimmers zu erhalten, sollen hier kurz einige ausgesuchte Funktionen bzw. Parameter aufgezählt werden:

- Ein- und Ausschaltverzögerung
- Rampenzeiten für Ein- und Ausschalten
- Ein- und Ausschaltdauer
- Einschaltpegel
- Dimm-Schrittgröße
- Dimm-Minimum und -Maximum
- Ausschaltverzögerungs-Blinken etc.

Auch der Blick in den Beispiel-Screenshot (siehe Abbildung 1) gibt einen Einblick in die Möglichkeiten der Parametrierung der Funktionen. Hier wird auch der ambitionierte Anwender mit hohen Ansprüchen garantiert fündig.

Nachbau

Auf der doppelseitigen Platine sind die SMD-Komponenten bereits vorbestückt, so dass hier nur noch auf eventuelle Lötfehler kontrolliert zu werden braucht, bevor mit der Bestückung der restlichen Bauteile anhand von Stückliste und Bestückungsplan in gewohnter Weise begonnen wird. Bei den Elkos und Leuchtdioden ist dabei auf die korrekte Polarität zu achten, wobei im Bestückungsdruck die „Plus“-Anschlüsse markiert sind. Bei den LEDs entspricht dies dem längeren

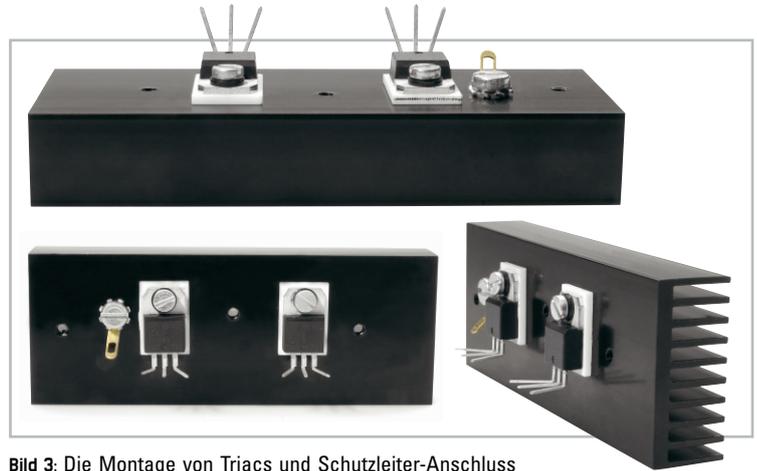


Bild 3: Die Montage von Triacs und Schutzleiter-Anschluss am Kühlkörper

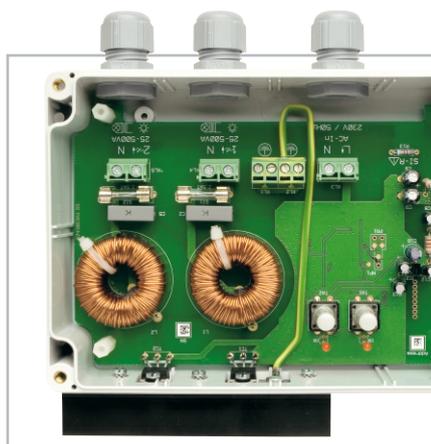
Anschluss. Bei den Elkos ist jedoch der Minus-Anschluss am Gehäuse markiert! Die LEDs sind zudem so einzubauen, dass ihre Gehäusespitzen einen Abstand von ca. 18 mm zur Platine haben, damit sie später gut durch die Bedienplatte sichtbar sind, diese aber nicht berühren.

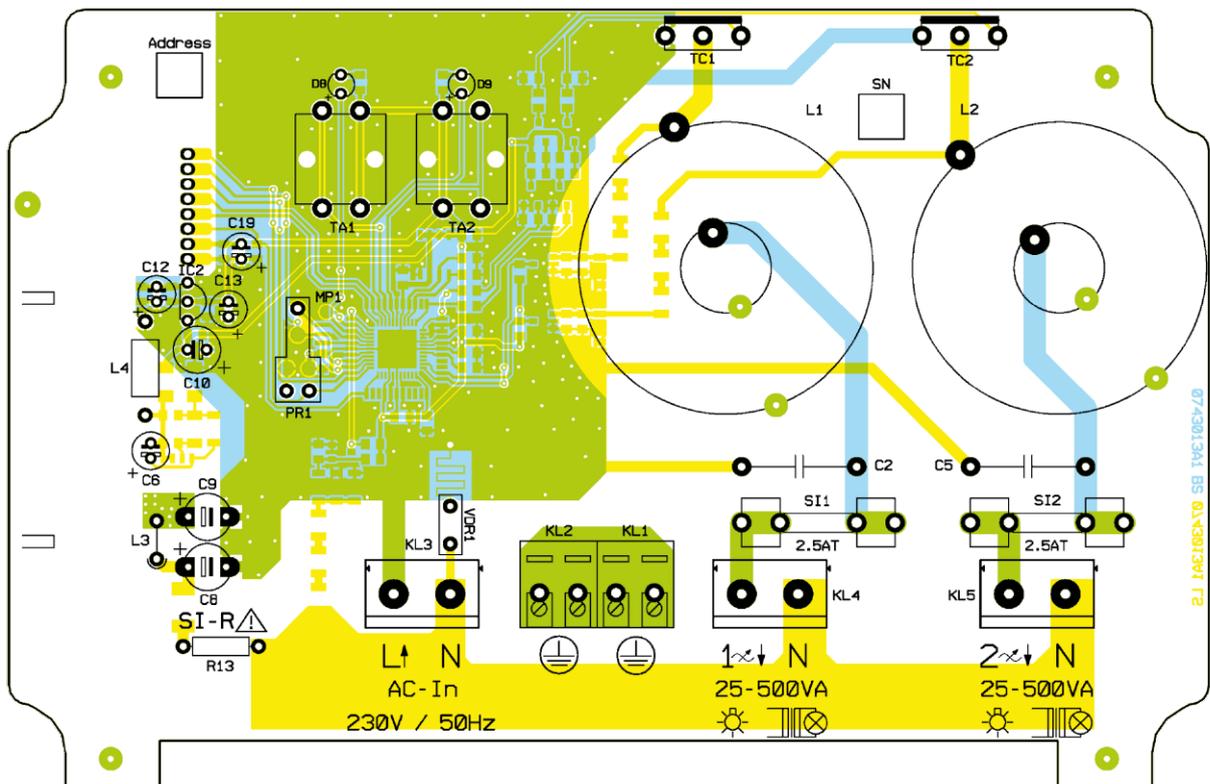
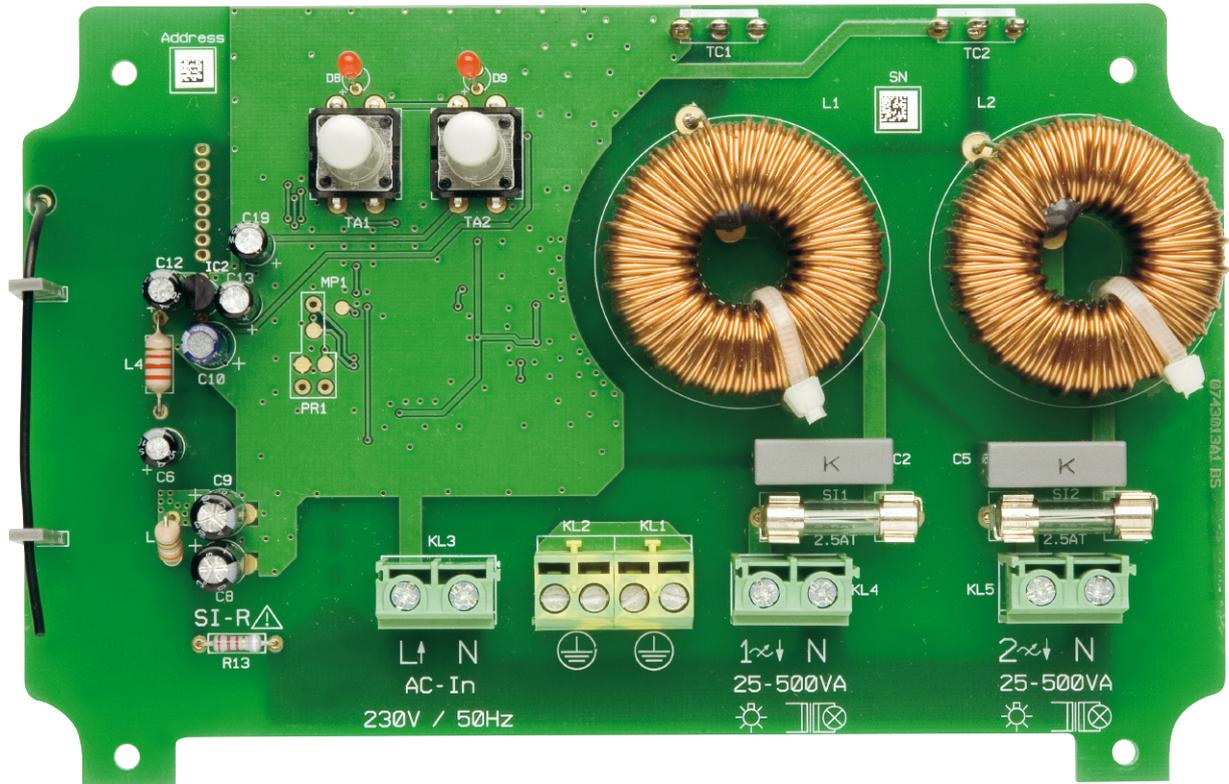
Die beiden Entstördrosseln L 1 und L 2 werden flach auf der Platine montiert und mit Kabelbindern befestigt, wobei der Verschluss auf der Platinenoberseite liegen sollte (siehe Platinenfoto). Beim Anlöten der Drossel-Anschlüsse und der Schraubklemmen ist reichlich Lötzinn zu verwenden.

Die Bestückungspositionen der beiden Triacs TC 1 und TC 2 werden nicht direkt mit den Triacs, sondern mit je 3 Lötstiften bestückt, wobei die Öffnungen der Lötösen zum Platinenrand weisen müssen. Die Triacs werden stattdessen nach dem Auftragen einer hauchdünnen Schicht Wärmeleitpaste auf beide Seiten der Isolierscheiben mit einer Isolierbuchse und einer Schraube M3 x 8 mm auf den Kühlkörper montiert. Der Kühlkörper wird weiterhin mit einer Lötöse für den Schutzleiter-Anschluss vorbestückt, wobei eine Zahnscheibe zwischen Lötöse und Schraubenkopf der M4x5-mm-Schraube einzusetzen ist, um einen guten elektrischen und mechanisch festen Kontakt herzustellen. Abbildung 3 zeigt die gesamte montierte Anordnung.

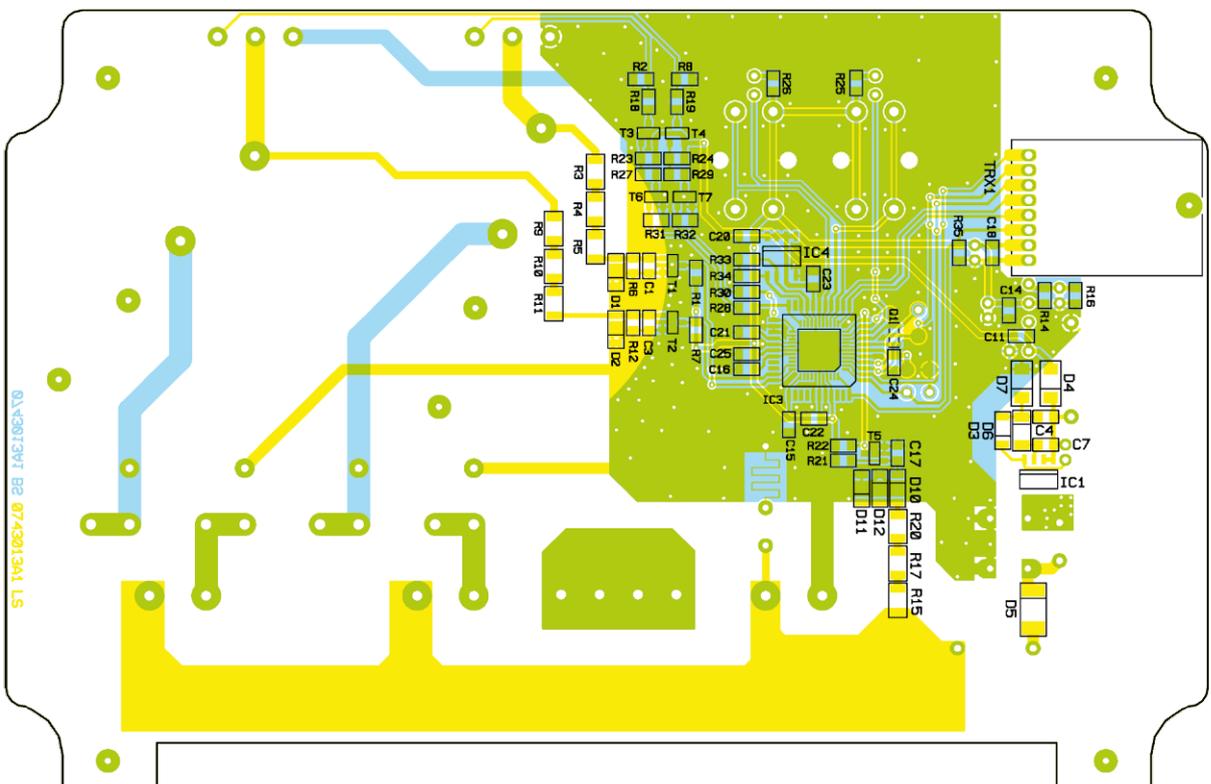
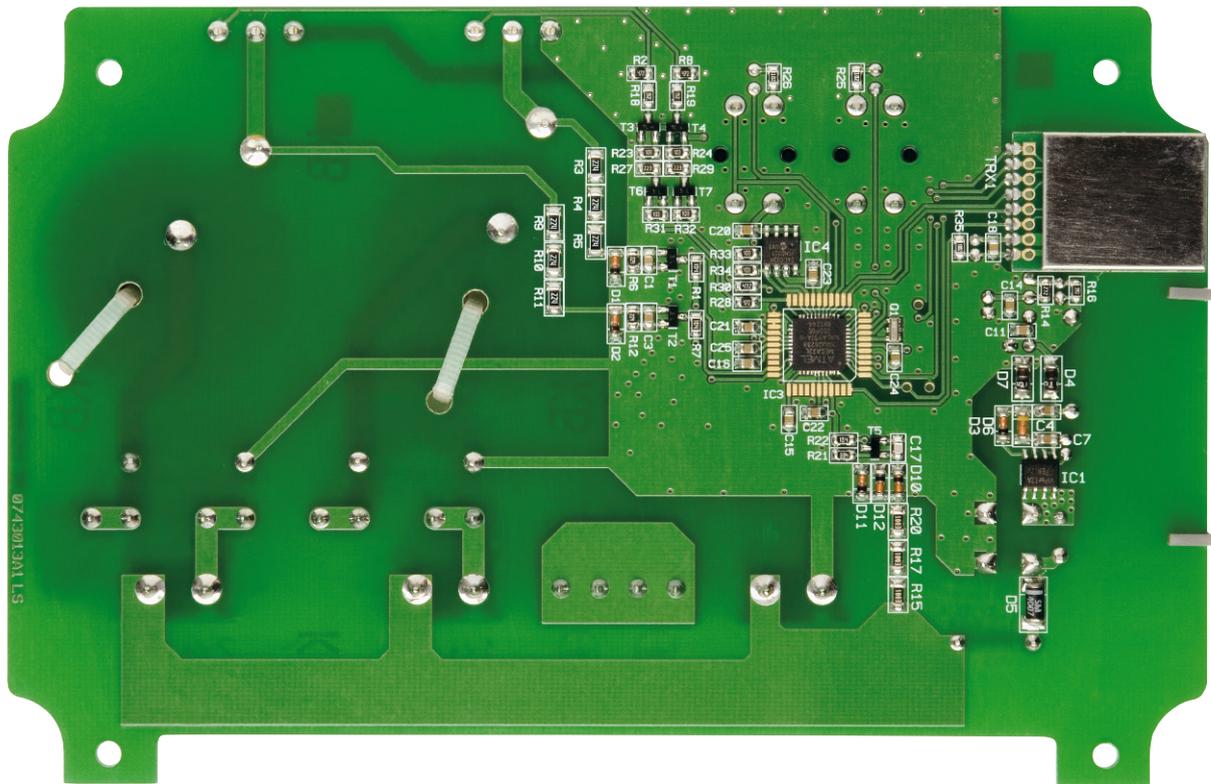
Zum Schluss wird die Antenne des Transceivers von unten durch die zugehörige Platinenbohrung geführt und das Modul so auf die Platinenunterseite gelegt, dass die entsprechenden Lötanschlüsse miteinander korrespondieren, und dann erst an einen Anschluss angelötet. Stimmt die Position, werden auch alle anderen Kontakte verlötet. Nachdem alle überstehenden

Bild 4: Die Montage des Schutzleiter-Anschlusses im Gerät ist sehr sorgfältig auszuführen.





Fertig bestückter Dimmer mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Fertig bestückter Dimmer mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

Stückliste: HM-LC-Dim2L-SM

Widerstände:

1 k Ω /SMD/0805	R25, R26
1,5 k Ω /SMD/0805	R18, R19
Sicherungswiderstand 2,2 k Ω , 0,5 W, 5 %	R13
2,7 k Ω /SMD/0805	R14
3,9 k Ω /SMD/0805	R16
4,7 k Ω /SMD/0805	R2, R8, R28, R30
10 k Ω /SMD/0805	R23, R24, R31–R35
22 k Ω /SMD/0805	R27, R29
100 k Ω /SMD/0805	R1, R7, R22
100 k Ω /SMD/1206	R15, R17, R20
220 k Ω /SMD/0805	R6, R12
220 k Ω /SMD/1206	R3–R5, R9–R11
330 k Ω /SMD/0805	R21
Varistor, 275 V, 250 mW	VDR1

Kondensatoren:

47 pF/SMD/0805	C17
1 nF/SMD/0805	C1, C3
22 nF/SMD/0805	C7
100 nF/SMD/0805	C11, C14–C16, C18, C20–C25
100 nF/250 V-/X2	C2, C5
0,47 μ F/400 V/105 °C	C8, C9
1 μ F/SMD/0805	C4
10 μ F/25 V/105 °C	C6, C12
100 μ F/10 V/105 °C	C13, C19
100 μ F/25 V/105 °C	C10

Halbleiter:

VIPer12A/SMD	IC1
LM337LZ	IC2
ELV07709/SMD	IC3
24C32/SMD	IC4
BC858C	T1, T2, T5–T7
BC848C	T3, T4
BTA08-600TW	TC1, TC2
LL4148	D1–D3, D10–D12
BYD57J	D4, D7
SM4007/SMD	D5
ZPD10V/SMD	D6
LED, 3 mm, Rot	D8, D9

Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q1
Ringkernrossel, 1,6 mH, liegend	L1, L2
Festinduktivität, 3900 μ H	L3
Festinduktivität, 2200 μ H	L4
Schraubklemmleiste, 2 x 1-polig, 17,5 A/250 V, grün/gelb	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, 24 A/500 V	KL3–KL5
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1, TA2
Tastknopf, 18 mm	TA1, TA2
Sender-/Empfangsmodul TRX 868, 868 MHz	TRX1
Sicherung, 2,5 A, träge	SI1, SI2
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1, SI2
6 Lötstifte mit Lötöse	TC1, TC2
3 Kabeldurchführungen, ST-M16 x 1,5 mm, Lichtgrau	
3 Kunststoffmutter, M16 x 1,5 mm, Lichtgrau	
1 Dichtverschluss für Kabeldurchführung, 8 x 8 mm	
2 Antennenhalter für Platinen	
2 Isolierbuchsen, TO-220	
2 Aluminiumoxid-Isolierscheiben für TO-220	
4 Abstandsbolzen, 20 mm, 1 x Innen- und 1 x Außengewinde, M3	
4 Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
5 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M4 x 5 mm	
3 Fächerscheiben, M3	
1 Zahnscheibe, M4	
1 Kühlkörper SK179, bearbeitet, Schwarz	
1 Tube Wärmeleitpaste	
2 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C	
1 Aderendhülse, 1,5 mm ²	
1 Lötöse, 4,2 mm	
1 Abdeckplatte, bearbeitet und neutral bedruckt	
1 Industrie-Aufputzgehäuse, IP 65, G214C, komplett, bearbeitet und bedruckt	
13 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm ² , grün/gelb	

Bild 5: Das fertig montierte Gerät, hier noch ohne Bedienplatte und Gehäusedeckel



Anschlüsse gekürzt und die Platine nochmals auf Fehlbestückungen, Kurzschlüsse und Unterbrechungen kontrolliert wurde, werden nun seitlich zwei Antennenhalter auf die Platine aufgerastet und die Antenne vorsichtig durch die oberen Führungslöcher gesteckt (siehe Platinenfoto).

Der Kühlkörper mit den montierten Triacs und der Lötöse wird nun zur Gehäusemontage vorbereitet. Dazu sind die Anschlüsse der Triacs vorsichtig so abzubiegen, dass sie leicht durch die zugehörigen Öffnungen der Lötstifte auf der Platine passen (siehe Abbildung 3). Wenn das Gehäuse nach der Kühlkörpermontage wasserdicht schließen soll, sind die Ränder der Gehäusefräsungen mit Silikon oder einem flexiblen temperaturfesten Kleber zu versehen und dann ist der Kühlkörper mittels 3 Schrauben M3 x 8 und den zugehörigen Federscheiben zu montieren.

Erst jetzt wird die Platine vorsichtig in das Gehäuse eingelegt, wobei darauf zu achten ist, dass die Triac-Beine gut durch die Öffnungen der Lötstifte passen. Nun wird die Platine mittels 4 Abstandsbolzen im Gehäuse festgeschraubt. Die Triac-Anschlüsse werden nochmals etwas nachgebogen, so dass sie locker in den Lötösen sitzen, und dann mit reichlich Lötzinn festgelötet.

Aus Sicherheitsgründen ist unbedingt die Erdung des Kühlkörpers über den Schutzleiter erforderlich. Hierzu wird der gelb-grüne Schutzleiter auf beiden Seiten etwa 8 mm abisoliert und auf einer Seite mit einer Aderendhülse versehen. Die andere Seite wird durch die Lötöse am Kühlkörper geführt und dort so zur Öse umgebogen, dass ein selbsttätiges Lösen verhindert wird, und anschließend mit reichlich Zinn verlötet. Das Kabelende mit Aderendhülse wird nun in die rechte Öffnung von Klemme KL 2 eingeführt und festgeschraubt. Abschließend werden die Tasten noch mit den Betätigungs-

knöpfen versehen. Abbildung 4 zeigt die Montageposition des Schutzleiter-Anschlusses, Abbildung 5 gibt noch einmal einen Überblick über das bis hierher fertig montierte Gerät.

Installation

Nach Montage des Gehäuses an einer Wand und der Verdrahtung der Anschlüsse wird die Bedienplatte aufgesetzt und mit 4 Kunststoffschrauben vorsichtig befestigt. Wichtig für den netzseitigen Anschluss ist noch einmal der Hinweis, dass das Gerät in jedem Fall mit einem Schutzleiter-Anschluss zu verkabeln ist.

Nach dem Anlernen von Sendern oder der Zentrale wird der Gehäusedeckel aufgesetzt und festgeschraubt. Bei der Auswahl des Montageortes ist darauf zu achten, dass das Gehäuse keiner direkten Sonnenbestrahlung oder anderen Wärmequellen ausgesetzt ist und für ausreichende Luftzirkulation am Kühlkörper gesorgt ist. Der Abstand zu Decke oder seitlichen Wänden sollte deshalb mindestens 20 cm betragen. Abbildung 6 zeigt das fertig montierte, geschlossene Gehäuse.

ELV



Bild 6: Das einsatzfertig montierte Gerät

Achtung!

Die Inbetriebnahme und Installation des Dimmers darf nur von durch ihre Ausbildung dazu berechtigten Fachkräften unter Beachtung der einschlägigen VDE-Vorschriften durchgeführt werden.



Ökonomisch heizen – Wärmebedarfsrelais FHT 8W

Viele Heizungsanlagen inklusive der Umwälzpumpe arbeiten ineffizient im Dauerbetrieb, unabhängig vom tatsächlichen Wärmebedarf im Haus. Betreibt man eine ELV-FHT-Einzelraumregelung, kann das Wärmebedarfsrelais FHT 8W sehr einfach Abhilfe schaffen. Es wertet die zwischen Raumregler und Funk-Ventilantrieb versandten Daten für maximal 10 Räume aus und kann die Heizungsanlage exakt und energiesparend entsprechend dem tatsächlichen Wärmebedarf steuern.

Energiefresser ausgebremst

Dass die Heizungsanlage den größten Energieverbraucher, auch in puncto Strom, im Haus darstellt, ist nichts Neues. Mit den ständig steigenden Energiepreisen gerät sie allerdings immer mehr in den Fokus ihrer kostenbewussten Benutzer. Da man die Heizung aber nun einmal benötigt, sollte man zumindest alle Möglichkeiten der Minimierung des Energieverbrauchs ausschöpfen. Der erste Ansatz ist ganz sicher eine elektronische Temperaturregelung für jeden beheizten Raum. Der nächste wäre neben diversen baulichen Maßnahmen wie Dämmung, Isolierung der Heizungsrohre usw. die Heizungsanlage selbst. Besitzt man keinen Heizkessel der modernsten Generation mit integrierter Zirkulati-

onssteuerung, Außentemperatur-Nachführung, Vor-/Rücklauf-erfassung usw., heizt der Kessel nämlich meist am tatsächlichen Bedarf vorbei. Bei älteren Heizkesseln wird eben einfach eine Vorlauftemperatur vorgegeben, vielleicht kommen noch eine Schaltuhr für eine nächtliche Absenkephase sowie ein per Kabel verbundener Raumthermostat hinzu, das war's aber auch meist schon. So werkeln Brenner und Umwälzpumpen ununterbrochen vor sich hin und verbrauchen viel mehr Energie, als tatsächlich benötigt wird, da man sinnlos immer neu erwärmtes Wasser durch die Leitung treibt, auch wenn die Regelventile der Heizkörper in den Räumen längst zuge dreht sind. Dabei wird nicht nur viel Heizenergie nutzlos verbraucht, auch die Umwälzpumpe betätigt sich als großer Dauer-Stromfresser im Haus. Gerade hier kann man aber wirksam ansetzen!

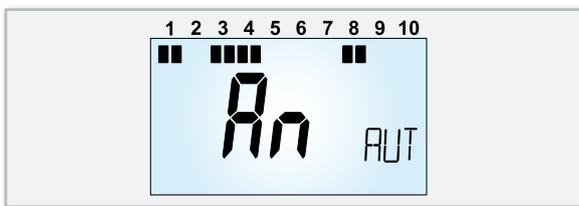
Grundlage unserer Lösung ist der Einsatz des Funk-Raumreglersystems FHT von ELV. Elektronische Heizungsregler dieses Systems senden in regelmäßigen Abständen Funkbefehle mit der vom Regelalgorithmus berechneten Ventilöffnung an die auf den Heizungsventilen montierten Antriebe. Das FHT 8W liest diese Funkbefehle mit und stellt fest, ob innerhalb des Systems Wärmebedarf vorhanden ist. Ist dies der Fall, so wird das Relais eingeschaltet. Zusätzlich zeigt das Display den Schaltzustand „An“ und die grüne LED ist eingeschaltet. Liegt kein Wärmebedarf vor, so fällt das Relais ab. Im Display ist dieser Zustand mit „Aus“ dargestellt und die LED

Technische Daten: FHT 8W

Versorgungsspannung:	230 V, 50 Hz, 10 mA
Schaltausgang:	1 x um, 230 V, 8 A
Anzahl anlernbarer Regler:	max. 10
Funkfrequenz:	868,35 MHz
Gehäuse-Schutzart:	IP 65
Gehäuseabmessungen:	115 x 90 x 55 mm

leuchtet nicht. Der Relaiskontakt ist auf geeignete Weise mit der Heizungsanlage zu verbinden und kann dann so auf diese einwirken, dass Energie gespart wird, wenn kein Wärmebedarf vorhanden ist. Einsparungen lassen sich z. B. dadurch erreichen, dass der Brenner nicht eingeschaltet wird, wenn keiner der Heizkörper Wärme abnimmt. Gleiches gilt für die Umwälzpumpe, die, wie bereits beschrieben, bei vielen Heizungsanlagen ununterbrochen mit voller Förderleistung betrieben wird und dabei eine nicht geringe Menge an elektrischer Energie verbraucht.

Im Automatik-Modus werden die von den Reglern empfangenen Werte minütlich mit den zugehörigen Grenzwerten verglichen. Ist die Ventilöffnung gleich dem Grenzwert oder hat diesen überschritten, so ist Wärmebedarf vorhanden. Die zum jeweiligen Regler gehörenden Segmente auf dem Display sind eingeschaltet:



Bei diesem Beispiel liegt somit für die Regler 1, 3, 4 und 8 ein Wärmebedarf vor.

Mitgelesen werden kann die Kommunikation aller Regler des FHT-Systems, also FHT 8R, FHT 8B, FHT 80b und FHT 1000 mit den Ventilantrieben FHT 8S und FHT 8V.

Das FHT 8W sollte so platziert werden, dass die Funksignale sämtlicher angelegter Regler problemlos empfangen werden können. Gegebenenfalls ist dies vor der endgültigen Montage zu testen.

Empfängt das FHT 8W länger als 15 Minuten kein Funksignal, so liegt für diesen Kanal ein Empfangsausfall vor. Dieser Kanal wird bei der Wärmebedarfsprüfung nicht mehr beachtet und das zugehörige Kanalsymbol im Display blinkt. Sollte der seltene Fall eintreten, dass kein Regler mehr empfangen werden kann, so fehlen die notwendigen Informationen für die Wärmebedarfsprüfung und das Relais wird aus Sicherheitsgründen eingeschaltet.

Sollte sich der geeignete Montageplatz zu weit entfernt von der zu steuernden Heizungsanlage befinden und eine Kabelverbindung sich deshalb schwierig gestalten, so besteht die Möglichkeit, das Schaltsignal über ein optional bestückbares Sendemodul als FS20-Befehl auszusenden und hiermit einen FS20-Funk-Schalter anzusteuern. Auch diese Funkverbindung

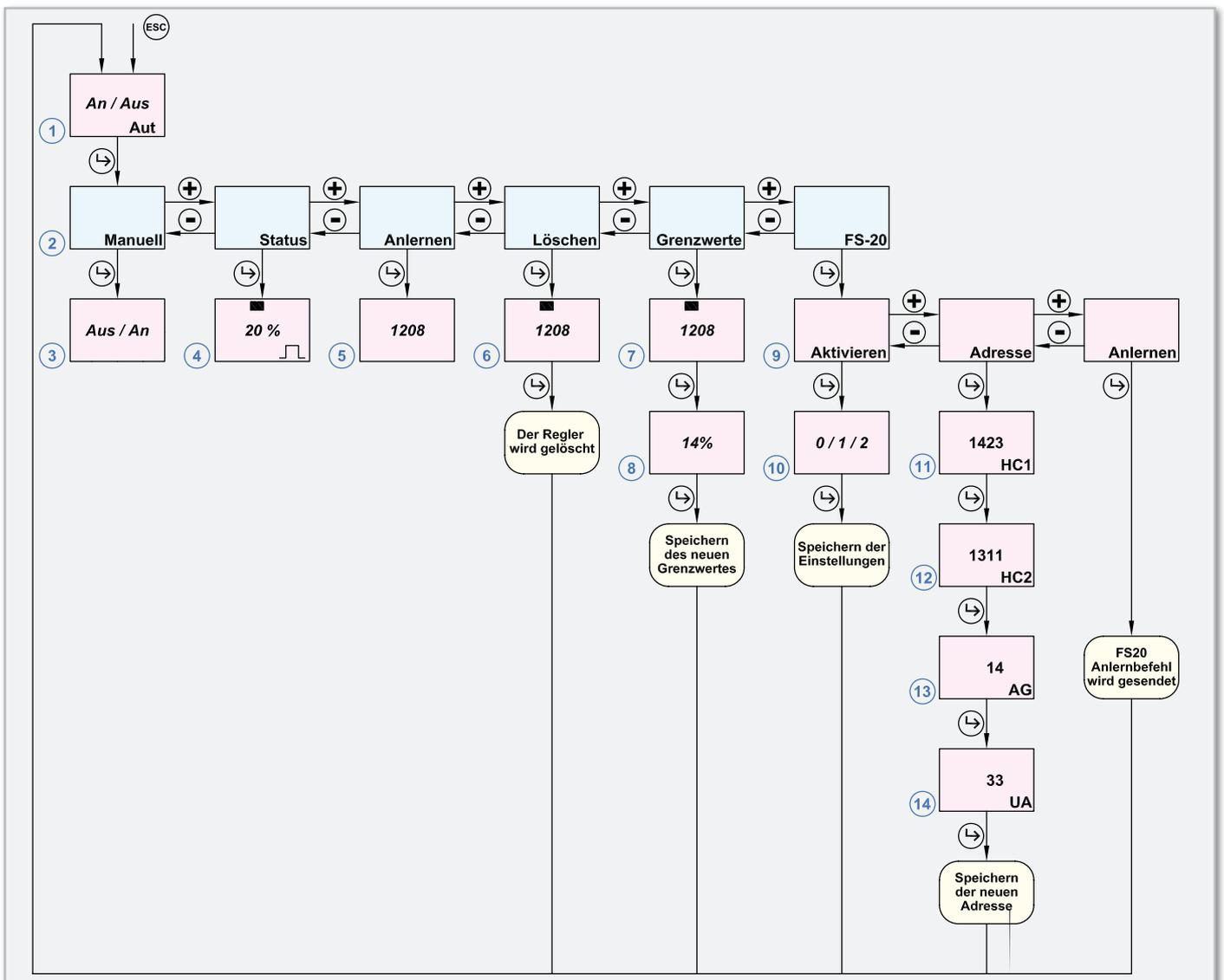


Bild 1: Übersicht über das Bedienmenü des FHT 8W

ist so gestaltet, dass der Empfänger in einen definierten Zustand geht, wenn die Funkbefehle über einen längeren Zeitraum ausbleiben.

Bedienung

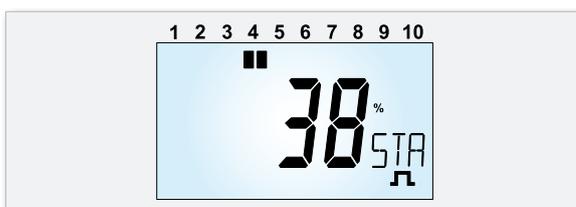
Die Bedienung des FHT 8W ist im Diagramm in Abbildung 1 übersichtlich dargestellt. Das Gerät startet grundsätzlich im Automatik-Modus (1). Mit der Taste „Menü/Enter“ wird das Hauptmenü aufgerufen (2). Es stehen die Menüpunkte „Manuell“, „Status“, „Anlernen“, „Löschen“, „Grenzwerte“ und „FS20“ zur Verfügung. Der gewünschte Menüpunkt wird mit „+“ und „-“ ausgewählt und mit der „Menü/Enter“-Taste bestätigt.

Manuell

In der Betriebsart „Manuell“ (3) wird der Wärmebedarf der Regler nicht beachtet. Das Relais und, sofern vorhanden, der FS20-Schalter werden gemäß der mit „+“ und „-“ gewählten Vorgabe an- bzw. ausgeschaltet. Wie in allen anderen Untermenüs gelangt man durch Betätigen der „ESC“-Taste wieder direkt in den Automatik-Modus.

Status

Nach Anwahl dieses Menüpunktes (4) lassen sich die aktuellen Zustände der Regler abfragen. Mit der „+“ und „-“-Taste können die einzelnen Regler ausgewählt werden. Welcher Regler aktuell auf dem Display angezeigt wird, ist aus der Balkenanzeige am oberen Displayrand ersichtlich. Es wird die Ventilöffnung in Prozent angezeigt. Bei ungenutzten Speicherplätzen erscheinen Balken in der Anzeige. Liegt für den Regler ein Empfangsausfall vor, so zeigt das Display „EA“. Resultiert aus der Ventilöffnung ein Wärmebedarf, so ist das entsprechende Symbol rechts unten im Display eingeblendet:



In diesem Beispiel hat der auf Speicherplatz 4 angelegte Regler das zugehörige Ventil auf 38 % geöffnet. Hieraus resultiert ein Wärmebedarf.

Anlernen

Ist diese Funktion (5) ausgewählt, so wartet das FHT 8W auf den Anlernbefehl eines Reglers. Der Regler sendet diesen in der Sonderfunktion „Code“ (s. Anleitung des Reglers). Empfängt das FHT 8W einen entsprechenden Befehl, so wird dieser Regler auf dem nächsten freien Speicherplatz abgelegt. Auf der Anzeige wird die Adresse des Reglers angezeigt und in der oberen Zeile dargestellt, welchem Speicherplatz dieser Regler zugewiesen wurde. Sind bereits alle Speicherplätze belegt, so erscheint die Fehlermeldung „E1“ und es lassen sich keine weiteren Regler anlernen. Die Fehlermeldung „E2“ zeigt an, dass der Regler bereits angeleert ist.

Löschen

Soll ein Regler gelöscht und der Speicherplatz wieder freigegeben werden, so ist er in diesem Untermenü (6) mit „+“ und „-“ auszuwählen und dann mit der Taste „Menü/Enter“ zu bestätigen. Neben dem Speicherplatz wird auch die Adresse des Reglers angezeigt.

Grenzwerte

Der Grenzwert bestimmt, ab wie viel Prozent Ventilöffnung beim jeweiligen Regler ein Wärmebedarf vorhanden ist. Ist die Ventilöffnung gleich oder größer als der hier eingestellte Grenzwert, so wird dies als Wärmebedarf gewertet. Die Werkseinstellung liegt bei 1 %. Es kann z. B. sinnvoll sein, diesen Wert dann heraufzusetzen, wenn das Ventil erst bei einem größeren Wert öffnet bzw. einen merklichen Wasserdurchfluss zulässt.

Zunächst ist der gewünschte Regler auszuwählen (7). Auch hier wird neben dem Speicherplatz die Adresse des Reglers mit angezeigt. Ist der Regler mit „Menü/Enter“ ausgewählt, so wird der bisherige Grenzwert angezeigt und kann mit „+“ und „-“ verändert werden (8). Mit Betätigen der Taste „Menü/Enter“ erfolgt die Speicherung des neuen Wertes.

FS20

Das FS20-Menü (9) verzweigt in die drei Untermenüpunkte „Aktivieren“, „Adresse“ und „Anlernen“.

FS20 Aktivieren

Unter diesem Menüpunkt (10) lässt sich das Verhalten des FS20-Sendeausgangs festlegen. In der Einstellung „0“ ist der FS20-Ausgang deaktiviert. Diese Einstellung ist dann zu verwenden, wenn kein Sendemodul bestückt ist oder dieses nicht genutzt werden soll. In der Einstellung „1“ ist der vom Sender angesteuerte Schalter bei Wärmebedarf aktiv. In der Einstellung „2“ hingegen ist er dann aktiv, wenn kein Wärmebedarf vorhanden ist. Diese Auswahl ermöglicht es, das Verhalten bei einem Ausfall der Funkstrecke zu definieren. Liegt eine solche Störung vor, so fällt das Relais des Empfängers grundsätzlich spätestens eine Viertelstunde, nachdem es den letzten Befehl empfangen hat, ab. Wird ein Empfänger verwendet, der einen Umschalt-Relaiskontakt als Ausgang hat, so lässt sich frei definieren, ob der Kontakt bei Wärmebedarf geschlossen oder geöffnet wird und ob bei einem Funkausfall die Schalterstellung „Wärmebedarf vorhanden“ oder „kein Wärmebedarf vorhanden“ aktiv wird. Die Konfigurationsmöglichkeiten sind in der Tabelle 1 noch einmal übersichtlich dargestellt.

FS20-Adresse

Nacheinander werden die Teile der FS20-Adresse „Hauscode Teil 1“ (HC1) (11), „Hauscode Teil 2“ (HC2) (12), „Adressgruppe“ (AG) (13) und „Unteradresse“ (UA) (14) angezeigt und können mit den Tasten „+“ und „-“ verändert werden. Die Speicherung der Änderungen erfolgt erst, nachdem der letzte Schritt, die Unteradresse, mit der Taste „Menü/Enter“ bestätigt worden ist. Zu beachten ist, dass die Adressgruppe 44 ebenso wie die Unteradresse 44 eine besondere Bedeutung



Bild 2: Schaltung des Relaisausgangs des FHT 8W

haben. Werden diese eingestellt, so fungiert das Gerät als Master bzw. eine Funktionsgruppe wird angesprochen. Nähere Informationen hierzu finden sich in den Bedienungsanleitungen der verschiedenen FS20-Komponenten.

FS20 Anlernen

Zunächst ist der anzulernende Aktor in den Programmier-Modus zu bringen. Wie dies erfolgt, ist in der Anleitung des Aktors beschrieben. Wird dann der Menüpunkt „FS20 Anlernen“ ausgewählt, so sendet das FHT 8W einen Befehl aus, und der Aktor sollte auf den Funkkanal angelernet sein.

Verwendung des internen Relais

Das im FHT 8W befindliche Relais wird stets abhängig vom Wärmebedarf geschaltet. Ist kein Wärmebedarf vorhanden, so ist das Relais in Ruhelage, d. h., die Kontakte sind, wie im Schaltbild (Abbildung 2 zeigt einen Auszug daraus) bzw. wie im Bestückungsdruck der Platine dargestellt, verbunden. Liegt Wärmebedarf vor, so zieht das Relais an.

In vielen anderen ELV-Geräten kommen Relais zum Einsatz, die darauf optimiert sind, netzbetriebene Verbraucher mit einem Strom von bis zu 16 Ampere schalten zu können. Die bei diesen Relais verwendeten Kontaktmaterialien erlauben nicht nur diese hohen Lastströme, sondern verkraften auch die beim Schalten von induktiven Lasten und Verbrauchern mit hohem Einschaltstrom (Glühlampen, Schaltnetzteile) auftretenden hohen Strom- bzw. Spannungsspitzen sehr gut. Solche Kontaktmaterialien sind jedoch nicht geeignet, um eine Signalspannung zu schalten. Denn im Laufe der Zeit kommt es zur Ablagerung von Fremdschichten auf den verwendeten Kontaktwerkstoffen. Hierdurch entstehen hohe Kontaktwiderstände, die erst ab einer gewissen Mindestspannung, der sogenannten Frittspannung, überwunden werden. Ist die Signalspannung geringer als die Frittspannung, so resultieren hieraus Fehlfunktionen. Da Steuereingänge von Heizungsanlagen häufig mit Kleinspannung arbeiten, kommt beim FHT 8W deshalb ein anderer Relais-Typ zum Einsatz. Die Kontakte sind hier mit Gold überzogen, das aufgrund seiner Edelmetall-Eigenschaften der Ablagerung von Fremdschichten vorbeugt. Die maximale Belastbarkeit des verwendeten Relais ist allerdings auf 8 Ampere begrenzt. Wenn ein netzbetriebener Verbraucher direkt geschaltet werden soll, muss deshalb eine geeignete Absicherung, wie in Abbildung 3 dargestellt, vorgesehen werden. In vielen Anwendungsfällen dürfte dies bereits durch die interne Sicherung der Heizungsanlage gegeben sein.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Wärmebedarfsrelais an die Heizungsanlage anzuschließen. Die

		Wärmebedarf	Internes Relais
Nicht vorhanden			
vorhanden			

Menüpunkt FS20-Aktivieren	Wärmebedarf	Externes Relais z. B. FS20 AS1	Externes Relais bei Empfangsausfall
1	Nicht vorhanden		
	vorhanden		
2	Nicht vorhanden		
	vorhanden		

Tabelle 1: Die Zuordnung der internen und externen Relaiskontakte zu den Zuständen des Wärmebedarfs

beste Variante stellt sicherlich ein entsprechender Steuereingang dar. Viele moderne Kesselsteuerungen verfügen über frei konfigurierbare Eingänge, die beispielsweise in Ferienhäusern die Fernsteuerung über ein Wählgerät ermöglichen. Dieser Eingang ist dann so zu parametrieren, dass die Heizungsanlage in den „Stand-by-Modus“ geschaltet wird, wenn kein Wärmebedarf vorhanden ist. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das FHT 8W auf den Eingang des Fernbedienegerätes bzw. des Raumthermostaten einwirken zu lassen. Einen solchen Eingang besitzen fast alle Kesselsteuerungen, auch ältere. Liegt dann kein Wärmebedarf vor, wird die Anlage vom Nennbetrieb auf Absenkbetrieb heruntergefahren. Des Weiteren kann das Relais natürlich auch direkt in die Zuleitung der Umwälzpumpe eingeschleift werden. Dies stellt allerdings die ungünstigste Lösung dar, da der Kessel weiterhin das Wasser aufheizt, die Wärme aber nicht abtransportiert wird. Zum einen wird hierbei das Energiesparpotential nicht vollständig ausgeschöpft, zum anderen kann die Kesselsteuerung aufgrund der Tatsache, dass die Wärme nicht abgenommen wird, evtl. in den Störungszustand gehen. Nähere Informationen, wie die Anschaltung erfolgen kann, finden sich im Handbuch bzw. der Installationsanleitung der Kesselsteuerung. Im Zweifelsfall sollte ein Heizungsfachmann zu Rate gezogen werden.

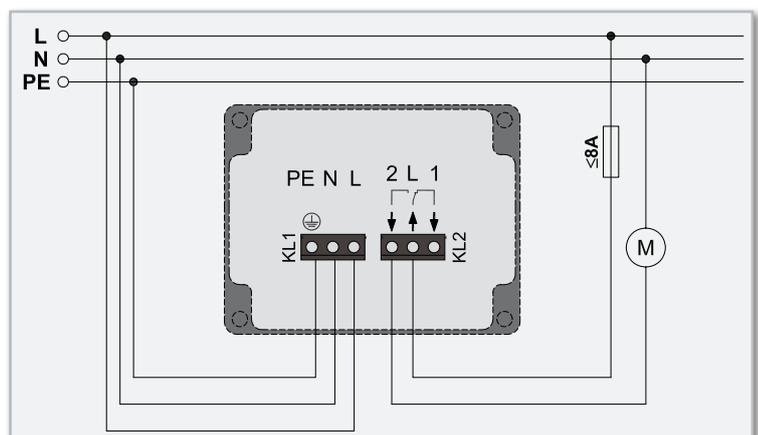


Bild 3: So muss die Absicherung der Last erfolgen, um die Relaiskontakte des internen Relais nicht zu überlasten.

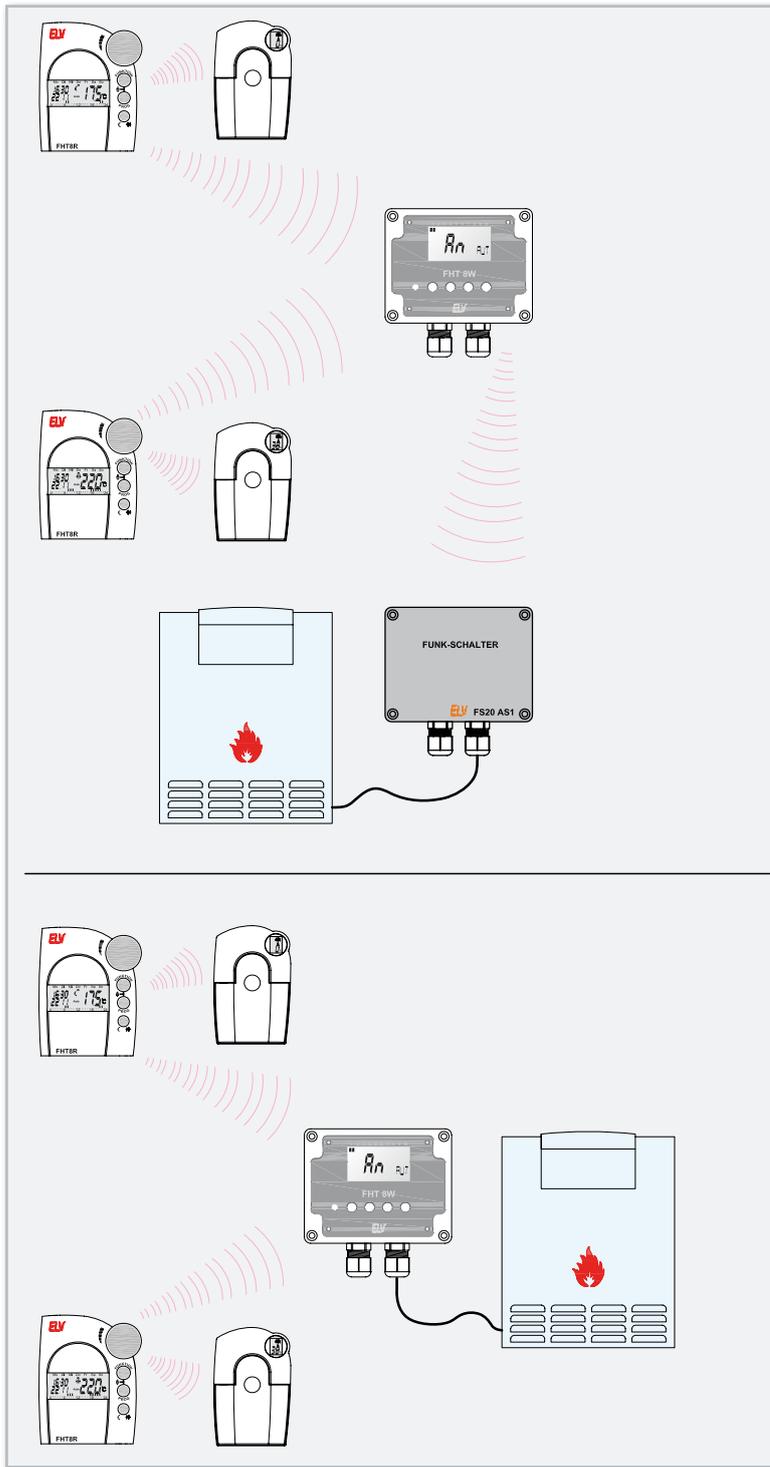


Bild 4: Die beiden Einsatzvarianten des FHT 8W, oben mit FS20-Ansteuerung, unten ist der interne Relaiskontakt direkt an die Heizung angeschlossen.

die Informationen der Regler an einer zentralen Stelle im Haus. Für die Anbindung an die Heizungsanlage wird aber nicht das interne Relais genutzt, sondern ein per FS20 angesprochener Funk-Schalter.

Voraussetzung für die Nutzung der FS20-Funkstrecke ist, dass das Sendemodul HFS 1 auf der Controllerplatine bestückt ist. Als Empfänger eignen sich grundsätzlich alle FS20-Schaltaktoren. Diese werden allerdings nicht mit einem Befehl angesteuert, der den Ausgang dauerhaft aktiviert, sondern mit einem Timerbefehl, der den Aktor für maximal 15 Minuten aktiviert. Solange dieser Zustand bestehen bleiben soll, sendet das FHT 8W regelmäßig neue „Einschalten für 15 Minuten“-Befehle, die den Aktor retriggeren. Hierdurch ist gewährleistet, dass der Aktor bei einer Unterbrechung der Funkverbindung nicht einfach im letzten Schaltzustand verbleibt, sondern nach spätestens 15 Minuten ausschaltet. Über den Menüpunkt „FS20 Aktivieren“ kann festgelegt werden, ob das Relais des Empfängers aktiviert werden soll, wenn Wärmebedarf vorhanden ist („1“) oder wenn kein Wärmebedarf vorhanden ist („2“). In der Grundeinstellung („0“) erfolgt keine Aussendung von FS20-Funkbefehlen.

Wird dann noch ein Schaltaktor mit Wechsler-Relaisausgang wie z. B. der FS20 AS1 verwendet, so lässt sich ein beliebiges Verhalten für den Normalbetrieb (Kontakt bei Wärmebedarf geöffnet oder geschlossen) und bei Empfangsausfall (Kontakt geöffnet oder geschlossen) realisieren. Ist bei „FS20 Aktivieren“ die Option „2“ gewählt, so schaltet das Relais des Funkempfängers umgekehrt zum Schaltverhalten des internen Relais. Hierbei sei noch einmal auf die Übersicht in Tabelle 1 hingewiesen.

Im zweiten und abschließenden Teil des Artikels stellen wir die Schaltung des FHT 8W vor und besprechen Nachbau und Installation des Gerätes.

ELV

Verwendung der FS20-Funkstrecke

Über die FS20-Funkstrecke besteht die Möglichkeit, das Schaltsignal an einer vom Montageort des FHT 8W entfernten Stelle zu nutzen, ohne dass hierfür eine Kabelverbindung geschaffen werden muss. Dies bietet sich z. B. dann an, wenn die Heizungsanlage sich in einem Raum des Hauses befindet, in dem keine zuverlässigen Empfangsbedingungen für den Empfang der Signale aller Regler gewährleistet sind. Verdeutlicht wird dies durch die beiden Funktionsschaltbilder in Abbildung 4. Im oberen Teil ist das FHT 8W direkt mit der Heizungsanlage verbunden, die FS20-Funkstrecke wird nicht verwendet. Im unteren Teil sammelt das FHT 8W wiederum



FS20-Funk - Zwischendeckendimmer

Seit nunmehr fünf Jahren gibt es den flachen 200-VA-Funk-Dimmer FS20 DI20 – Zeit für ein gründliches Re-Design!
Der neue Zwischendeckendimmer FS20 DI20-3 verfügt über eine verbesserte Schaltung und ist in der Gehäusegestaltung an moderne Anforderungen angepasst.

Next Generation

Vor fünf Jahren wurde der FS20 DI20 als eine der ersten FS20-Komponenten auf den Markt gebracht. In der Zwischenzeit wurden entsprechend dem Stand der Technik kleine Schaltungsverbesserungen durchgeführt und mit dem jetzt erfolgten Designwechsel wurde nochmals ein großer Schritt zu einem absolut professionellen Gerät gemacht. Sowohl das Gehäusematerial selbst als auch die Konstruktion der Kabel-Zugentlastung und die Einführbarkeit in Deckenausschnitte wurden verbessert und die Platine entsprechend angepasst. Nach wie vor verfügt der Dimmer über zahlreiche Programmiermöglichkeiten, so sind drei Timer für den Zeitbereich 1 Sekunden bis 4,5 Stunden integriert, die auch miteinander kombinierbar sind, um auch aufwändigere Lichtszenarien realisieren zu können. Beispiel Treppenlichtsteuerung: Lampenschonendes Heraufdimmen innerhalb von 3 Sekunden und nach 4 Minuten automatisch ein langsames Herunterdimmen innerhalb von 25 Sekunden, um nicht plötzlich unerwartet im Dunkeln zu stehen.

Weiterhin kann man festlegen, wie sich der Dimmer ohne aktivierten Timer bei neuem Einschalten verhalten soll: Einschalten mit voller Helligkeit, Leuchte bleibt nach Zuschalten der Netzspannung zunächst ausgeschaltet oder Einschalten mit der Helligkeit, die vor dem letzten Ausschalten eingestellt war.

Und natürlich fügt sich das Gerät nahtlos in das Adress- und Codesystem des FS20-Funk-Haussteuerungs-Systems ein. Alle programmierten Daten bleiben in einem integrierten Speicher dauerhaft erhalten – auch bei Netzausfall. Damit steht in der Leistungsklasse bis 200 VA ein sehr vielseitig einsetzbares Lichtsteuergerät zur Verfügung.

Technische Daten: FS20 DI20-3

Ruhestromaufnahme:	40 mA
Empfangsprotokoll:	FS20, 868,35 MHz
Last:	25–200 VA
Abmessungen:	148 x 48 x 34 mm

Die neue Gehäuseform kommt insbesondere der einfachen Montage in Möbeln und Zwischendecken zugute – die abgeschrägten Enden erleichtern das Einführen in Öffnungen, und neue Gehäusematerialien sichern u. a. eine hohe mechanische Stabilität und eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Gehäuse.

Das Gerät ist als Phasenanschnittdimmer für das Dimmen von ohmschen und induktiven Lasten im Leistungsbereich von

25 bis 200 VA vorgesehen. Es darf nicht für die Ansteuerung von Halogen- oder anderen Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten eingesetzt werden.

Natürlich ist der neue Dimmer voll kompatibel zu allen vorhandenen Sendern des FS20-Systems! Ein ferngesteuertes Dimmen ist über alle Hand- und Wandsender des Systems, den Bewegungsmelder FS20 PIRI-2 HR sowie die Funk-Hauszentralen des FS20-Systems möglich. Alle anderen Sender

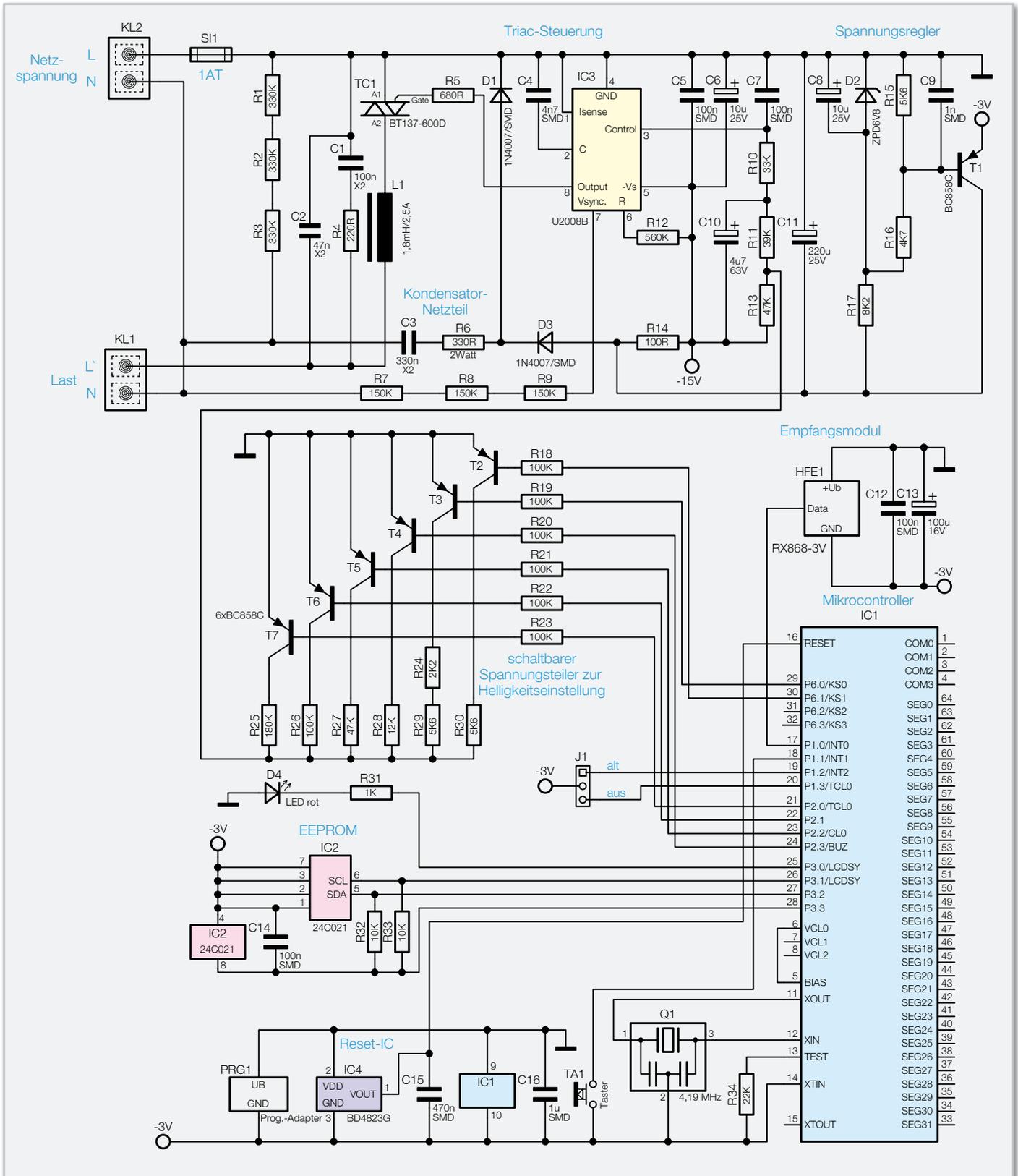


Bild 1: Schaltbild des FS20 D120-3

steuern die Ein-/Aus-Schaltfunktion an. So kann u. a. auch ein normaler Funk-Bewegungsmelder das bereits beschriebene Timer-Szenario auslösen, womit auch hier die Dimmfunktionen in Aktion treten.

Eine Anwendung ist auch die Ansteuerung durch den Funk-Dämmerungssender FS20 SD und das Auf- und Abdimmen der angesteuerten Leuchten mittels der beiden Timer für Slow-on- und Slow-off-Betrieb. Das schont die Lampen und erhöht deren Lebensdauer deutlich. Die verlängert sich im Übrigen auch, indem man die Lampen nicht bis auf 100 % heraufdimmt, sondern nur je nach Bedarf auf einen Wert darunter. Welche umfangreichen Möglichkeiten das Gerät bietet, erschließt sich auch aus den noch folgenden ausführlichen Bedien- und Programmierhinweisen in diesem Artikel.

Schaltung

Herzstück des Dimmers, dessen Schaltung in Abbildung 1 zu sehen ist, ist der Mikrocontroller IC 1, der die vom angeschlossenen Funkmodul HFE 1 kommenden Daten empfängt, diese auf gültige FS20-Funkbefehle untersucht und decodiert. Neben der Fernbedienung per Funk auf 868 MHz ist auch eine direkte Bedienung des Dimmers über die interne Taste möglich, die aber eigentlich nur für das Anlernen von Fernbedienungen benötigt wird. Die Adressen der angelernten Sender und die programmierten Rampen- und Einschaltzeiten werden vor Netzausfällen geschützt im EEPROM IC 2 gespeichert, mit dem der Controller über einen I²C-Bus kommuniziert.

Die Triac-Ansteuerung und -Überwachung erfolgt nicht direkt vom Controller, sondern über einen speziellen Ansteuerbaustein IC 3, der neben der Synchronisierung der Zündimpulse im Zündwinkel zur Netzspannung auch für das erfolgreiche Zünden des Triacs sorgt, indem er bis zur Selbsthaltung des Triacs automatisch kurze Zündimpulse liefert und den Status des Triacs überwacht. Der gewünschte Zündwinkel und damit die Helligkeit der angeschlossenen Lampe wird am Ansteuerbaustein vom Typ U2008 über einen entsprechenden Gleichspannungspegel am Control-Eingang Pin 3 eingestellt. Dazu kann der Controller über die Transistoren T 2 bis T 7 einen Widerstandsteiler aus R 13 und R 24 bis R 30 so schalten, dass sich die jeweils passenden Spannungen am Control-Pin einstellen. Um die beim Dimmen entstehenden Störungen unter den gesetzlichen Grenzen zu halten, verfügt der Dimmer über das Entstörnetzwerk aus L 1, C 1, C 2 und R 4. Zur Spannungsversorgung der Dimmer-Elektronik dient ein Kondensator-Netzteil, das im Wesentlichen aus C 3, D 1, D 3 und C 11 besteht. R 6 sorgt lediglich für die Begrenzung von Stromspitzen. Die in IC 3 integrierte Z-Diode sorgt in Verbindung mit R 14 für eine sanfte Begrenzung der Kondensator-Netzteil-Spannung auf ca. -15 V. Mit T 1, D 2 und den umliegenden Widerständen und Kondensatoren ist ein diskreter Spannungsregler aufgebaut, der Controller, EEPROM und Funkmodul mit einer Gleichspannung von -3 V versorgt. Bedingt durch die Ansteuerschaltung des Triacs ist es erforderlich, alle Versorgungsspannungen der restlichen Elektronik in negativer Form auszuführen, was auf die Funktion zwar keinen Einfluss hat, das Schaltungsverständnis aber etwas erschwert. Der Jumper J 1 legt fest, wie sich der Dimmer beim

Zuschalten der Netzspannung verhält. Wahlweise kann der Dimmer bei Spannungszufuhr auf alter oder maximaler (Jumper offen) Helligkeit einschalten oder auch ganz aus bleiben. Je nach Anwendungsfall ist die entsprechende Jumperposition zu wählen. Sollten Netzspannungsschwankungen oder Störspannungen auf der Netzleitung zu einem Einbruch der Versorgungsspannung des Dimmers führen, sorgt der Reset-Baustein IC 4 für einen definierten Neustart des Controllers.

Funktion und Bedienung

Achtung!

Die Inbetriebnahme und Installation des Dimmers darf nur von durch ihre Ausbildung dazu berechtigten Fachkräften unter Beachtung der einschlägigen VDE-Vorschriften durchgeführt werden.

Grundeinstellung und Anlernen

Beim Einschalten der Netzspannung schaltet der Dimmer in der Grundeinstellung den Verbraucher mit der zuletzt eingestellten Helligkeit ein. Damit lässt sich eine Deckenlampe einfach über den bisherigen Wandschalter ein- und ausschalten und zusätzlich per Funk dimmen.

Ist dem Dimmer kein separater Schalter vorgeschaltet, sollte der Jumper (natürlich nach Trennen des Gerätes vom Stromnetz!) auf die Position „aus“ gesteckt werden, damit die angeschlossene Lampe nach einem Stromausfall nicht automatisch eingeschaltet ist.

Durch Umstecken des Jumpers auf der Platine des Dimmers können folgende Einschaltzustände gewählt werden:

Jumper auf „alt“ gesteckt (Grundeinstellung)

Einschalten mit dem Helligkeitswert vor dem letzten Abschalten.

Jumper auf „aus“ gesteckt

Bei Zuschalten der Netzspannung bleibt die Leuchte zunächst ausgeschaltet.

Jumper nicht gesteckt

Einschalten mit voller Helligkeit.

Betätigt man nach dem Anschluss des Gerätes an Netz und Last nun mit einem schlanken Gegenstand die versenkte Taste durch die Öffnung im Gehäuseoberteil, lässt sich die Last auf jeden Tastendruck ein- oder ausschalten.

Nun folgt das Anlernen des Funk-Dimmers an die jeweilige FS20-Fernbedienung über einen Selbstlern-Modus:

Um diesen zu starten, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Mittels eines schlanken Gegenstands ist die Taste durch die kleine Öffnung auf der Gehäuseoberseite gedrückt zu halten, während das Gerät an das Stromnetz angeschlossen wird. Die Kontroll-Leuchte am Dimmer blinkt. Der Funk-Dimmer befindet sich jetzt im Lern-Modus.

Ist der Dimmer dagegen bereits an das Stromnetz angeschlossen, so ist die Taste des Dimmers für mind. 15 Sekunden zu drücken. Die Kontroll-Leuchte am Dimmer blinkt. Das Gerät befindet sich im Lern-Modus.

- Nun ist eine Taste des gewünschten Tastenpaares der FS20-Funk-Fernbedienung zu drücken.

Hat der Dimmer den Code empfangen, stellt die Kontroll-Leuchte das Blinken ein.

Diese Programmierung auf einen bestimmten Sender kann jederzeit durch einfaches Neu-Programmieren überschrieben werden.

Auf die Erläuterung des FS20-Adress-und-Codesystems verzichten wir an dieser Stelle, sie würde den Rahmen des Artikels sprengen. Das System und die Einordnung von Geräten darin ist in der mit dem Gerät mitgelieferten Bedienungsanleitung ausführlich erläutert.

Bedienung der Grundfunktionen

Betrieb mit Fernbedienung

Einschalten: Rechte Taste des programmierten Tastenpaares kurz betätigen.

Ausschalten: Linke Taste des programmierten Tastenpaares kurz betätigen.

Heraufdimmen: Rechte Taste des programmierten Tastenpaares länger als 0,4 Sekunden betätigen, die Lampe wird heller

Herabdimmen: Bei eingeschalteter Lampe linke Taste des programmierten Tastenpaares länger als 0,4 Sekunden betätigen, die Lampe wird dunkler.

Direktbedienung

Ein- und Ausschalten:

Versenkte Taste am Funk-Dimmer kurz betätigen.

Dimmen:

Versenkte Taste am Funk-Dimmer länger als 0,4 Sekunden betätigen.

Solange die Taste gedrückt bleibt, wird die Helligkeit der Lampe verändert. Ist der gewünschte Helligkeitswert erreicht, ist die Taste loszulassen.

Mit jedem erneuten Betätigen der Taste kehrt sich die Dimmrichtung um.

Bei eingeschaltetem Verbraucher leuchtet die Kontroll-Leuchte am Funk-Dimmer.

Wurde der Verbraucher auf einen bestimmten Helligkeitswert gedimmt, so wird dieser Wert beim Ausschalten gespeichert und beim Einschalten wiederhergestellt.

Wird im ausgeschalteten Zustand die rechte Taste der Fernbedienung bzw. die Taste des Dimmers für länger als 0,4 Sekunden gedrückt, so schaltet der Dimmer nicht mit der gespeicherten Helligkeit wieder ein, sondern mit niedrigster Helligkeit. Bleibt die Taste gedrückt, dimmt der Dimmer nun langsam hoch!

Wird im ausgeschalteten Zustand die linke Taste der Fernbedienung länger gedrückt, so schaltet der Dimmer die Last mit maximale Helligkeit ein und dimmt dann langsam dunkler.

Die Timer-Funktionen

Es sind drei getrennte Timer für Kurzzeitbetrieb, Slow-on und Slow-off im Bereich von jeweils 1 Sekunde bis 4,5 Stunden programmierbar. Für die Programmierung der Timer wird eine Fernbedienung des FS20-Systems benötigt.

Ist ein Timer programmiert, lässt er sich durch Deaktivieren der Timer-Funktionen außer Betrieb nehmen!

Beim **Kurzzeitbetrieb** schaltet der Dimmer nach dem Einschalten automatisch nach der programmierten Einschaltdauer wieder aus, dabei werden eventuelle Slow-on- und Slow-off-Zeiten nicht der Einschaltdauer zugerechnet.

Slow-on bedeutet, dass der Dimmer innerhalb der eingestellten Zeit sanft auf den jeweiligen Endwert hochdimmt.

Slow-off bedeutet, dass der Dimmer innerhalb der eingestellten Zeit sanft auf den jeweiligen Endwert herunterdimmt.

Timer-Programmierung

Kurzzeit-Timer programmieren

- Es sind beide Tasten des dem Funk-Dimmer zugeordneten Tastenpaares der Fernbedienung kurz (1 Sek. bis 5 Sek.) gleichzeitig zu drücken.

- Die Kontroll-Leuchte des Funk-Dimmers blinkt, jetzt wird die Zeitmessung gestartet.

- Nach Ablauf der gewünschten Zeit sind wiederum beide Tasten an der Fernbedienung kurz gleichzeitig zu betätigen.

Damit ist die Timerzeit programmiert.

Slow-on-Timer programmieren

- Die Timer-Programmierung wird wie bei der Kurzzeit-Programmierung gestartet und beendet.

- Um die Timerzeit der Funktion Slow-on zuzuweisen, betätigt man während der Zeitmessung kurz die Ein-Taste des Tastenpaares an der Fernbedienung.

Slow-off-Timer programmieren

- Die Timer-Programmierung wird wie bei der Kurzzeit-Programmierung gestartet und beendet.

- Um die Timerzeit der Funktion Slow-off zuzuweisen, betätigt man während der Zeitmessung kurz die Aus-Taste des Tastenpaares an der Fernbedienung.

Timer-Funktionen deaktivieren

- Das dem Dimmer zugeordnete Tastenpaar der Fernbedienung ist kurz (1 Sek. bis 5 Sek.) gleichzeitig zu betätigen.

- Die Kontroll-Leuchte des Dimmers blinkt.

- Jetzt ist der Bedientaster am Dimmer zu betätigen. Die Kontroll-Leuchte des Dimmers erlischt. Damit sind die Timer-Funktionen aufgehoben.

Dimmer mit aktiviertem Timer bedienen

Slow-on- und Slow-off-Funktion

- Wird der Dimmer durch einen kurzen Tastendruck (per Funk oder versenkte Bedientaste am Gerät) ein- oder ausgeschaltet, wird innerhalb der programmierten Zeit langsam auf den vor dem Start des Timers zuletzt eingestellten Helligkeitswert herauf- oder auf null herabgedimmt.

- Wird während dieses Dimmvorgangs nochmals der gleiche Ein- oder Ausschaltbefehl erteilt, so dimmt das Gerät sofort ohne Timer-Funktion auf den endgültigen Wert.

- Dimmt man manuell (Taste lange drücken), so wird der Timer für diesen Dimmvorgang übergangen.

Erst beim nächsten „normalen“ Einschaltbefehl (kurzer Tastendruck) steht dann wieder der Timer zur Verfügung.



Bild 2: Die Reihenfolge der Platinenbestückung

Kurzzeit-Timer-Funktion

- Schaltet man den Dimmer mit einem kurzen Tastendruck (per Funk [Ein-Taste] oder versenkte Bedientaste am Gerät) ein, schaltet er mit der vor dem Start des Timers zuletzt eingestellten Helligkeit ein und nach Ablauf der Timerzeit automatisch wieder aus.

Zeitweiliges Umschalten auf Dauerbetrieb

- Wird das Gerät mit einem langen Tastendruck eingeschaltet oder innerhalb der Timerzeit gedimmt, bleibt der Dimmer bis zum nächsten manuellen Abschalten dauerhaft eingeschaltet.
- Beim nächsten „normalen“ Einschalt-Befehl (kurzer Tastendruck) steht dann wieder der Timer-Betrieb zur Verfügung.

Nachbau

Der Nachbau des gemischt bestückten Dimmers gestaltet sich relativ einfach, da alle SMD-Komponenten bereits vorbestückt sind. Diese vorbestückte Platine ist jedoch ungetestet, weshalb sie noch auf eventuelle Lötfehler kontrolliert werden sollte, bevor die restlichen Bauteile unter Zuhilfenahme von Stückliste und Bestückungsplan bestückt werden. In der Fotostrecke in Abbildung 2 ist die folgend beschriebene Reihenfolge der Bestückung gut zu verfolgen. Wir beginnen mit der liegenden Bestückung des Widerstands R 6, gefolgt von der stehenden Bestückung von R 4, wozu zuvor die Anschlüsse vorsichtig auf das richtige Rastermaß zu biegen sind. Nach dem Verlöten der Anschlüsse sind diese so

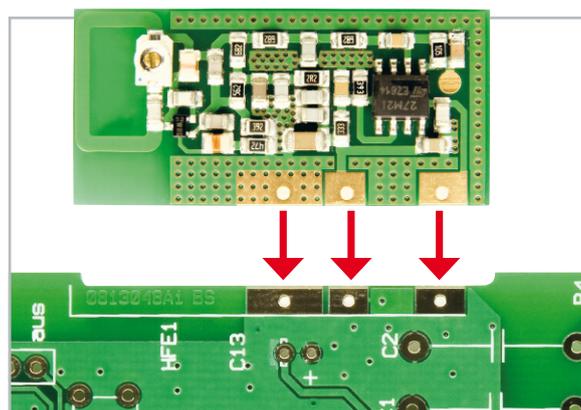


Bild 3: Über drei Lötspots wird das Empfängermodul an die Hauptplatine montiert.

zu kürzen, dass die Lötstellen nicht beschädigt werden. Bei den nun folgenden Elkos ist auf die korrekte Polarität zu achten, wobei im Bestückungsdruck die „Plus“-Anschlüsse markiert sind. Dies entspricht im Normalfall der Seite mit dem längeren Bauteil-Anschluss, die nicht mit einem Strich am Gehäuse markiert ist.

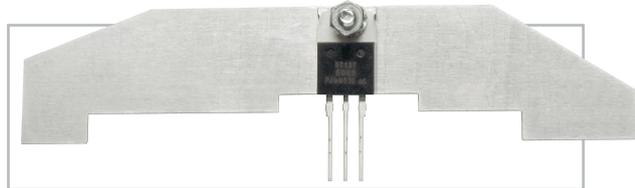


Bild 4: Die Montage des Kühlblechs am Triac

Danach sind die Folienkondensatoren C 1 bis C 3 zu bestücken und zu verlöten. Diese sind plan auf die Platine aufzusetzen, bevor man ihre Anschlüsse verlötet. Als Nächstes werden die beiden Anschlussdrähte der Entstördrossel L 1 in die zugehörigen Bestückungslöcher gesteckt. Nachdem die Drossel mit einem Kabelbinder, so wie in Abbildung 2 zu sehen, auf der Platine fixiert ist, werden die Anschlussdrähte festgelötet. Beim anschließenden Kürzen der überstehenden Drahtenden ist wieder Obacht zu geben, dass die Lötstellen nicht beschädigt werden.

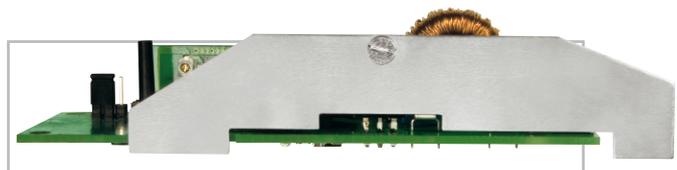


Bild 5: So wird der Triac in die Platine eingesetzt.

Im folgenden Schritt sind die Schraubklemmen, der Sicherungshalter und die Stiftleiste für den Jumper einzusetzen und zu verlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Bauteile plan und gerade auf der Platine aufliegen, bevor ihre Anschlüsse verlötet werden. Bei Sicherungshalter und Schraubklemmen ist reichlich Lötzinn einzusetzen, um einerseits eine hohe mechanische Stabilität zu erreichen und andererseits eine thermische Überlastung der Lötstellen bei höheren Lasten zu vermeiden.

Im letzten Schritt sind der Taster, das Empfängermodul und der Triac zu montieren.

Das Empfängermodul wird seitlich an die Platine angelötet, wobei es etwa 2 mm auf der Platinenunterseite überstehen



Bild 6: Für das Weiterleiten des Lichts von D4 ist der Lichtleiter ins Gehäuse einzusetzen.

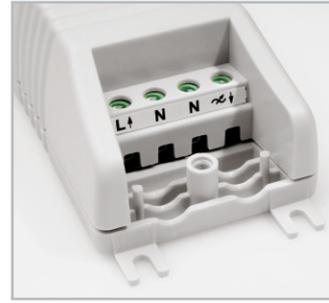


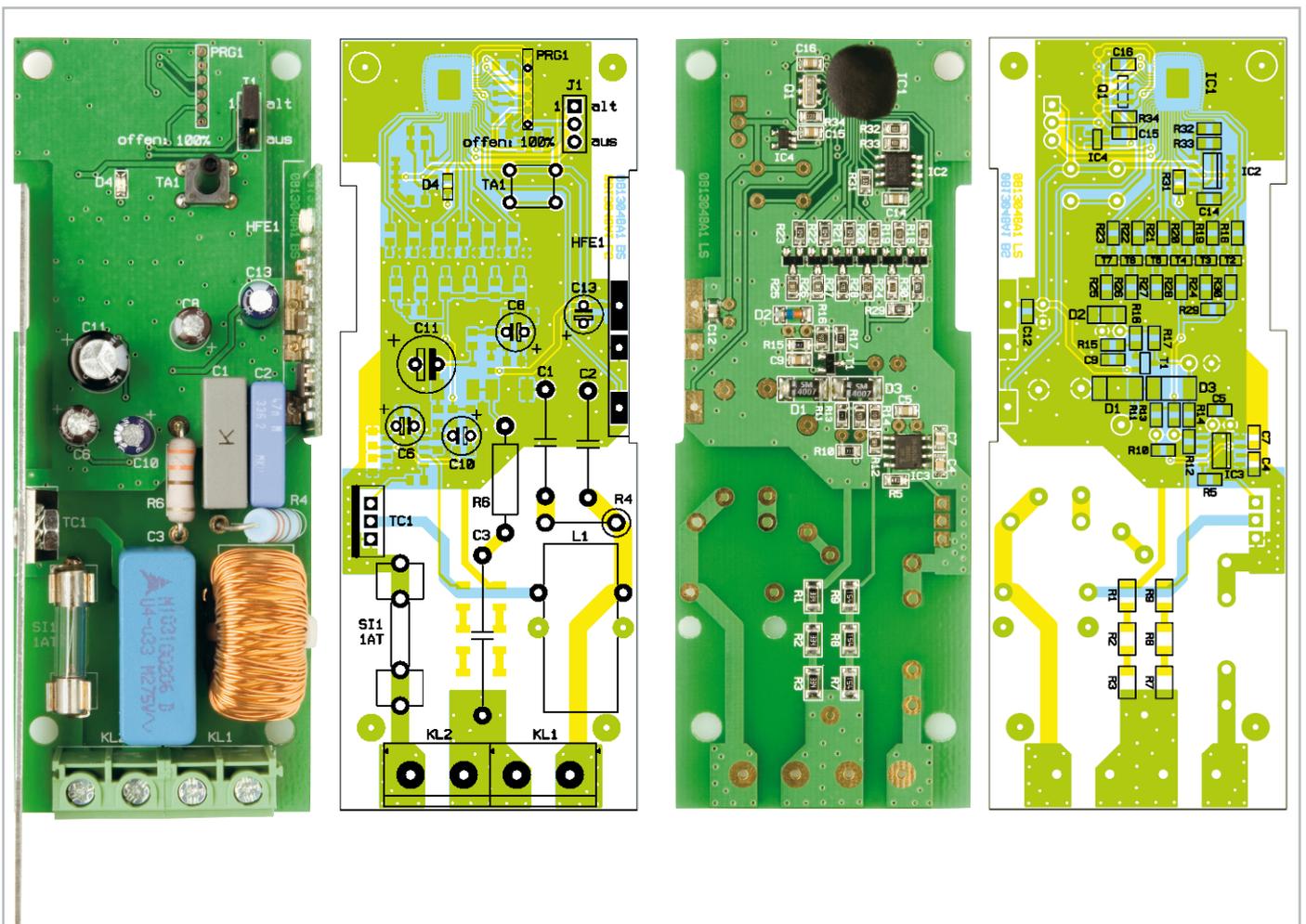
Bild 7: Das komplett montierte Gehäuse. Auf der Anschlussseite ist der Aufkleber mit der Anschlusszuordnung anzubringen.



sollte. Es ist darauf zu achten, dass die zugehörigen Lötspots auf beiden Platinen sich genau gegenüber liegen (siehe Abbildung 3) und dass das Empfangsmodul möglichst rechtwinklig an die Dimmer-Platine gelötet wird. Dazu fixiert man das Modul am besten mit wenig Zinn an einem Pad und lötet alle Pads nach der Positionskontrolle und eventueller Positionskorrektur mit reichlich Zinn fest.

Den Abschluss der Bestückung bildet der Triac, der vor dem Einbau jedoch erst am Kühlkörper zu montieren ist. Hierzu wird die Kühlfahne des Triacs gleichmäßig mit einem hauchdünnen Film Wärmeleitpaste bestrichen, bevor er in Korrespondenz zur Befestigungsbohrung auf der nicht gesenkten Seite des Kühlkörpers so aufgelegt wird, dass seine An-

schlussbeine in die gleiche Richtung wie die äußeren Fahnen des Kühlkörpers zeigen. Nun wird von der Kühlkörperseite her eine Senkkopfschraube durchgeführt, auf der Seite des Triacs eine Fächerscheibe aufgelegt und dann mit einer Mutter festgeschraubt (siehe Abbildung 4). Dabei sollte nur so viel Kraft angewendet werden, dass die Verschraubung sich nicht selbstständig löst und ein guter Wärmeübergang zwischen Triac und Kühlkörper hergestellt wird, ohne den Triac mechanisch zu belasten. Der so vorbereitete Triac wird nun möglichst tief auf die Platine gesetzt und angelötet (siehe Abbildung 5). Abschließend werden alle noch überstehenden Anschlüsse vorsichtig gekürzt und die Platine nochmals auf kalte Lötstellen und Kurzschlüsse untersucht. Nachdem die



Fertig bestückter Dimmer mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

Stückliste: FS20 DI20-3

Widerstände:

100 Ω /SMD/0805	R14
220 Ω /2 W/Metalloxid	R4
330 Ω /2 W/Metalloxid	R6
680 Ω /SMD/0805	R5
1 k Ω /SMD/0805	R31
2,2 k Ω /1 %/SMD/0805	R24
4,7 k Ω /1 %/SMD/0805	R16
5,6 k Ω /1 %/SMD/0805	R15, R29, R30
8,2 k Ω /SMD/0805	R17
10 k Ω /SMD/0805	R32, R33
12 k Ω /1 %/SMD/0805	R28
22 k Ω /SMD/0805	R34
33 k Ω /1 %/SMD/0805	R10
39 k Ω /1 %/SMD/0805	R11
47 k Ω /1 %/SMD/0805	R13, R27
100 k Ω /1 %/SMD/0805	R18–R23, R26
150 k Ω /SMD/1206	R7–R9
180 k Ω /1 %/SMD/0805	R25
330 k Ω /SMD/1206	R1–R3
560 k Ω /1 %/SMD/0805	R12

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C9
4,7 nF/2 %/SMD/0805	C4
47 nF/275 V~/X2/MKP	C2
100 nF/SMD/0805	C5, C7, C12, C14
100 nF/250 V~/X2	C1
330 nF/275 V~/X2	C3
470 nF/SMD/0805	C15
1 μ F/SMD/0805	C16
4,7 μ F/63 V	C10
10 μ F/25 V	C6, C8
100 μ F/16 V	C13
220 μ F/25 V	C11

Halbleiter:

ELV07714/DIE	IC1
S524-C20D21/SMD (24C021)	IC2
U2008B/SMD	IC3
BD4823G/SMD	IC4
BT137-600D	TC1
BC858C	T1–T7
SM4007/SMD	D1, D3
ZPD6,8V/SMD	D2
LED, Rot, SMD, 0805, super hell	D4

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q1
Ringkerninduktivität, 1,8 mH	L1
Schraubklemmleiste, 2-polig, 24 A/500 V	KL1, KL2
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 12,8 mm Tastknopflänge	TA1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherung, 1 A, träge	SI1
Empfangsmodul RX868-3 V, 868 MHz	HFE1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print	J1
Jumper, geschlossene Ausführung	J1
1 Senkkopfschraube, M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Kühlblech für TO-220 Halbleiter, bearbeitet	
1 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C	
1 Tube Wärmeleitpaste	
1 Aufkleber Klemmenbeschriftung	
1 Gehäuse, komplett, bedruckt	
1 Lichtleiter	
4 Gehäuseschrauben EJOT 2 x 12 mm	
1 Schraube EJOT 4 x 12 mm	
1 TORX-Stiftschlüssel, T-6	

Sicherung in die entsprechenden Halter eingesetzt und der Jumper auf die gewünschte Position gesteckt wurde, kann der Dimmer nun in die untere Gehäusehälfte des Gehäuses eingesetzt werden. Bevor der Gehäusedeckel mit etwas Fingerspitzengefühl aufgesetzt wird, ist von innen der Lichtleiter in den zu D 4 gehörenden Gehäusekanal einzusetzen (siehe Abbildung 6).

Nachdem die Gehäusehälften ineinander gesteckt wurden, werden sie mittels 4 Schrauben fest miteinander verbunden. Auf der Gehäusefront ist bei den Schraubklemmen noch ein Aufkleber mit den Klemmenzuordnungen anzubringen, damit die Kabelzuordnung später eindeutig ist (siehe Abbildung 7). Wenn der Dimmer an seinem Einsatzort montiert und alle Kabel angeschlossen sind, werden die Kabel durch Montage der Zugentlastung gesichert.

Luftzirkulation gesorgt ist. Der Dimmer sollte beim Einbau in Zwischendecken deshalb auch nie in Dämmmaterial oder unmittelbar neben Lampen positioniert werden. Er ist über die Gehäuselassen am Montageplatz zu fixieren. Ebenso sind die Anschlusskabel zu fixieren, z. B. durch Kabelschellen. Bei ausreichender Luftzirkulation um das Gerät herum kann es problemlos in Holzdecken und in Möbeln montiert werden, die Einbaulage kann dabei beliebig sein.

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass der FS20 DI20-3 ausschließlich für ohmsche und induktive Lampenlasten geeignet ist und deshalb nie Halogenlampen mit elektronischem Trafo, Leuchtstoffröhren, Motoren oder andere Verbraucher angeschlossen werden dürfen. **ELV**

Installation

Bei der Auswahl des Montageortes ist darauf zu achten, dass das Gehäuse keiner direkten Sonnenbestrahlung oder anderen Wärmequellen ausgesetzt ist und für ausreichende

Achtung!

Die Inbetriebnahme und Installation des Dimmers darf nur von durch ihre Ausbildung dazu berechtigten Fachkräften unter Beachtung der einschlägigen VDE-Vorschriften durchgeführt werden.



Detektiv für Funk-Kamerasysteme und WLAN-Sender

Aufgespürt – 2,45-GHz-Detektor

Funk-Kamerasysteme, WLAN-Netze, Bluetooth-Geräte, A/V-Sender u. a. arbeiten auf unterschiedlichen Frequenzen und mit unterschiedlichen Modulationsverfahren im lizenzfreien ISM-2400-Frequenzband. Der 2,45-GHz-Detektor ist ein mobiles Hand-Gerät zum Detektieren solcher Sender und ihres Standortes.

Finden und orten

Das 2,4-GHz-Band umfasst den Frequenzbereich von 2,400 bis 2,4835 GHz, es ist von der ITU als sogenanntes ISM-Band für die lizenzfreie Nutzung durch Short Range Devices (SRD, Funksender geringer Leistung) freigegeben. Der Name ISM (Industrial Scientific and Medical) sagt es: dieses Frequenzband kann durch ganz unterschiedliche Anwendungen belegt werden.

Die Lizenzfreiheit der hier betriebenen Funkgeräte besagt zwar, dass jeder, ohne eine Funklizenz zu beantragen, mit diesen Geräten arbeiten kann, allerdings ist die technische Konzeption der Sende- und Empfangsgeräte einigen Konventionen unterworfen. So dürfen je nach Geräteart bestimmte HF-Leistungen nicht überschritten werden, andere Systeme

wie WLAN oder Bluetooth unterliegen besonderen Normungen, um die Zusammenarbeit von Geräten unterschiedlicher Hersteller zu gewährleisten und die Nutzung des zugewiesenen Frequenzbereiches effektiv zu gestalten.

Leider hat die allgemein freigegebene Nutzung solcher Bänder vor allem einen Haken – die Anzahl der Kanäle ist naturgemäß begrenzt und so sind gegenseitige Störungen, wenn vielleicht auch nur kurzzeitig, weil einige Systeme mit Frequenzhopping arbeiten, trotz nominell geringer Reichweiten vorprogrammiert. Ein A/V-Sendesystem ist also kaum ununterbrochen störungsfrei zu betreiben, wenn man im Empfangsbereich des A/V-Empfängers ein Bluetooth-Handy betreibt oder gar ein WLAN im gleichen Haus nutzt.

Und die geringe Leistung sowie die hohe Frequenz haben auch dazu geführt, dass die Sende- und Empfangstechnik immer kompakter wird. Abbildung 1 zeigt drei Beispiele dafür. Die Kompaktheit führt allerdings auch zu negativen Erscheinungen – kleine Spionage-Funk-Kameras mit integriertem Sender sind heute nahezu überall völlig unauffällig unterzubringen. Geringe Stromaufnahmen ermöglichen sogar lang andauernden Batteriebetrieb. Betreibt man solche Systeme ohne Kenntnis des Beobachteten, so ist das schon einmal strafbar. Dazu kommt, dass im Falle der A/V-Systeme jeder, der einen A/V-Empfänger besitzt, mithören und mitsehen kann. Wie unangenehm so etwas werden kann, ist immer

Technische Daten: DET 245

Spannungsversorgung:	9-V-Blockbatterie 6LR61
Frequenz:	2,45 GHz
Stromaufnahme:	60 mA
Freifeldreichweite:	bis 5 m



Bild 1: 2,4-GHz-Sendesysteme sind extrem kompakt realisierbar und somit auch gut unauffällig zu installieren. Links ein komplettes Mini-Kamera-Sendersystem, rechts ein Mini-WLAN-Sender, in der Mitte ein Bluetooth-Stick, der sogar noch einen Speicherkartenleser enthält. Besonders Geräten wie letzterem Bluetooth-Stick sieht man seine Hauptfunktion zunächst nicht an.

wieder einmal in TV-Magazinsendungen zu sehen, wenn sich TV-Teams aufmachen, heimlich installierte Sender in Läden, Sonnenstudios oder Hotelzimmern zu orten und Beobachtete wie Beobachter damit zu konfrontieren.

Die kleinen, tragbaren Empfänger sind zwar gut zur allgemeinen Ortung von A/V-Systemen geeignet, können den direkten Senderstandort allerdings nicht punktgenau anpeilen.

Dies und die angestrebte universelle Einsetzbarkeit für alle ISM-Dienste bedingen ein Messgerät, mit dem der Sender möglichst punktgenau geortet werden kann. Das muss nicht extrem empfindlich in Bezug auf Empfangsreichweite sein, aber über eine möglichst hohe Richtwirkung verfügen, um tatsächlich punktgenau einen Sender finden zu können und nicht etwa einen anderen im Nachbarhaus damit anzupeilen.

Die Anwendung eines solchen Gerätes kann vielfältig sein – es kann zur Störungssuche genauso eingesetzt werden wie zum Optimieren und Abstimmen verschiedener 2,45-GHz-Systeme, aber auch zur o. a. Suche nach versteckten Sendern.

Es ist auch sehr nützlich für das Aufspüren verbotenerweise eingesetzter WLAN- und Bluetooth-Geräte in Betrieben, denn deren Einsatz ist im Allgemeinen streng reglementiert, um die Daten- und Kommunikationssicherheit in einer Firma zu gewährleisten. Ein unerlaubter, offener WLAN-Port kann fatale Folgen für die Datensicherheit haben!

Unser hier vorgestellter 2,45-GHz-Detektor kann genau diese Aufgaben erfüllen. Er verfügt über eine sehr wirksame Richtantenne, die Feldstärkeanzeige erfolgt sowohl optisch als auch akustisch.

Durch die extrem einfache Bedienung ist die Nutzung des Gerätes für jedermann möglich.

Funktion

Um die exakte Position einer Signalquelle mit dem 2,45-GHz-Detektor aufzuspüren, ist eine Antenne mit einem gutem Vor-Rück-Verhältnis und hoher Richtwirkung erforderlich. Aus diesen Gründen kommt hier eine Patch-Antenne zum Einsatz. Eine solche Patch-Antenne ist sehr einfach aufzubauen und kostengünstig zu produzieren. Sie besteht lediglich aus einer doppelseitigen Platine. Abbildung 2 zeigt die verwendete Patch-Antenne des 2,45-GHz-Detektors mit einem beispielhaften Richtdiagramm.

Abbildung 3 zeigt das Blockschaltbild des 2,45-GHz-Detektors.

Das Empfangssignal gelangt über die Patch-Antenne zum Front-End-Filter. Das Filter dient zur Selektion des Frequenzbandes ISM 2400. Anschließend gelangt das gefilterte Eingangssignal zum HF-Detektor. Er wandelt das Eingangssignal in eine Gleichspannung um. Diese gelangt dann zum Mikrocontroller, der eine Analog-Digital-Wandlung mit anschließender Auswertung des Daten-Signals vornimmt. Der Mikrocontroller steuert den LED-Bargraph, bestehend aus den 9 Leuchtdioden, entsprechend der Signalstärke des Empfangssignals an. Zusätzlich wird ein Signalgeber mit dem Mikrocontroller angesteuert, der ebenfalls je nach Empfangssignal-Stärke unterschiedliche Töne erzeugt. Somit gibt es eine

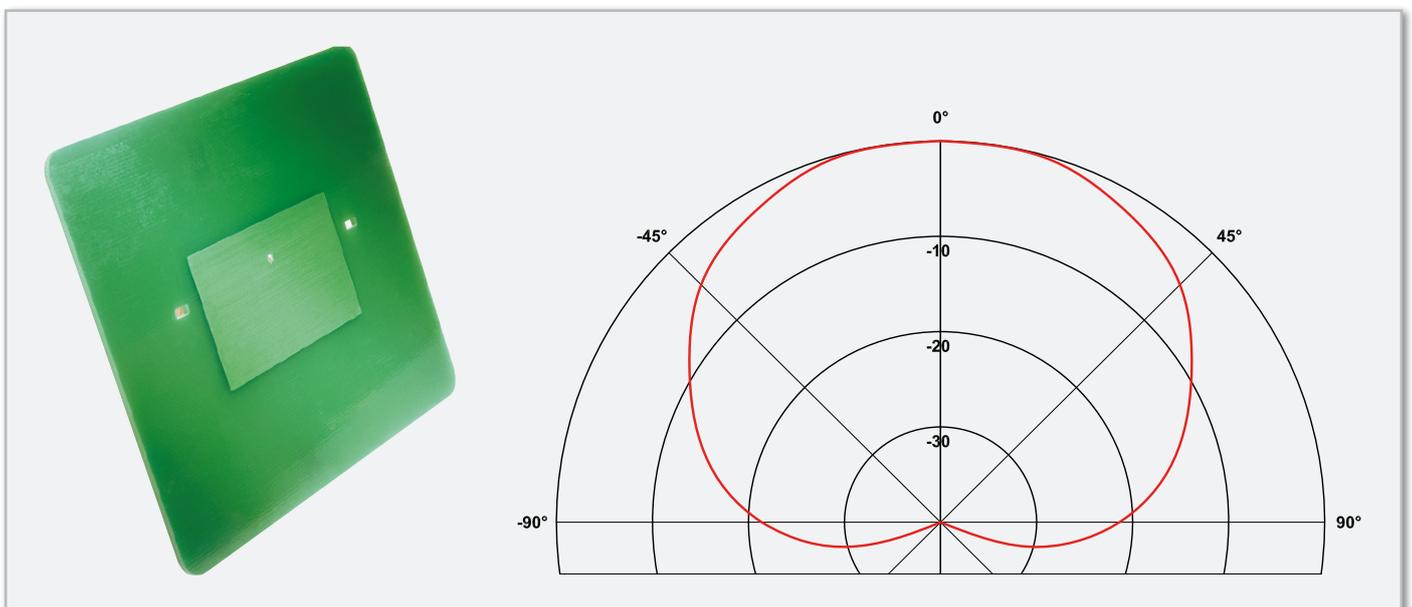


Bild 2: Patch-Antenne mit beispielhaftem Richtdiagramm

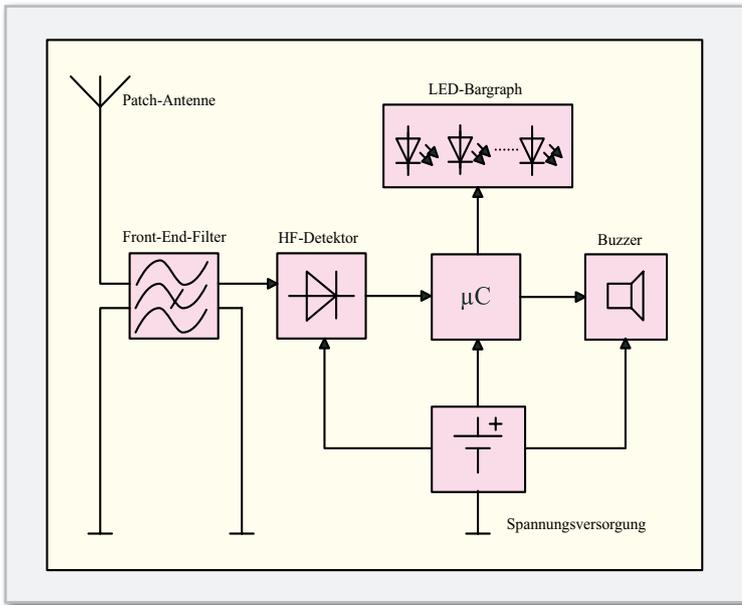


Bild 3: Blockschaltbild des 2,45-GHz-Detektors

optische und akustische Anzeige, ob und wie stark ein Signal empfangen wird. Je höher der empfangene Signalpegel, desto mehr Leuchtdioden werden vom Mikrocontroller angesteuert und umso höher ist der hörbare Ton des Signalgebers.

Die Batteriespannung des Gerätes wird mit einem Spannungsregler stabilisiert, um eine konstante Funktion über den gesamten nutzbaren Batteriespannungsbereich zu gewährleisten.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung (Abbildung 4) wird mit einer 9-V-Blockbatterie BAT 1 betrieben. Der Spannungsregler IC 3 stabilisiert die Batteriespannung auf 3 V. Die Kondensatoren C 11 bis C 14 dienen zur Unterdrückung der Schwingneigung des Spannungsreglers.

Mit dem On-Taster TA 1 wird das Gerät eingeschaltet. Das bedeutet, dass das Gerät nur so lange in Betrieb ist, wie der Taster gedrückt und gehalten wird. Die Diode D 11 dient als Verpolungsschutz und der Widerstand R 14 als Sicherungselement. Die Leuchtdiode D 12 dient in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 15 als Betriebsanzeige.

Fast die gesamte Schaltung wird mit der stabilisierten Betriebsspannung von 3 V versorgt. Ausgenommen ist der Signalgeber PZ 1. Er wird direkt mit der 9-V-Batteriespannung versorgt, um eine maximale Lautstärke zu erreichen.

Das Eingangssignal gelangt über die Patch-Antenne zum

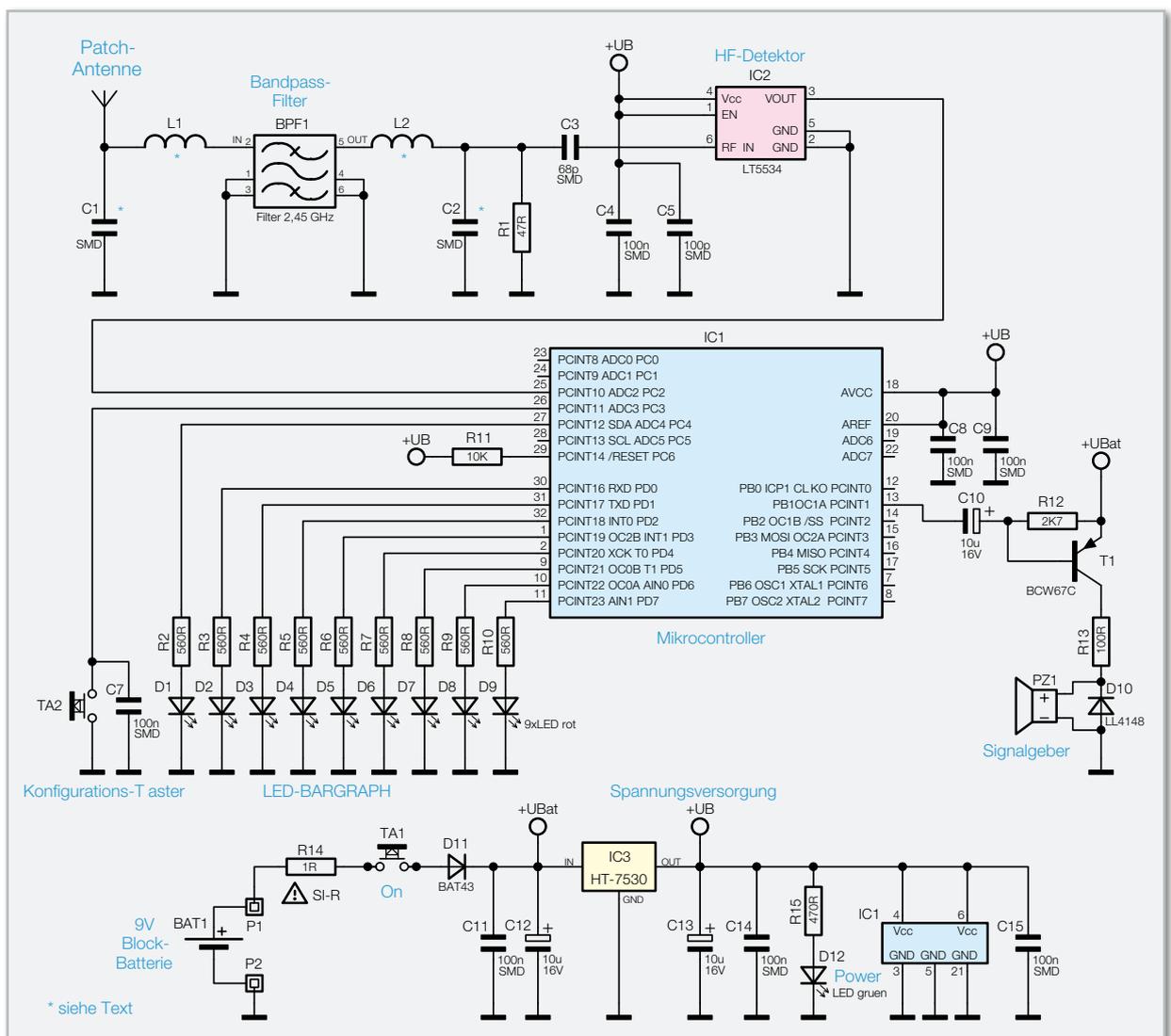
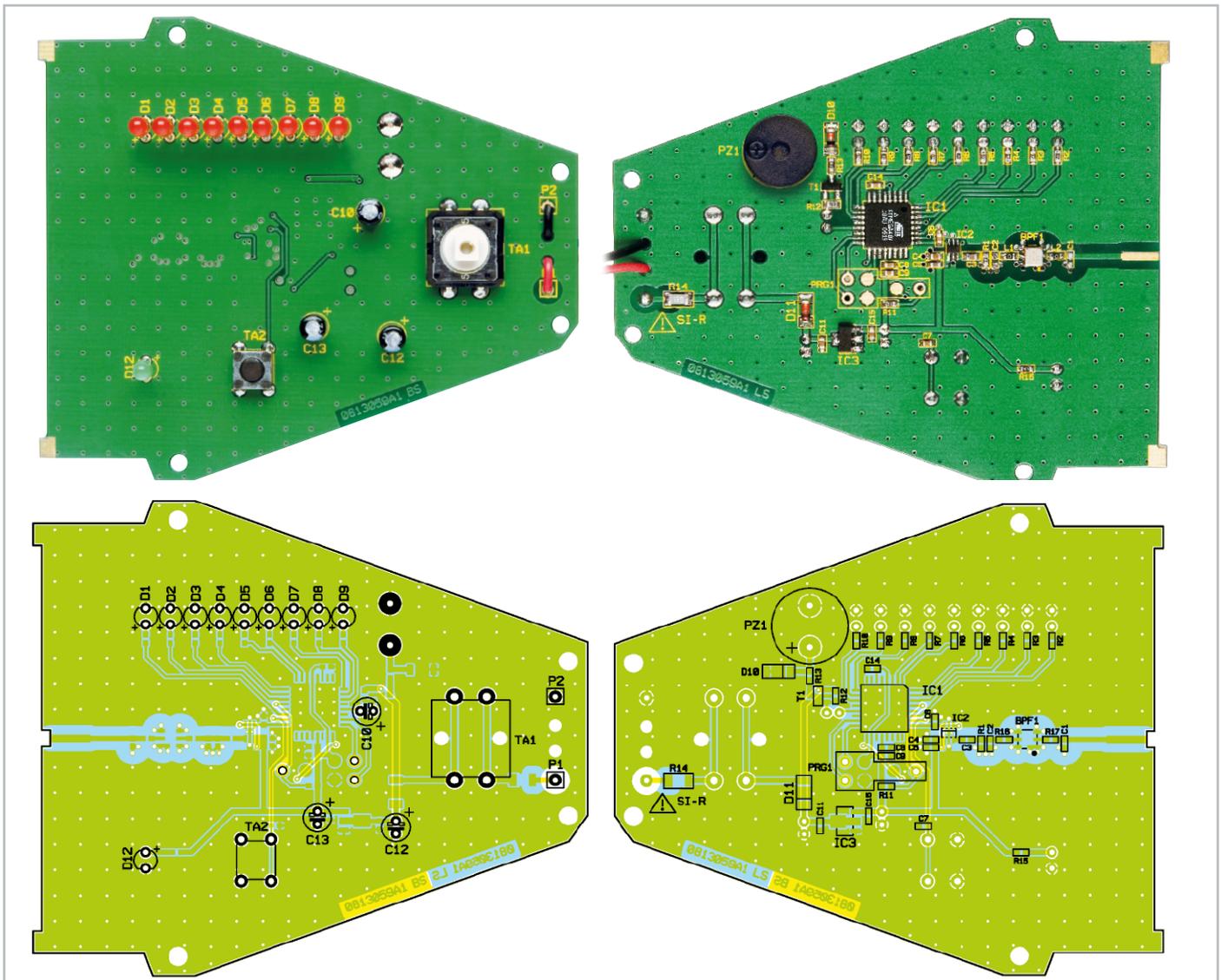


Bild 4: Schaltbild des 2,45-GHz-Detektors



Ansicht der fertig bestückten Platine des DET 245 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

Bandpassfilter BPF 1. Das Filter hat eine 3-dB-Bandbreite von 100 MHz und selektiert somit das gesamte Frequenz-Band von 2400 MHz bis 2484 MHz (ISM 2400).

Nach der Filterung wird das Signal dem HF-Detektor IC 2 zugeführt. Er wandelt das HF-Signal in eine Gleichspannung um. Dabei ist die Höhe der Gleichspannung abhängig vom Leistungspegel des HF-Signals. Die Induktivitäten L 1, L 2 und die Kondensatoren C 1, C 2 dienen zur Anpassung der Antenne und des HF-Detektors IC 2 an das Bandpassfilter BPF 1. Da die Patch-Antenne für eine Eingangsimpedanz von 50Ω ausgelegt ist und das Bandpassfilter BPF 1 ebenfalls eine Ein- und Ausgangsimpedanz von 50Ω hat, konnte auf eine Anpassung an dieser Stelle verzichtet werden. Das bedeutet, die Kondensatoren C 1 und C 2 sind nicht bestückt und die Induktivitäten L 1 und L 2 werden durch $0\text{-}\Omega$ -Widerstände ersetzt. Der Widerstand R 1 ist das einzige Anpass-Element und verbessert die Rückflusdämpfung des HF-Detektors um ca. 10 dB. Die Kondensatoren C 4 und C 5 dienen zum Abblocken der Betriebsspannung des HF-Detektors IC 2.

Der 8-Bit-Mikrocontroller IC 1 von Atmel übernimmt die Auswertung des Ausgangssignals VOUT des HF-Detektors IC 2. Er wandelt mit Hilfe seines internen 10-Bit-Analog-Digital-Wandlers ADC2 die analoge Gleichspannung in ein digitales

Datenwort. Nach der Auswertung des Datenwortes werden dann die entsprechenden Leuchtdioden D 1 bis D 9 über die Ports PC 4 und PD 0 bis PD 7 angesteuert. Die Widerstände R 2 bis R 10 dienen zur Strombegrenzung der Leuchtdioden. Zusätzlich wird mit dem Port PB 1 über den Transistor T 1 der Signalgeber PZ 1 angesteuert. Der Transistor dient dabei in Verbindung mit dem Widerstand R 12 als Treiber für den Signalgeber PZ 1. Je nach Stärke des Eingangssignals wird eine Frequenz zwischen 40 Hz und 500 Hz erzeugt.

Der Widerstand R 11 sorgt für einen definierten Reset des Mikrocontrollers IC 1 beim Zuschalten der Betriebsspannung. Um eine optimale Performance des 2,45-GHz-Detektors zu erreichen, ist eine Einstellung der Empfindlichkeits-Schwelle erforderlich. Diese wird bei der ersten Inbetriebnahme mit dem Taster TA 2 durchgeführt (siehe Bedienung/Abgleich).

Nachbau

Alle SMD-Bauteile sind bereits bei der Auslieferung des Bauesatzes bestückt. Es müssen lediglich die bedrahteten Bauteile eingelötet werden. Dazu zählen drei Kondensatoren, Elkos, ein Taster, der Signalgeber, 10 Leuchtdioden, ein Lötnagel

Stückliste: 2,45-GHz-Detektor DET 245

Widerstände:

0 Ω /SMD/0603	R16, R17
Sicherungswiderstand 1 Ω /SMD/1206	R14
47 Ω /1 %/SMD/0603	R1
100 Ω /1 %/SMD/0603	R13
470 Ω /1 %/SMD/0603	R15
560 Ω /1 %/SMD/0603	R2-R10
2,7 k Ω /1 %/SMD/0603	R12
10 k Ω /1 %/SMD/0603	R11

Kondensatoren:

68 pF/SMD/0603	C3
100 pF/SMD/0603	C5
100 nF/SMD/0603	C4, C7-C9, C11, C14, C15
10 μ F/16 V	C10, C12, C13

Halbleiter:

ELV07716/SMD	IC1
LT5534/SMD/Linear	IC2
HT7530/SMD	IC3
BCW67C/SMD	T1
LL4148	D10
BAT43/SMD	D11
LED, 3 mm, Rot	D1-D9
LED, 3 mm, Grün	D12

Sonstiges:

OFW B4041/SMD	BPF1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1
Tastkappe, 10 mm, Grau	TA1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 1 mm Tastknopflänge	TA2
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Lötstift, 1 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 5 mm	
2 Schaumstoffstücke, 30 x 15 x 10 mm, selbstklebend	
1 Antennenaufkleber, bedruckt, Weiß	
1 Frontplatte, bearbeitet und bedruckt	
1 Klebeband, doppelseitig, 90 x 90 mm	
1 Sensor-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt, Grauweiß	

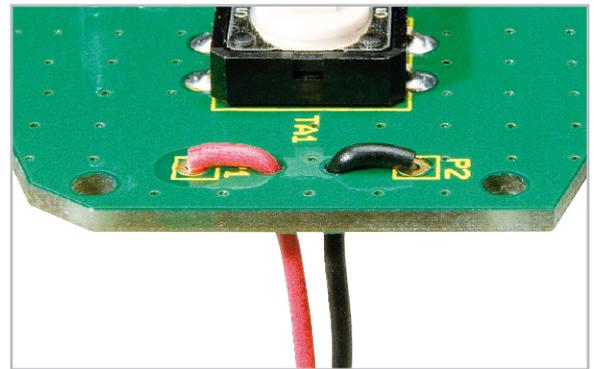


Bild 6: Basisplatte mit Batterieclip-Anschlüssen

und ein Batterieclip. Außerdem sind die Basisplatte und die Patch-Antenne miteinander zu verlöten. Alle Bauteile bis auf den Signalgeber und der Lötstift sind von der Platinenoberseite der Basisplatte zu bestücken und anschließend von der Unterseite zu verlöten. Bei den Elkos ist die Polung zu beachten. Die Bestückung der Leuchtdioden erfolgt in einem Abstand von 13 mm zur Platinenoberseite, siehe Abbildung 5. Die Leitungen des Batterieclips sind zunächst von der Unterseite der Basisplatte durch die Bohrung für die Zugentlastung zu führen und dann von der Unterseite zu verlöten, siehe Abbildung 6.

Bevor nun die komplett bestückte Basisplatte mit der Patch-Antenne verlötet werden kann, muss der Lötstift präpariert werden. Dazu ist der Lötstift von der Rückseite in die dafür vorgesehene Bohrung der Patch-Antenne zu stecken und so zu kürzen, dass er nicht mehr aus der Platine herausragt. Dann kann der Lötstift mit der Patch-Antenne verlötet werden. Anschließend ist die Patch-Antenne auf die Basisplatte zu schieben, so dass die beiden Platinen senkrecht zueinander stehen, und zu verlöten. Zum Schluss muss der Lötstift mit wenig Lötzinn auf die Leiterbahn der Basisplatte gelötet werden. Dabei ist zu beachten, dass der Lötstift flach auf der Leiterbahn aufliegt. Jetzt sind alle Lötarbeiten abgeschlossen. Als Nächstes ist der mitgelieferte Aufkleber direkt über das Patch der Antenne zu kleben. Die Position ist in Abbildung 7 gestrichelt angedeutet. Dies ist aufgrund der notwendigen ESD-Festigkeit (electostatic discharge) erforderlich. Nun wird mit

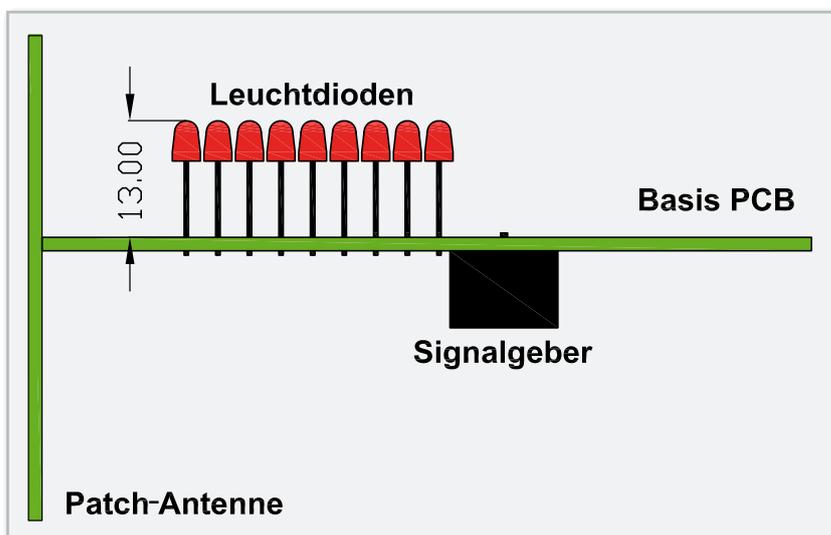


Bild 5: Seitenansicht der Basisplatte des 2,45-GHz-Detektors



Bild 7: Patch-Antenne

dem mitgelieferten doppelseitigen Klebeband die Frontplatte in der Gehäuseoberschale befestigt. Dazu ist das Klebeband so zu positionieren, dass es keine Bohrungen überdeckt. Dies ist in Abbildung 8 schraffiert dargestellt. Daran anschließend ist die fertige Platinkombination mit den dazugehörigen Schrauben in der Gehäuseoberschale zu befestigen. Danach wird die Gehäuseunterschale mit der Gehäuseoberschale verschraubt. Anschließend erfolgt noch das Einkleben zweier Schaumstoffklebeteile in das Batteriefach und in den Batteriefachdeckel, um ein Verrutschen der Batterie zu verhindern. Zum Schluss ist eine 9-V-Batterie an den Batterieclip anzuschließen, der Batteriefachdeckel einzusetzen und zu verschrauben. Bild 9 zeigt das fertig aufgebaute Gerät.

Bedienung/Abgleich

Vor der Inbetriebnahme ist eine Einstellung der Empfindlichkeitsschwelle vorzunehmen, um eine hohe Empfindlichkeit und somit eine optimale Reichweite zum Aufspüren von ISM-Geräten zu erreichen. Dies ist erforderlich, um z. B. in Räumen mit einer hohen Deckenhöhe eine erfolgreiche Suche durchzuführen. Sollte diese Einstellung nicht vorgenommen werden, ist automatisch eine mittlere Empfindlichkeitsschwelle voreingestellt.

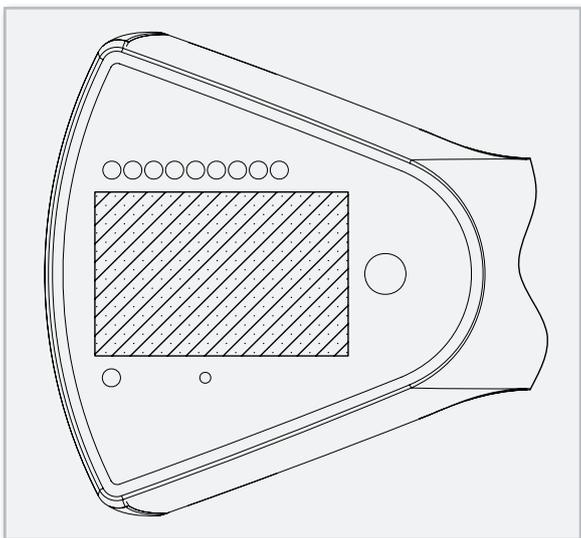


Bild 8: Gehäuseoberschale des 2,45-GHz-Detektors



Bild 9: Das fertig aufgebaute Gerät

Die Einstellung ist wie folgt durchzuführen:

- Mit einem dünnen Gegenstand, z. B. einer Büroklammer, den Taster TA 2 durch die dafür vorgesehene Bohrung in der Frontplatte gedrückt halten.
- Taster „On“ betätigen und ebenfalls gedrückt halten. Jetzt wird automatisch ein Leuchtdioden-Test durchgeführt, d. h., alle Leuchtdioden werden in Form eines Lauflichtes von unten nach oben hin angesteuert. Zusätzlich ertönt ein Ton vom Signalgeber. Anschließend beginnt der Einstellvorgang für die Empfindlichkeitsschwelle des Gerätes. Dazu werden die Leuchtdioden im Halbsekundentakt angesteuert. Das bedeutet, je mehr LEDs leuchten, desto empfindlicher ist der 2,45-GHz-Detektor. Die Bestätigung der gewünschten Empfindlichkeit erfolgt durch das Loslassen des Tasters TA 2. Ein Signalton bestätigt das Abspeichern der gewünschten Schwelle. Zusätzlich wird die eingestellte Empfindlichkeitsschwelle mit der entsprechenden Leuchtdiode signalisiert. Dies wird ebenfalls bei jeder Inbetriebnahme angezeigt.
- Taster „On“ loslassen

Nach dem Abgleich kann der 2,45-GHz-Detektor zum Einsatz kommen, um z. B. die besprochenen Funk-Kamerasysteme und bedingt auch WLAN-Router aufzuspüren.

Dazu ist, wie bei der Einstellung der Empfindlichkeitsschwelle, der Taster „On“ zu drücken und festzuhalten. Sobald man den Taster loslässt, schaltet sich das Gerät wieder aus. 9 rote Leuchtdioden zeigen im Betrieb die mit der Patch-Antenne empfangene relative Signalstärke an. Je mehr Leuchtdioden leuchten, desto stärker ist das empfangene Signal. Um die Anzeige besser beurteilen zu können, ist es erforderlich, sich mit dem Gerät sehr langsam zu bewegen. Sich dabei einmal um die eigene Achse zu drehen ist sehr hilfreich, um die Richtung eindeutig zu bestimmen. Eine akustische Anzeige unterstützt zusätzlich das Suchen der Geräte. Das bei geringer Feldstärke hörbare „Knattern“ verändert sich mit stärker werdender Signalstärke in einen Ton mit steigender Frequenz. Das unterstützt die visuelle Suche nach dem georteten Gerät.

ELV



Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS Teil 2

Tag und Nacht durchlaufende Warmwasser-Zirkulationspumpen sind wahre Energiefresser, dazu kommen unnötige Kosten für das ständige Nachheizen des Warmwasserkreislaufs. Warum also nicht den Warmwasserkreislauf durch intelligente Technik bedarfsgerecht steuern? Der zweite Teil des Artikels behandelt den Aufbau und die Inbetriebnahme unserer universell einsetzbaren Warmwasser-Zirkulationssteuerung.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile zu verarbeiten sind. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos.

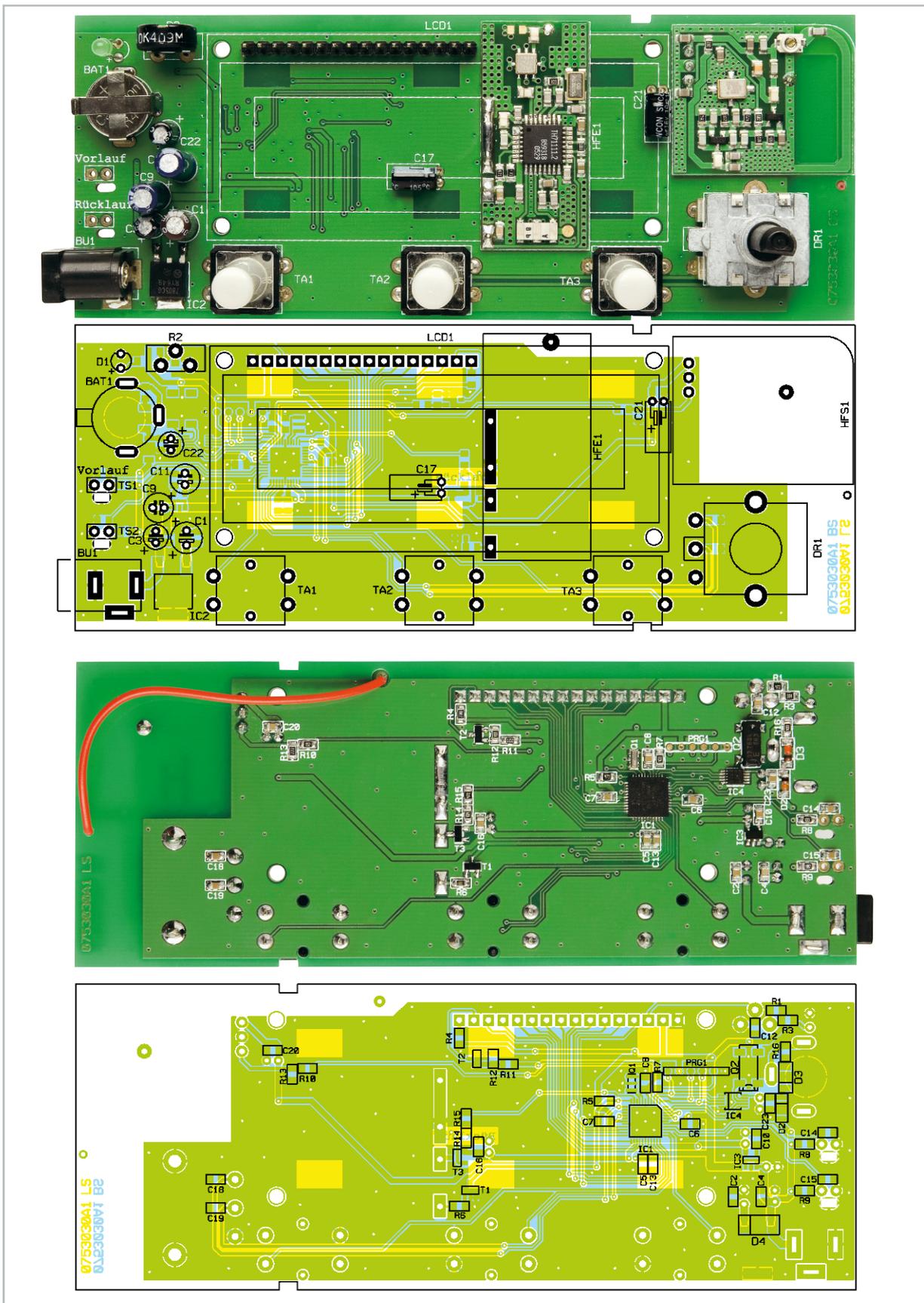
Zuerst sollten der HF-Sender HFS 1 und der HF-Empfänger HFE 1 bestückt werden. Dazu werden die Platinen des Senders und des Empfängers mit dem Bausatz beiliegendem Silberdraht an die Platine des FS20 ZPS gelötet. Dabei ist zu beachten, dass die Empfangsantenne des HFE 1 durch die vorgesehene Bohrung gesteckt wird. Um das Ende der Antenne zu arretieren, wird es, wie in Abbildung 4 zu sehen ist, von der Lötseite her durch die zweite Bohrung in der Nähe des Senders gesteckt.

Im nächsten Schritt werden der Batteriehalter BAT 1, die drei Taster TA 1 bis TA 3 und die Stiftleiste LCD 1 bestückt und

schließlich die Elektrolyt-Kondensatoren platziert und verlötet. Beim Einsetzen der Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet.

Nun folgt das Einsetzen der Buchse BU 1, des Potentiometers R 2 und der LED D 1. Die LED sollte so eingelötet werden, dass der Abstand zwischen der Spitze des Diodenkörpers und der Oberseite der Platine 15 mm beträgt (Polarität beachten!).

Widmen wir uns nun dem LC-Display. Zur Befestigung des Displays werden die vier Zylinderkopfschrauben (M2,5 x 12 mm) von der Lötseite aus durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und die Lötseite der Platine wird auf eine ebene Fläche gelegt. Im nächsten Schritt sind die Distanzrollen über die Schrauben zu schieben. Nun bringt man das Display über den Schrauben in Position und legt es auf den Distanzrollen ab. Die Stifte der Stiftleiste LCD 1 müssen nun durch die vorgesehenen Lötäugen ragen. Im Anschluss wird das Display mit den vier Muttern verschraubt und erst dann



Ansicht der fertig bestückten Platine der Zirkulationspumpen-Steuerung, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

die Stiftleiste an die Displayplatine angelötet. Nachdem das Display so befestigt ist, können nun der Drehimpulsgeber DR 1 bestückt und die Tasterkappen auf den Tasten TA 1 bis TA 3 aufgesetzt werden.

Weiter geht es mit den Temperatursensoren TS 1 und TS 2.

Als Erstes werden die Enden der Sensorleitungen durch die vorgesehenen Öffnungen im Gehäuse gesteckt. Um eventuellen Störungen, die durch die Antennenwirkung der langen Sensorleitung entstehen könnten, entgegenzuwirken, wird das Leitungsende ca. 9 cm durch den Ferritring gezogen und

Stückliste: FS20-Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS

Widerstände:

27 Ω /SMD/0805	R4
330 Ω /SMD/0805	R3
1 k Ω /SMD/0805	R11
1,5 k Ω /SMD/0805	R10
2,2 k Ω /SMD/0805	R13
4,7 k Ω /SMD/0805	R1, R15
10 k Ω /SMD/0805	R7–R9, R12, R16
47 k Ω /SMD/0805	R5
68 k Ω /SMD/0805	R6
100 k Ω /SMD/0805	R14
PT10, stehend, 1 k Ω	R2

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C10
4,7 nF/SMD/0805	C18, C19
100 nF/SMD/0805	C2, C4–C8, C12, C13, C16, C20, C23
1 μ F/SMD/0805	C14, C15
1 μ F/100 V	C9, C11
10 μ F/16 V	C3, C17, C21, C22
10 μ F/25 V	C1

Halbleiter:

ELV07685/SMD	IC1
MC7805CDT/SMD	IC2
LP3985IM5-3.0/SMD	IC3
R2043T/SMD	IC4
BC848C	T1
BCW66H	T2
BC858C	T3

LL4148	D2
BAT43/SMD	D3
SM4001/SMD	D4
LED, 3 mm, Grün	D1
LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen	LCD1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD, 6 pF, 20 ppm	Q2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Temperatursensor mit Anschlussleitung, 103AT-11	TS1, TS2
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1–TA3
Tastknopf, 18 mm	TA1–TA3
Sendemodul TX868-140, 868 MHz	HFS1
Empfangsmodul RX868SH-C3-1K mit flexibler Antenne	HFE1
Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print	LCD1
Batteriehalter für LR44	BAT1
Knopfzelle LR44	BAT1
Inkrementalgeber	DR1
1 Drehknopf, 12 mm, Grau	DR1
1 Knopfkappe, 12 mm, Grau	DR1
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm	DR1
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
4 Muttern, M2,5	
4 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm	
2 Ferritringkerne, 8 x 3 mm, Innen- \varnothing 4 mm	
2 Kabelbinder, 250 x 4,6 mm	
1 Profilgehäuse, komplett, transparent, bearbeitet und bedruckt	
3 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

dreimal durch den Ring gewickelt. Jetzt müssen die Temperatursensorleitungen nur noch angelötet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Leitungsenden zuvor von der Bestückungs-

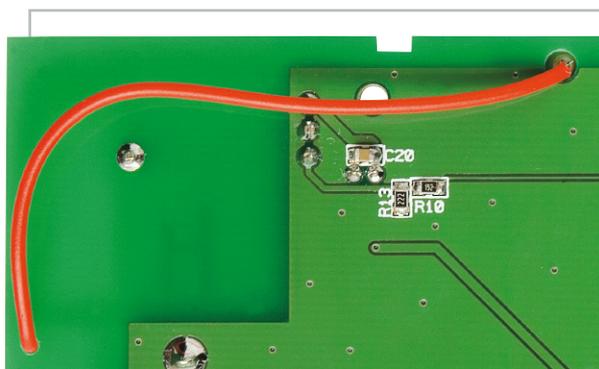


Bild 4: Die auf der Lötseite verlegte Empfangsantenne

seite her durch die zwei vorhandenen Öffnungen nahe der Löt-Augen geführt werden müssen. Dies ist notwendig, um eine Zugentlastung der Lötstellen zu gewährleisten. Bedingt durch

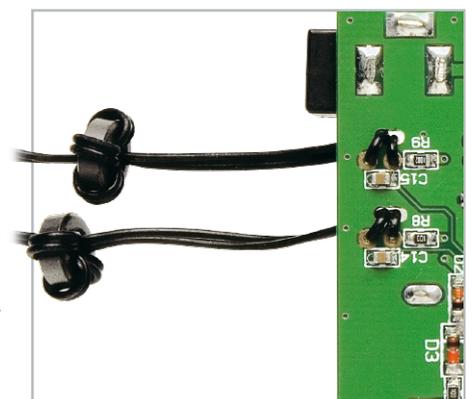


Bild 5: So sind die Zuleitungen der Temperatursensoren einzusetzen und zu verlöten.



Die FS20 ZPS vor dem Zusammenbau des Gehäuses

diese Einbaulage werden die Leitungsenden auf der Bestückungsseite angelötet, wie in Abbildung 5 dargestellt. Bei den Temperatursensoren braucht nicht auf Polarität geachtet zu werden. Nachdem die Sensoren angelötet sind, kann die beiliegende Batterie eingesetzt werden.

Schließlich wird die Platine in den Gehäusedeckel gelegt, dabei müssen die Führungen des Deckels in die entsprechenden Aussparungen der Platine fassen. Der Gehäuseboden kann nun vorsichtig bis zum Anschlag an den Deckel geschoben werden, hierbei sind gleichzeitig die Sensorleitungen so weit zurückzuziehen (Abbildung 6), bis die Ferritringe am Gehäuserand liegen. Zum Schluss muss noch der Drehknopf mit dem Gewindestift am Drehimpulsgeber befestigt und die Knopfkappe aufgesetzt werden. Damit sind alle notwendigen Schritte des Nachbaus umgesetzt und die Inbetriebnahme kann erfolgen.

Inbetriebnahme

Nach dem Anschließen der Spannungsversorgung sollte die LED „ON“ aufleuchten und im Display der Name des Gerätes für zirka 4 Sekunden erscheinen. Im Anschluss wird man bei der ersten Inbetriebnahme der FS20 ZPS aufgefordert, das aktuelle Datum und die Uhrzeit einzustellen und zu quittieren. Diese Einstellung des Datums und der Uhrzeit erfolgt wie im Abschnitt „Bedienung“ beschrieben. Nach der Eingabe werden auf dem Display die Temperatur des Vor- und

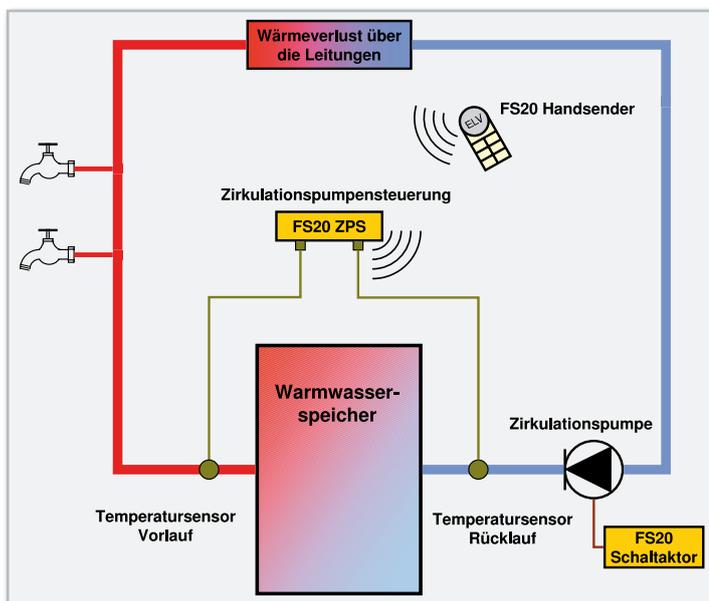


Bild 9: Beispieldarstellung eines FS20-ZPS-Systems mit Schaltaktor

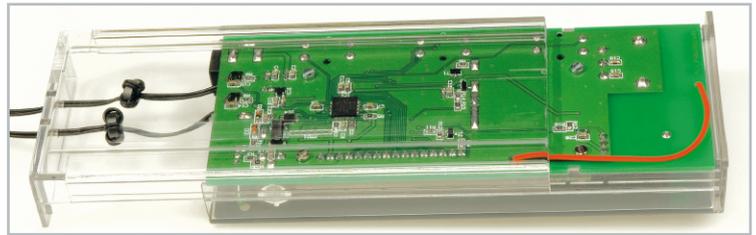


Bild 6: Der Zusammenbau des FS20-ZPS-Gehäuses

Rücklaufsensors, der aktuelle Wochentag sowie die aktuelle Uhrzeit angezeigt. Mit den mitgelieferten Kabelbindern sind nun die Temperatursensoren an den Vorlauf und den



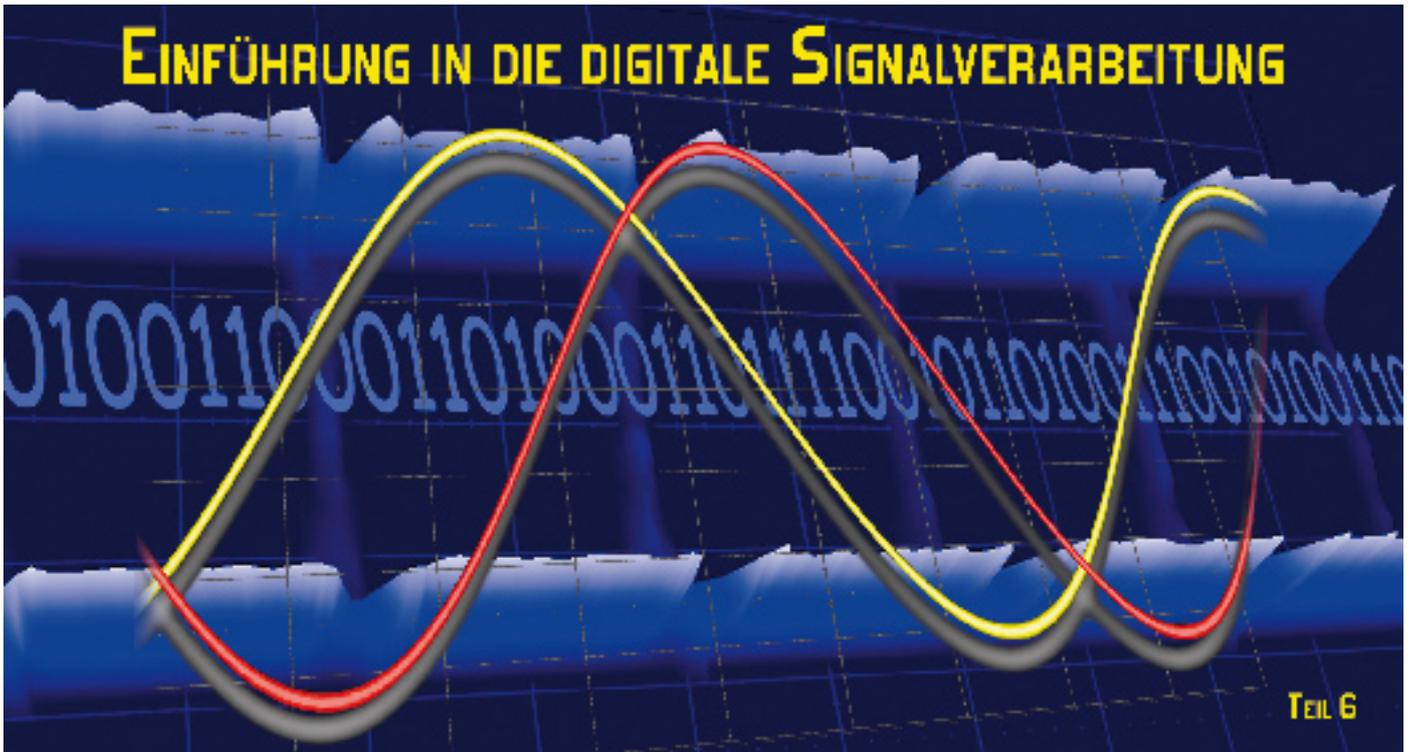
Bild 7: Der abgeflachte Sensorkopf

Rücklauf des Brauchwasserkreises anzuschließen. Die Sensoren sollten direkt am Rohr befestigt werden, damit sich ein guter thermischer Kontakt ausbildet. Falls sich also ein isolie-



Bild 8: So ist der Sensor am Wasserrohr zu befestigen.

rendes Material auf dem Rohr befindet, sollte dieses an der entsprechenden Stelle entfernt oder der Sensor unter dem Dämmstoff befestigt werden. Da der Sensorkopf der Temperatursensoren einen kleineren Durchmesser hat als die darunter liegende Gummitülle, würde der Sensor nicht plan am Rohr anliegen. Aus diesem Grund sollte an einer Seite der Gummitülle mit einem Messer vorsichtig ein Stück entfernt werden (Abbildung 7), um so eine ebene Fläche zu erhalten. Diese Fläche lässt sich dann wesentlich einfacher und stabiler am Rohr befestigen (siehe Abbildung 8). Damit Temperaturrückwirkungen des Speichers auf die Sensoren minimiert werden, sollten die Sensoren in einem Abstand von mindestens 30 cm zum Warmwasserspeicher installiert werden. Nun kann man entsprechend dem Abschnitt „Bedienung“ die FS20 ZPS konfigurieren. Zum Abschluss ist zu überprüfen, ob sich der Schaltaktor nach dem manuellen Einschalten durch den Handsender nach Ablauf der vorgegebenen Zeit von 10 Minuten wieder abschaltet. Abbildung 9 zeigt noch einmal schematisch die Integration der Zirkulationssteuerung in die Brauchwasseranlage. **ELV**



Gemeinhin gilt: „Von nichts kommt nichts.“ Bei einer bestimmten Erweiterung von diskreten Signalfolgen im Zeit- und Frequenzbereich durch Nullwerte ist das anders. Wenn wir Letztere zwischen vorhandene Abtastwerte der Zeitsignalfolge oder in der Mitte der Frequenzsignalfolge einfügen, führt das zu interpolierten Werten in den korrespondierenden Folgen im jeweils anderen Bildbereich. Mit diesem „Zero Padding“ genannten Verfahren zur Auflösungsverbesserung beschäftigen wir uns in Teil 6 unserer Artikelserie.

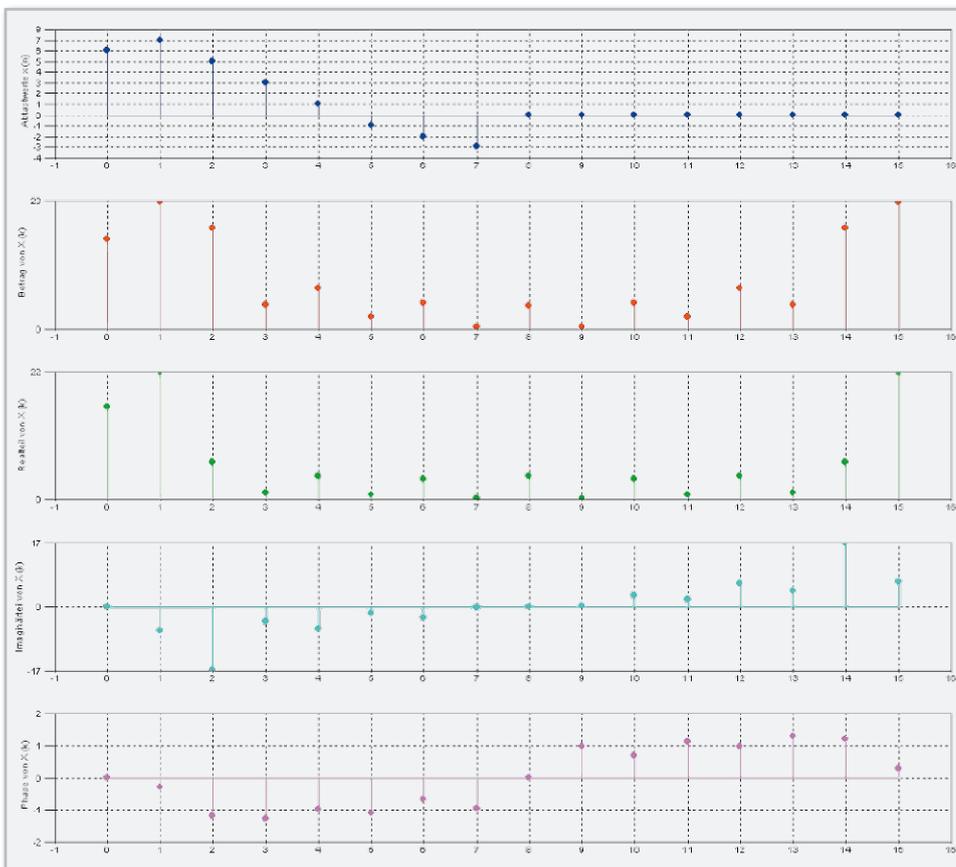


Bild 53: Das Erweitern der Zeitsignalfolge durch Anhängen von Nullen (hier 8) führt im Frequenzbereich zu interpolierten Spektralwerten.

Rückblick

Es wurde bereits gesagt, dass die diskrete Fouriertransformation eine gewisse Anzahl von Zeitwerten in ebenso viele Spektralwerte überführt. Bei der Wahl von N als der Anzahl von Abtastwerten sollte die Messdauer $N \cdot T_s$ mindestens gleich lang wie die Signaldauer sein, um dieses vollständig zu erfassen. Wenn wir N dann noch als Zweierpotenz (2, 4, 8, 16 ..., 1024 ...) wählen, ist das Verfahren der schnellen Fouriertransformation (Fast Fourier Transform: FFT) anwendbar. Weil die spektrale Auflösung umgekehrt proportional zur Anzahl der Abtastwerte ist (siehe Gleichung [87]), sollte N möglichst groß sein. Das kann durch eine häufigere Abtastung des zeitkontinuierlichen Signals geschehen oder durch das Anhängen von Nullen an die verfügbare Folge von Abtastwerten. Letzteres wird als Time Domain Zero Padding (TDZP) bezeichnet und bewirkt die Interpolation zusätzlicher Spektralwerte. Umgekehrt führt das Einfügen von Nullen (Frequency Domain Zero Padding: FDZP) in der Mitte der Spektralfolge zu interpolierten Zeitfolgenwerten.

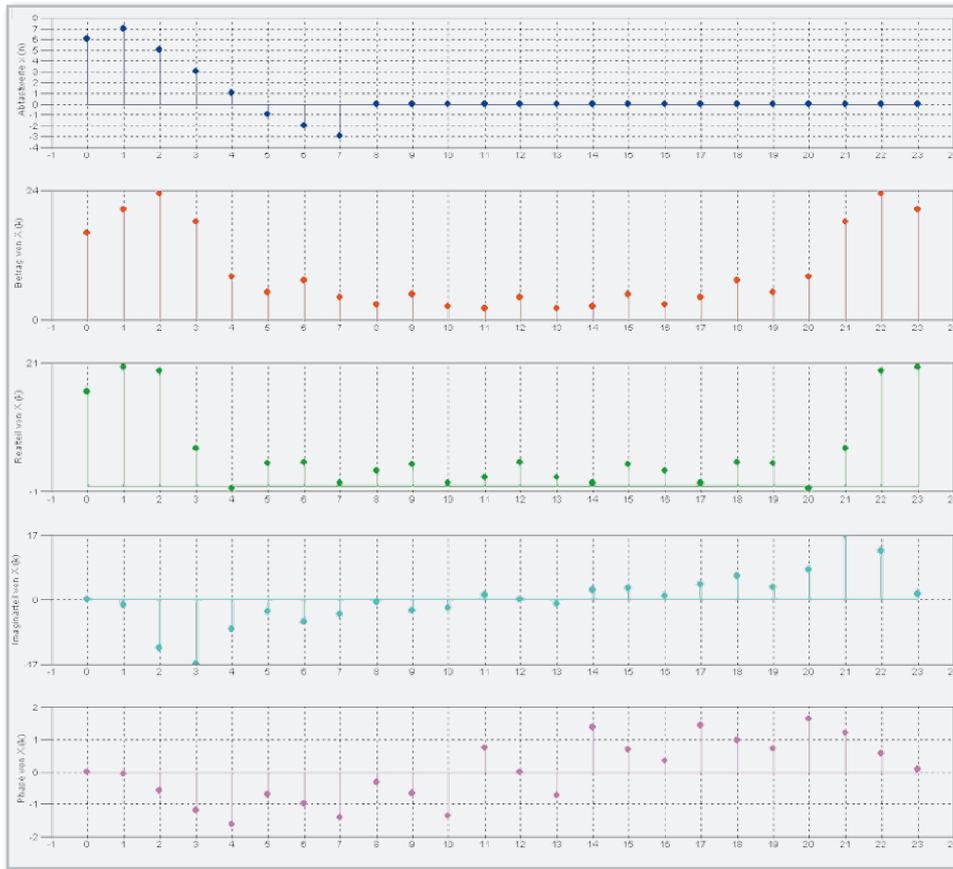


Bild 54: Zwei angehängte Nullen pro Original-Zeitfolgenwert führen zu zwei interpolierten Werten zwischen den Werten der Original-Spektralfolge.

Time Domain Zero Padding

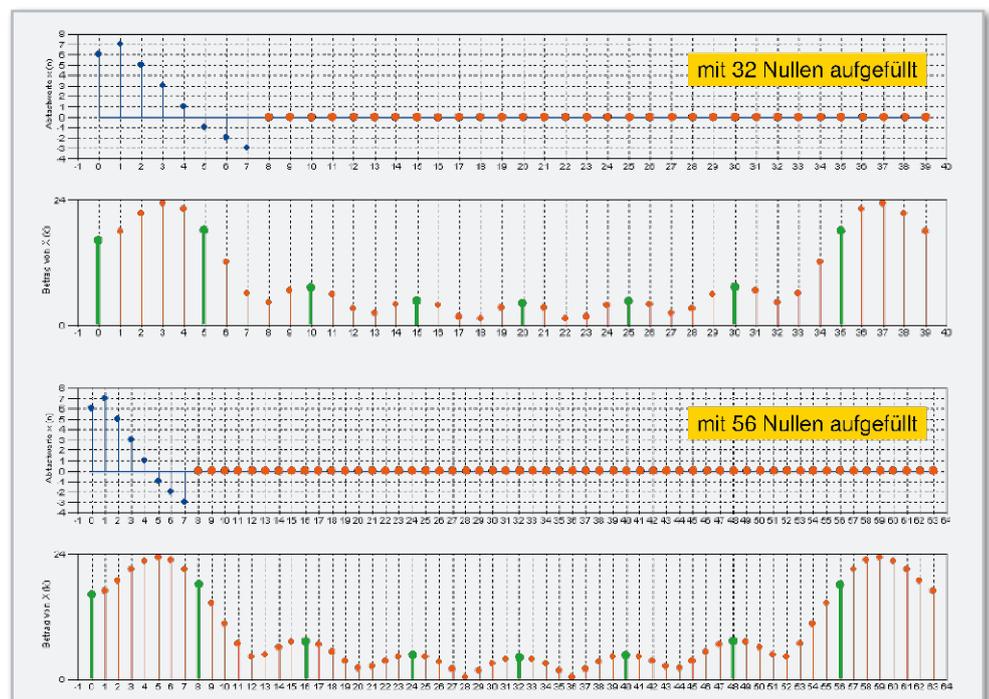
Schauen wir uns die Wirkung des Anhängens von Nullen an eine Signalfolge im Zeitbereich einmal genauer an. Im Englischen wird das als Time Domain Zero Padding (TDZP) bezeichnet, was in der Übersetzung so viel heißt wie: Auffüllen mit Nullen im Zeitbereich.

Die aufgefüllte Folge wird dann der DFT unterworfen, d. h., in den Frequenzbereich transformiert. Da die Zahl der Spektrallinien immer gleich der Anzahl der transformierten Zeit-

folgenwerte ist, erwarten wir also ein feiner gerastertes Linienspektrum, d. h. die spektrale Auflösung muss steigen. Abbildung 53 bestätigt das. Hier wurden an das Zeitsignal aus Abbildung 52 8 Nullen angehängt, so dass die Folge nun 16 Werte lang ist: $x(n) = (6, 7, 5, 3, 1, -1, -2, -3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$.

Bei genauer Betrachtung des roten Betragsspektrums in Abbildung 53 fällt auf, dass die Spektralwerte des nicht mit Nullen aufgefüllten Zeitsignals wieder auftreten, aber jeweils gefolgt von einem neuen, interpolierten Wert. Wir

Bild 55: Zero Padding im Zeitbereich mit 8 Signalwerten und 32 bzw. 56 Nullwerten.



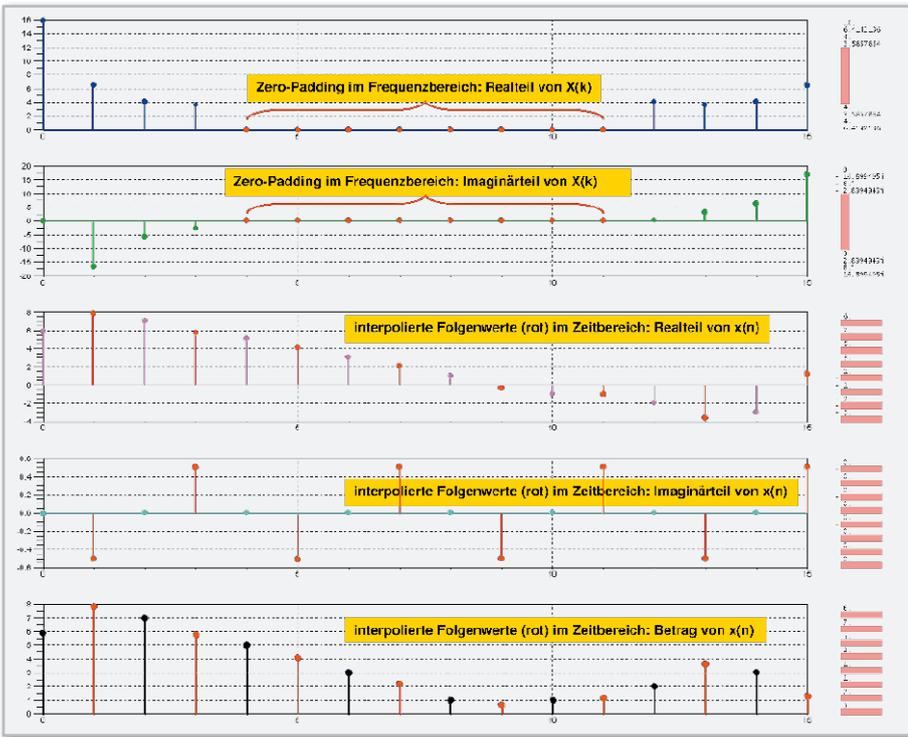
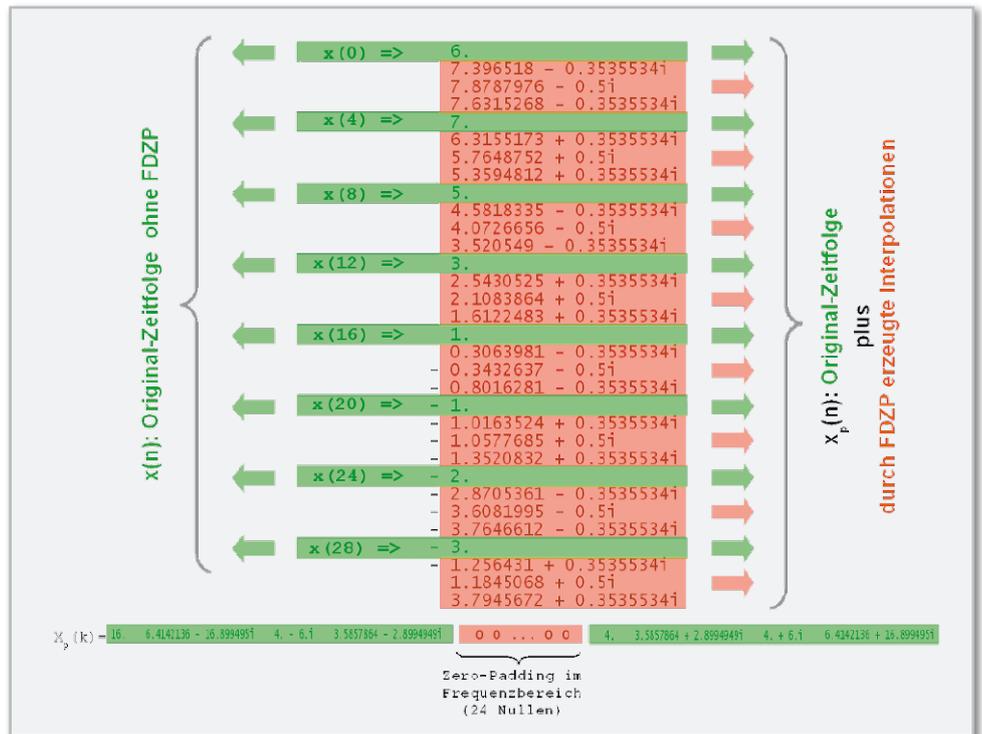


Bild 56: Zero Padding im Frequenzbereich erfolgt durch Einfügen einer Folge von Nullwerten in der Mitte der Original-Spektralfolge. Die Wirkung ist das Einschachteln von interpolierten Werten zwischen die Werte der Original-Zeitfolge.

Bild 57: Zero Padding im Frequenzbereich (FDZP) zum Nachvollziehen

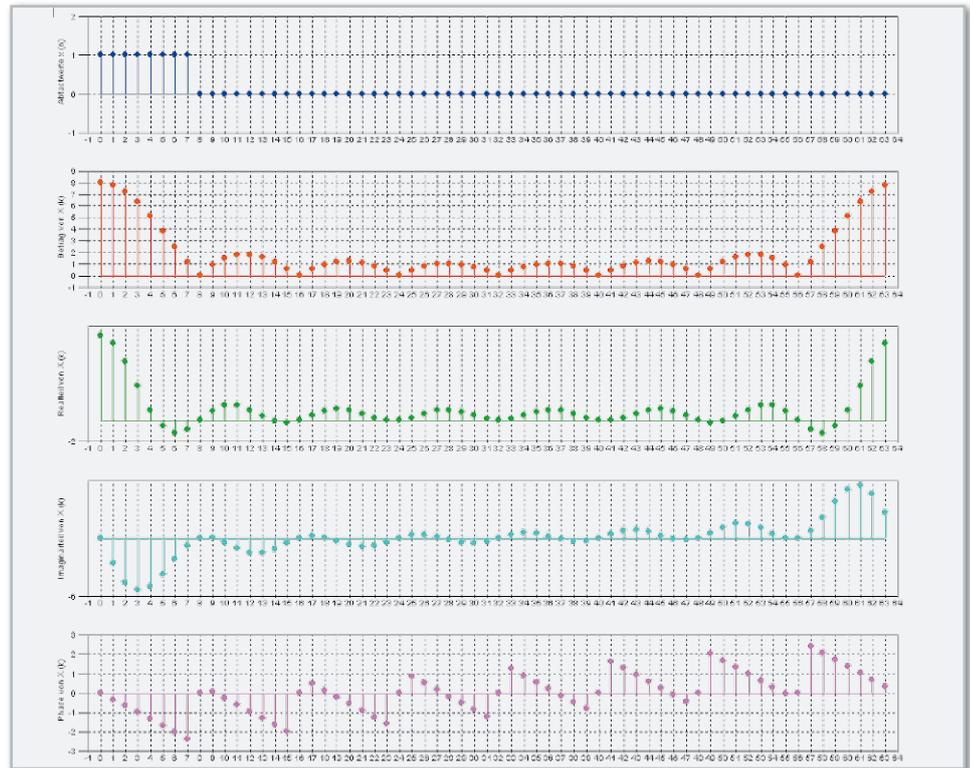


prüfen das an der gleichen Zeitfolge nach, der wir jetzt 16 Nullen anhängen (Abbildung 54). Tatsächlich sind jetzt zwei neue Werte zwischen die Spektralwerte der „ungepadeten“ Zeitfolge interpoliert worden. Ein dritter Versuch mit 32 bzw. 56 angehängten Nullen demonstriert die gestiegene Frequenzauflösung ganz augenscheinlich (Abbildung 55). Jetzt wurden 4 bzw. 7 neue Werte zwischen die Spektrallinien der Original-Ausgangszeitfolgen eingefügt. Die spektrale Auflösung hat sich vier- bzw. versiebenfach, allerdings ohne einen echten Zuwachs an Informationsgehalt, denn die interpolierten Zwischenwerte rühren ja nicht von einem feiner abgetasteten Zeitsignal her, sondern werden vom Zero Padding verursacht.

Frequency Domain Zero Padding

Entsprechendes können wir beobachten, wenn wir Nullen in der Mitte der Spektralfolge einfügen (FDZP: Frequency Domain Zero Padding). Hier wird – mit 8 Nullen – jeweils ein Wert zwischen den Original-Zeitfolgenwerten interpoliert (Abbildung 56), bei 16 Nullen zwei Werte usw. Man sieht, dass das Ergebnis der inversen DFT (IDFT) wieder die reellen Werte der Original-Zeitfolge erzeugt, aber zwischen ihnen komplexe Werte hinzufügt. Die gleiche Frequenzfolge mit 24 eingefügten Nullen führt zu den Zahlenwerten von Abbildung 57. Hier sind jeweils drei interpolierte Werte zwischen die Folgenwerte der Original-Zeitfolge verschachtelt.

Bild 58: Im Allgemeinen ist das Spektrum einer Zeitfolge durch einen Real- und einen Imaginärteil oder seinen Betrag und seine Phase gekennzeichnet. Das wird hier am Beispiel eines Rechtecks gezeigt.



In der Praxis tritt der Zero-Padding-Effekt immer dann auf, wenn mit einer festen Anzahl von Werten transformiert wird und die Signalfolge den Transformationsrahmen („frame“ oder „record“, man kann auch Analysefenster dazu sagen) nicht ausfüllt, also kürzer ist.

Den Zusammenhang zwischen Frequenzauflösung Δ , Frame-Länge T_0 und Samplingfrequenz $f_s = 1/T_s$ zeigt Gleichung 89. Durch das Zero Padding verkleinern sich die Amplituden der transformierten Folgewerte, weil ja die Signalenergie auf mehr Transformationsfolgewerte verteilt wird. Bei Einfügen gleich vieler Nullen wie Signalfolgewerte halbieren sich die

Amplituden der Transformationsfolge, bei doppelt so vielen Nullen gehen sie auf ein Drittel zurück usw. In unseren Beispielen wurde deshalb mit einem entsprechenden Faktor multipliziert, um die Originalwerte einfacher in der interpolierten Folge wiederzufinden.

$$\Delta f = \frac{f_s}{N} = \frac{1}{N \cdot T_s} = \frac{1}{T_0} \quad \text{Frequenzauflösung der DFT} \quad (89)$$

Ein weiteres Beispiel zeigt Abbildung 58. Hier wurde ein 64-Punkt-Rechteck-Zeitsignal aus 8 Eins-Werten und 56 Nullen-

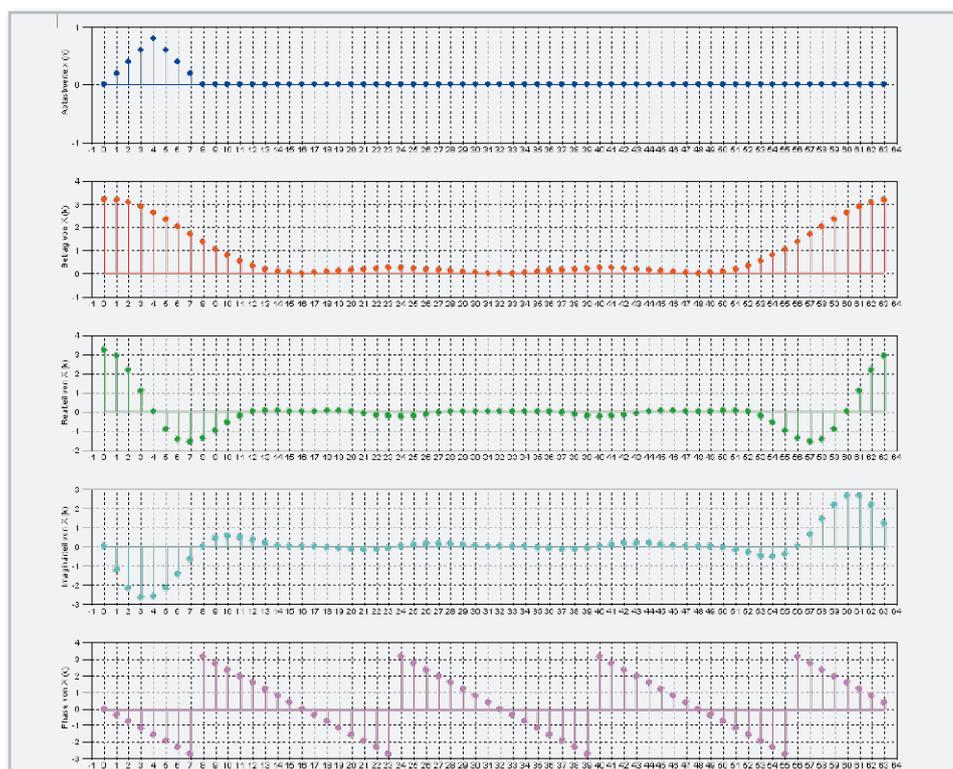


Bild 59: Die DFT eines Dreiecks

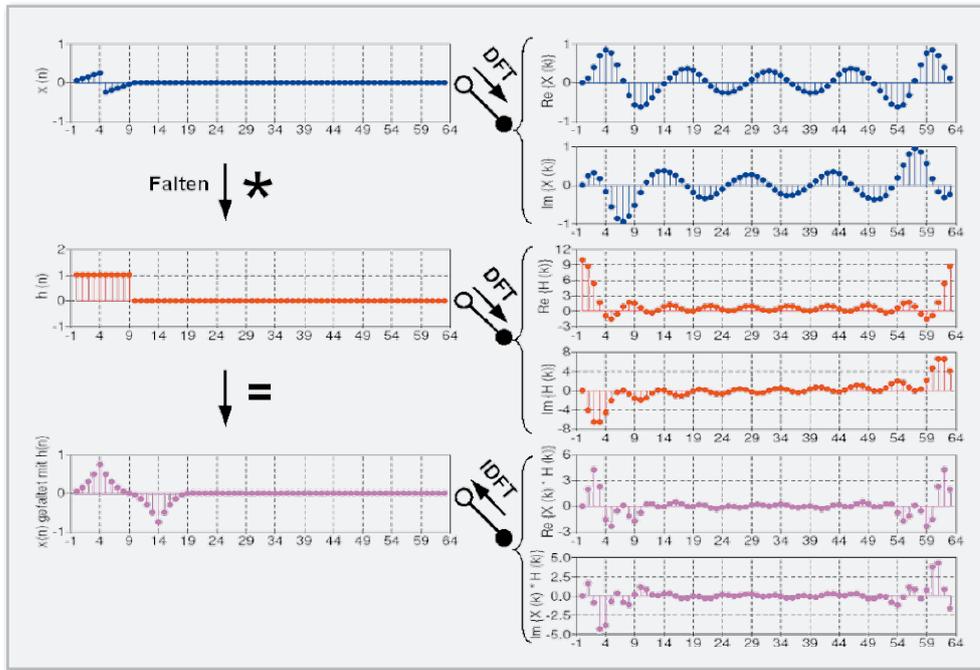


Bild 60: Man kann zwei Zeitfolgen auch falten, indem man ihre diskreten Fouriertransformierten miteinander multipliziert und das Produkt wieder in den Zeitbereich zurücktransformiert (Convolution by DFT).

Werten der DFT unterworfen. Es ergibt sich im Frequenzbereich der charakteristische $\sin(x)/x$ -Verlauf, wegen der Betragsbildung mit hochgeklappten negativen Anteilen. Eine Dreiecksfolge im Zeitbereich und im Frequenzbereich, deren Betrag, Real- und Imaginärteil sowie Phase zeigt Abbildung 59. Bezogen auf die Mitte des Spektralfensters ist der Realteil des Spektrums $\text{Re}\{X(i\omega)\}$ gerade, der Imaginärteil $\text{Im}\{X(i\omega)\}$ und die Phase sind dagegen ungerade.

Diskrete Faltung mit Hilfe der DFT

Gleichung 83 definierte die Faltung zweier Zeitsignalfolgen. Eine war das Eingangssignal und die andere die Impulsantwort eines LTI-Systems. Das Faltungsergebnis ist das Ausgangssignal als Systemantwort auf das Eingangssignal. Man kann das Ausgangssignal aber auch ohne Berechnung der Faltungssumme bestimmen. Dazu werden die endlichen Zeitfolgen, die $x(n)$ mit der Länge N_1 und $h(n)$ mit der Länge N_2 repräsentieren, mit so vielen Nullen aufgefüllt, dass ihre Länge $N \geq N_1 + N_2 - 1$ ist.

Dann werden die Folgen der DFT unterworfen, miteinander multipliziert und das Produkt wird mit Hilfe der IDFT (inversen DFT) wieder in den Zeitbereich zurücktransformiert.

Wir haben damit die Faltung als Operation im Zeitbereich über eine Multiplikation im Frequenzbereich ausgeführt.

Abbildung 60 fasst die Alternativen zusammen.

Auf der linken Hälfte werden $x(n)$ und $h(n)$ zum Ausgangssignal gefaltet.

Auf der rechten Seite werden die zugehörigen, per DFT ermittelten Spektren $X(k)$ und $H(k)$ miteinander multipliziert und über die inverse DFT zur Ausgangsfolge des Systems im Zeitbereich transformiert.

Auf den ersten Blick scheint der Weg über den Frequenzbereich aufwändiger. Aber bei langen Eingangsfolgen $x(n)$ dauert die Berechnung der Faltungssumme sehr lang. Mit den Methoden der schnellen Fouriertransformation (FFT: Fast Fourier Transform) und einer Segmentierung der Eingangs-

folge können beträchtliche Geschwindigkeitsgewinne erzielt werden.

Dazu werden die Faltungen der Teilfolgen mit der Impulsantwort durch Multiplikation ihrer Spektren berechnet und nach der Rücktransformation in den Zeitbereich wieder zusammengefügt. Bekannte Vertreter dieser segmentweisen Faltung (block convolution) sind die Overlap-add- und die Overlap-save-Methode, auf die wir hier aber nicht näher eingehen wollen.

In Teil 7 unserer Serie beschäftigen wir uns mit der „schnellen Fouriertransformation“ (FFT: Fast Fourier Transform), einem der wichtigsten Verfahren zur Analyse von Funktionen und Signalen in der digitalen Signalverarbeitung. Mit dem Einstieg in die z-Transformation schaffen wir uns dann das mathematische Rüstzeug, um Abtastsysteme effizient zu beschreiben.

ELV

Umweltechnik



Funk-Temperaturstation WS 50, Teil 2

Im zweiten Teil des Artikels folgt die Beschreibung des praktischen Aufbaus. Da es sich um einen ARR-Bausatz handelt, sind beim Aufbau nur wenige Montageschritte bis zum funktionierenden Gerät erforderlich. Ein Temperatur- und Luftfeuchtesensor zur Messung der Innentemperatur und Innenluftfeuchte ist direkt in der Basisstation integriert.

IP-Wetterdatenempfänger IPWE 1

Der Wetterdatenempfänger ist kompatibel zu den ELV-Wettersensoren und stellt die empfangenen Daten über das Netzwerk zur Verfügung. So können z. B. die eigenen Wettersensoren angelesen und deren Daten weltweit abgefragt werden.

Haustechnik

Wärmebedarfsrelais FHT 8W, Teil 2

Der zweite, abschließende Teil dieses Artikels beschreibt die Schaltungstechnik des Gerätes. Außerdem werden der Nachbau und die Installation ausführlich erläutert.

FS20-Makrosteuerung MST 1, Teil 2

Nach der Vorstellung der PC-Software folgt im zweiten Teil die Schaltungsbeschreibung, der Nachbau und die Inbetriebnahme der FS20-Makrosteuerung.

Funk-Neigungssensor HM-Sec-TiS

Der Funk-Neigungssensor HM-Sec-TiS ist ein Aufputz-Gerät aus der HomeMatic-Reihe zur Überwachung von z. B. Garagentoren, das alle HomeMatic-Aktoren ansteuern kann. Das Gerät erfüllt durch seine Gehäusekonstruktion die Schutznorm IP 65 und kann dadurch unbedenklich auch für den Außenbereich eingesetzt werden.



FS20-Rollladenschalter im Unterputzgehäuse

Mit dem Rollladenschalter FS20 RSU ist das bequeme drahtlose Steuern von elektrischen Jalousie- und Markisenantrieben über große Entfernungen möglich. Durch das verwendete Unterputzgehäuse lässt sich diese Schaltung fast überall unsichtbar einsetzen. Die Bedienung kann sowohl über vorhandene Wandtaster als auch über die zum FS20-System gehörenden Fernbedienungen erfolgen.

FS20 in der Praxis, Teil 9

In dieser Folge packen wir wieder das Werkzeug aus – wir zeigen Praxisbeispiele für die Einbindung der FS20-Multimediatechnik in das Haus-Steuerungssystem.

FS20-Infrarot-Umsetzer FS20 IRU

Der FS20-Infrarot-Umsetzer FS20 IRU ermöglicht den Einsatz von handelsüblichen Infrarot-Fernbedienungen zur Fernsteuerung beliebiger FS20-Komponenten. Bis zu 6 Fernbedienungsbefehle, auch von verschiedenen Fernbedienungssystemen, kann das Gerät lernen und dann entsprechende FS20-Befehle aussenden.

Sicherheitstechnik

Funk-Rauchalarm-Empfänger mit Schaltausgang

Dieser Empfänger ist in der Lage, die gesendeten Funkprotokolle der Rauchmelder RM 100 (mit BiDi-Funkmodul) auszuwerten und im Alarmfall ein Relais zu schalten. Das Relais ist für universelle Schaltaufgaben nutzbar, die im Alarmfall zusätzlich ausgelöst werden sollen. Die Spannungsversorgung erfolgt mit Batterien, mit denen eine Laufzeit von bis zu einem Jahr erreicht wird.



Messtechnik

Universeller Impulsgenerator UPG 100

In der Messtechnik werden oft Signale mit bestimmten Puls- und Pausenzeiten benötigt. Der Impulsgenerator UPG 100 erlaubt durch den Einsatz eines Mikrocontrollers die separate Einstellung dieser Zeiten im Bereich von 10 µs bis 10 s. Zusätzlich ist es möglich, den Spannungspegel am Ausgang variabel einzustellen.

Ein Open-Collector-Ausgang, ein externer Triggereingang sowie die Möglichkeit zur Eingabe der Zyklanzahl runden die Funktionalität dieses Gerätes ab.

Kfz-Technik

GPS-Gefahrenmelder GGM 1

Wenn man regelmäßig die gleichen Strecken (z. B. als Berufspendler) mit dem Pkw zurücklegt, lässt die Aufmerksamkeit schnell nach und die Reaktionsgeschwindigkeit sinkt. So übersieht man bei der Fahrt schon einmal eine Geschwindigkeitsbeschränkung oder einen gefährlichen Bahnübergang. Der GPS-Gefahrenmelder GGM 1 merkt sich diese Gefahrenstellen und warnt den Fahrer, sobald er sich später dieser Position nähert. Es können auch Tempozonen gespeichert werden, hier wird dann eine Warnung ausgegeben, sobald die Geschwindigkeit überschritten wird. Der GGM 1 hat eine serielle Schnittstelle für gängige GPS-Empfänger.



Videotechnik

LED-Kamera-Ringleuchte

Die Kameraluchte ist ein wertvolles Hilfsmittel für den Hobbyfotografen, um Motive im Makrobereich auszuleuchten. Die Schaltung wird einfach mit Hilfe eines Adapterrings vor die Kamera geschraubt. Durch den Öffnungswinkel der LEDs ergibt sich im Bereich von ca. 10 bis 25 cm eine optimale Ausleuchtung.

So funktioniert's

Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 7

In Teil 7 unserer Serie beschäftigen wir uns mit der „schnellen Fouriertransformation“ (FFT: Fast Fourier Transform), einem der wichtigsten Verfahren zur Analyse von Funktionen und Signalen in der digitalen Signalverarbeitung.

Entdecken Sie Deutschlands auflagenstärkstes Fachmagazin für angewandte Elektronik

Das „ELVjournal“ bietet:

- Aktuelle Elektronik und PC-Technik
- Exklusive Selbstbauprojekte aus eigener Entwicklung von „klein und preiswert“ bis zu anspruchsvoller High-Class-Technik
- Innovative Problemlösungen für den professionellen Einsatz in Betrieben
- Top-Informationen über praktische Schaltungstechnik und Elektronik-Grundlagen
- Software-Ideen und Elektronik-News
- Besonderer Service: Alle Platinenvorlagen im Internet zum Downloaden
- Experten-Hotline zur technischen Unterstützung
- Reparaturservice für die Selbstbauprojekte

Sie sparen 15%

Ein Jahresabonnement umfasst
6 Ausgaben und kostet nur € 25,25

Österreich € 32,10/Schweiz € 31,90/weiteres Ausland € 44,20
(inkl. aller Versand- und Zustellungskosten)

Fast
30 Jahre
am Markt

Vertrauensgarantie

Das Abonnement ist ohne Risiko jederzeit ohne Frist kündbar. Eventuell überzahlte Beträge werden erstattet!



Schnupper-Abonnement

Es besteht aus 3 Journalen, die Sie über ein halbes Jahr lang alle 2 Monate ab der nächsterreichbaren Ausgabe abonnieren können. Sofern Sie nicht kündigen, verlängert sich das Abonnement automatisch bei einem Jahresbezugspreis von € 25,25. Eine Kündigung ist jederzeit möglich.



Jetzt testen! nur € 5,-

Schnupperabo in Österreich oder in der Schweiz € 10,-

„Seit fast 30 Jahren bin ich begeisterter Leser des „ELVjournal“! Nur hier gibt es wirklich interessante und innovative Schaltungsideen Schritt für Schritt anschaulich erklärt und nachbausicher.“



Einfach anrufen oder Abobestellkarte noch heute absenden!



0491/600888



0491/7016

oder unter www.elvjournal.de

Für perfekt saubere Schnitte

Mini-Präzisions-Handkreissäge/Tauchsäge

Die Revolution in der Sägetechnik – mit der Mini-Handkreissäge realisieren Sie höchst präzise Schnitte, punktgenau angesetzt, sicher und sauber! Das perfekte Werkzeug zum einfachen und sicheren Schneiden von Holz, Kunststoffen, Fliesen, Verbundstoffen, Aluminium.

- » Präzise und glatte Schnitte – wie mit dem Skalpell!
- » Schnitttiefe von 0 bis 12 mm stufenlos einstellbar
- » Sicheres Arbeiten durch nicht freiliegendes Sägeblatt
- » Leicht auswechselbare Sägeblätter
- » Anschluss für Staubabsaugung für sauberes Arbeiten
- » Einfache Einhandbedienung
- » Sägeblätter für alle gängigen Materialien im Lieferumfang

Mit dieser praktischen und kompakten Säge können Sie Aufgaben im Heimwerkerbereich lösen, bei denen Sie bis dato nicht einmal gedacht haben, diese in Profi-Qualität ausführen zu können! Durch das Tauchsägen-Prinzip können auch Schnitte in bereits eingebauten Materialien ausgeführt werden, etwa nachträgliche Ausschnitte im Laminat, in Wandverkleidungen oder in Fliesen.

Lieferung im Tragekoffer mit:

- » 4 Sägeblättern (ø 50,8 mm):
 - TCT, Z18, universal für Holz und Kunststoffe
 - Diamant, K50, für Fliesen
 - HSS, Z44, für feines Holz und Kunststoffe
 - HSS, Z60, für Aluminium, sehr feines Holz und Kunststoffe
- » Schlauch für Staubabsaugung
- » 2 Sechskantschlüsseln



Preishit!
€ 99,95
 81-720-01

inkl. 4 Sägeblättern!

Einfach mitten im Material eintauchen und lossägen!



Perfektes Abtrennen mit dem Rohrschneideschuh

Ersatz-Sägeblätter (ø 50,8 mm):

- G 50 für groben Fliesenschnitt
81-722-05 € 14,95
- 18 TCT universell für Holz und Kunststoffe
81-722-06 € 14,95
- 44 HSS für feines Holz und Kunststoffe
81-722-07 € 12,95
- 60 HSS für Aluminium, sehr feines Holz und Kunststoffe
81-722-08 € 12,95

- 80 HSS für Kunststoffe und Stahl bis 1 mm Stärke
81-722-09 € 12,95
- 100 HSS für Stahl und Messing
81-722-10 € 14,95
- Weiteres Zubehör:
- Rohrschneideschuh
81-723-41 € 12,95
- Sicherheitsschuh mit Seitenanschlag – absolut gerades Schneiden längerer Strecken
81-723-42 € 14,95

Ersetzt die alte Wasserwaage im Haus – Kompakt-Laser-Wasserwaage mit Linienlaser

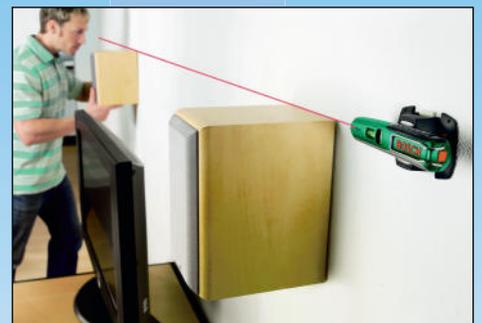
Das praktische Universal-Werkzeug für alle Ausricht- und Markierarbeiten, und mit nur 140 mm Länge richtig kompakt!

BOSCH



€ 39,99
81-793-38

5 m Reichweite!



Das Präzisionswerkzeug für alle Tage – durch die Magnethalterung exakt positionierbar und auf allen Oberflächen nutzbar! Die Magnethalterung kann über Schraubenlöcher, Fixiernadeln (2 im Lieferumfang), Klett-/Klebeband oder Magnet flexibel fixiert werden.

Plane Aluminiumschiene für präzises Nivellieren • Laser-Reichweite 5 m • Genauigkeit ±1 mm/m • Abm. (B x H x T): 20 x 30 x 140 mm.

Lieferung mit Magnethalter, 2 Nadeln und Batterien (2 x Micro/AAA).