

ELV[®] journal



Messtechnik

USB-PC-Datenlogger



- 2 Mess-Eingänge
- 0 bis 5 Vdc
- USB-Stick-Port
- Inkl. Software

USB-PC-Datenlogger

Speichert die Daten komfortabel auf einen USB-Stick, wodurch Langzeitmessungen kein Problem mehr sind

Haustechnik

230-V-Einschaltstrombegrenzung

3680 VA



Sichere Inbetriebnahme von Leistungsverbrauchern ohne Ansprechen der Netzsicherung im Einschaltmoment

230-V-Einschaltstrombegrenzung

Mobile Zwischensteckdose – verhindert hohe Einschaltströme bei leistungsstarken Verbrauchern



Mini-Gong-Schaltung

Kleine und preiswerte Schaltung, die einen Gong simuliert

Prozessorgesteuertes Labor-Netzgerät

» 0–30 V/0–3 A

» Linear-Technologie

» Lüfterkühlkörper

» Metallgehäuse



ab € **99,⁹⁵**

Mehr Wissen in Elektronik

PC-Technik

- USB-PC-Datenlogger
- LAN-Remote-Switch
- Clip-Rufnummernerkennung

Haustechnik

- Einschaltstrombegrenzung
- Serielles Funk-Interface für Heizungsantrieb

Audiotechnik

- Stereo-IR-Übertragung
- Mini-Gong-Schaltung
- Stereo-RDS-Radio-Modul

Weitere Highlights

- Kfz-Leistungsmesser
- CAN-Bus-Alarmanlage
- Komfort-Lötstation

KeyMatic®-Codeschloss und ...



Der elektronische Türschlüssel – Vergessen Sie Ihren Hausschlüssel

Mal schnell zum Nachbarn, zum Briefkasten, zum Joggen – wie oft standen Sie schon ohne Schlüssel vor Ihrer geschlossenen Haustür? Das kann Ihnen natürlich auch mit der KeyMatic®-Funk-Fernbedienung passieren. Und – oft ist das Mitnehmen eines Schlüssels einfach nur lästig, etwa beim Joggen. Zudem verliert er sich hier besonders einfach ... Das Funk-Codeschloss KeyMatic® CAC ist die Antwort – batteriebetrieben und damit ortsunabhängig, sicher und multifunktional ergänzt es den Funk-Türschlossantrieb KeyMatic® zum perfekten Team.

Flexibel und ohne Kabel installierbar
Das Codeschloss ist sowohl allein mit Batterien (Betriebsdauer bis zu 3 Jahre)

als auch kombiniert mit Batterien (Notstromversorgung) und einer externen Spannungsversorgung betreibbar. So kann man z. B. die Spannungsversorgung einer vorhandenen Klingelanlage (8–12 Vac/dc) als Hauptstromversorgung nutzen. Mit diesen Optionen ist ein sehr flexibler Einsatz des Codeschlusses innerhalb der Funkreichweite bis zu 100 m (Freifeld) möglich.

Sicherer Zugang
Dass Ihre Eingangstür mit diesem System sicher vor unbefugtem Öffnen ist, dafür stehen das angewandte Wechselcodeverfahren sowie der bis zu achtstellige Benutzercode. Beides verhindert Auslese-/Manipulationsversuche. Das Codeschloss kann für bis zu 20 Benutzer eingerichtet

werden. Jeder Benutzer wird vom Gerät an seinem zugeordneten Code erkannt und individuell begrüßt. Der optionale Alarmwähler (AW 50) trägt zu einer erhöhten Sicherheit bei.

Zugang ganz nach Bedarf
Insgesamt sind 102 Zugangszeiten für alle Benutzer programmierbar, z. B. nur für einen bestimmten Zeitraum (Besucher) oder in einem immer wiederkehrenden Zeitfenster (Reinigungsdienst). Der Zugang ist für Öffnen und Verriegeln ebenso definierbar wie der zeitweilige Zugang ohne Codeeingabe (z. B. bei Besucherbetrieb oder Party).

Top-Bedienkomfort
Das Tastenfeld und das Display sind je nach Spannungsversorgung beleuchtbar, die Zeiten, zu denen die Beleuchtung geschaltet werden darf, sind programmierbar (2 Zeiträume je Tag). So lockt z. B. ein im Ruhebetrieb nicht beleuchtetes Codeschloss keine Unbefugten an. Erst beim ersten Tastendruck leuchten Display und Tastatur auf. Abm. (B x H x T): 78 x 138 x 53 mm. Lieferung mit Montagematerial und Batteriesatz.

Multifunktional – klingeln, schalten ...
Zusätzlich sind zwei mit verschiedenen Funktionen belegbare Sondertasten verfügbar. Diese können sehr universell genutzt werden:
- als Klingeltasten, drahtgebunden über Relais-Schaltanschlüsse (1 A/30 Vac/dc) oder für die Ansteuerung des Funk-Türschlusses KM 300 FG
- als Steuertasten für die Ansteuerung von FS20-Empfangsgeräten, z. B. für Beleuchtung
Da die Tasten ebenfalls bei Bedarf erst nach Codeeingabe eine Aktion auslösen, kann man z. B. eine Taste für das Öffnen des Garagentors nutzen.



Ein starkes Team – KeyMatic® IQ+ und KeyMatic® CAC



Einfach und bequem Tür öffnen oder verriegeln durch Funk-Codeschloss oder per Funk-Fernbedienung

KeyMatic® CAC
Weiß 74-577-80
Silber 74-616-60

je € 99,95

... KeyMatic® IQ+: ein starkes Team!

Sensationell!

Tür auf – Tür zu per Knopfdruck

Die neueste Entwicklung von ELV: Endlich können Sie Ihre Haustür genauso bequem und komfortabel öffnen und schließen wie Ihr Auto. Ein Tastendruck genügt. Sensationelle Technik und sensationeller Preis. KeyMatic® ist in dieser Form einmalig und patentiert.

Komfortabel

Tür öffnen, verriegeln und entriegeln per Tastendruck – ganz bequem per Funk-Fernbedienung oder direkt am Gerät. Bevor Sie Ihre Einkäufe aus dem Auto laden, drücken Sie die Funktion „Tür öffnen“ auf Ihrer kleinen Fernbedienung am Schlüsselbund und gehen dann, ohne die Einkäufe ein weiteres Mal abzusetzen, direkt ins Haus. Das Verriegeln geht natürlich genauso einfach und schnell (25,5 U/min).

Erhöhte Einbruchssicherheit

Nur eine verschlossene (d. h. verriegelte) Tür bietet einen hinreichenden Schutz gegen Einbruch. Der Verband der Hausversicherer empfiehlt daher, auch bei kurzer Abwesenheit die Haus- oder Wohnungseingangstüren zu verriegeln. Das wird häufig vergessen, da es natürlich auch unbequem ist – und oft trägt man Dinge mit sich, die erst wieder abgestellt werden müssten.

Flexibel

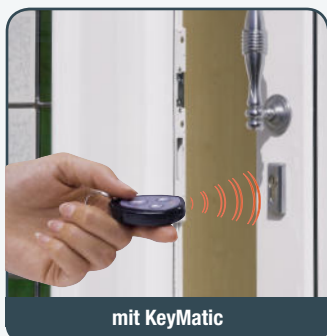
Ob per Funk-Fernbedienung, Tastendruck am Gerät oder manuell – eine aufwändige und ausgeklügelte Elektromechanik ermöglicht Ihnen diverse Optionen. Die uneingeschränkte manuelle Bedienbarkeit setzt einen Schließzylinder mit der sog. Not- und Gefahrenfunktion voraus (Erläuterung unter: www.keymatic.elv.de).

Notfall-Funktion

Ihr Türschloss ist auch weiterhin voll funktionsfähig und kann uneingeschränkt manuell (d. h. mit dem herkömmlichen Schlüssel) betätigt werden. Sollte es zu einer Störung des Systems kommen, besteht immer die Möglichkeit, auf „normale Wege“ ins Haus zu gelangen, ohne einen teuren Schlüsseldienst beauftragen zu müssen. Ein gutes und sicheres Gefühl.

Universell einsetzbar – extrem starker Antrieb

Ob Haustür, Nebeneingangstür, Lager- und Wohnungstür – sofern ein Standard-Schließzylinder verwendet wird, können Sie KeyMatic® IQ+ einsetzen. Der KeyMatic® IQ+-Antrieb (2,5 Nm) bewältigt nahezu jede Schloss-Tür-Konfiguration. Die KeyMatic® IQ+ arbeitet vollkommen



mit KeyMatic



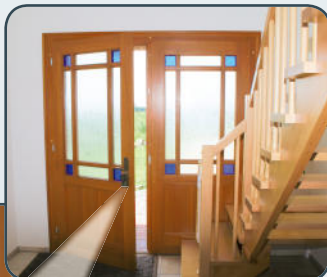
ohne KeyMatic

Passende Schließzylinder sowie eine Demo-Animation finden Sie unter www.keymatic.elv.de

netzunabhängig, ist absolut stromausfallsicher und erfordert keinen Netzanschluss in Türnähe. Durch Batteriebetrieb kann KeyMatic® IQ+ bequem und ohne kabelgebundene Netzversorgung nachgerüstet werden. Die Batterie-Lebensdauer beträgt ca. 1 Jahr bei durchschnittlich 8 Schließvorgängen am Tag. Der bevorstehende Batteriewechsel wird hinreichend früh optisch und akustisch angezeigt.

Interface-Anschluss

Bei Bedarf ist das optionale Interface KM 300 RI anschließbar. Dadurch wird die Spannungsversorgung und eine bequeme Bedienung des Antriebs per beliebigen



Tasten, z. B. normale Installations-Taster, ermöglicht (Funktionen: Verriegeln, Entriegeln, Öffnen). Bei einem Stromausfall wird die Betriebsbereitschaft durch Akkus sichergestellt.

Sichere Funkverbindung

Die Funkverbindung ist mit dem aus der Automobiltechnik bekannten Rolling-Code-Verfahren gegen Missbrauch geschützt. Über 17 Billionen Codier-Möglichkeiten machen ein Ermitteln des Codes durch Probieren unmöglich. Ein Entriegeln aufgrund einer Störstrahlung kann ebenfalls ausgeschlossen werden. Zusätzlich erhöht ein Master-Fernbe-

diensystem die Sicherheit – jede Funk-Fernbedienung muss zusätzlich autorisiert sein, um die KeyMatic® IQ+ anzusteuern.

Immer unter Kontrolle

Im Betrieb helfen die Statusmeldungen am Display, am Sender und akustische Statusmeldungen, jederzeit den aktuellen Betriebszustand zu erkennen. Die akustischen Quittungsmeldungen sind einstellbar und abschaltbar. Bei Bedarf ist eine optionale Signalleuchte installierbar, die die akustischen Statusmeldungen optisch unterstützt.

Schnelle und einfache Installation

Die Installation ist mit wenigen Handgriffen getan: kein Bohren, kein Netzkabel und kein Spezialwerkzeug erforderlich. Nur in Ausnahmefällen ist es erforderlich, den bestehenden Schließzylinder auszuwechseln. Einfach Halterung auf dem überstehenden Zylinderschloss befestigen, Antrieb aufsetzen und verschrauben – fertig.



Farbvariationen



Funksender



Lieferumfang

Komplett-Set

KeyMatic® wird als Set (Farbe bitte auswählen) geliefert: Funk-Türschlossantrieb, Montageplatte, Montageschlüssel, Fernbedienung, Batteriesatz.

KeyMatic® IQ+ Set:
 Weiß 74-627-19
 Silbergrau 74-627-31
 Braun 74-627-26

Der superkompakte Funksender im Schlüsselanhänger-Format ist speziell für die Ansteuerung des Türschlossantriebs KeyMatic® konzipiert.

Zusatz-Funk-Fernbedienung, Lieferung mit Batterie
 74-577-78.....

€ 22,⁹⁵

je € **119,⁹⁵**

**Großer Leserwettbewerb
Wohnkomfort selbst gemacht –
Ihre FS20-Anwendungen** 70

Haustechnik

- ▶ Mini-Gong-Schaltung..... 16
- 230-V-Einschaltstrombegrenzung..... 28
- Seriellles Funk-Interface für FHT 8V 47
- Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis.. 63

Stromversorgung

Prozessor-Power-Supply PPS 5330..... 18

Umwelttechnik

- ▶ Wetterstations-Templight 58


Audiotechnik

Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul, Teil 3..... 32
Stereo-IR-Übertragung, Teil 2 42

Messtechnik

USB-PC-Datenlogger PCD 300 6

Löttechnik

- ▶  Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50.. 12

Kfz-Technik

Kfz-Leistungsmesser, Teil 3..... 76

PC-Technik

Fernschalten per PC – IP-Switch IPS 1..... 52

Kommunikationstechnik

CLIP-Rufnummern-Erkennung CRE 100 36


ELV-Serien

So funktioniert's:

Universelle CAN-Bus-Alarmanlage 24
Einführung in die digitale Signalverarbeitung... 80

Rubriken

Die Neuen 86
Bestellhinweise,
Kundendienst, Impressum 113
Vorschau auf die nächste Ausgabe..... 114

- ▶  Almost Ready to Run: Platinen sind bestückt und getestet. Es sind nur noch Montagearbeiten und z. T. kleinere Lötarbeiten notwendig.
- ▶ besonders leicht nachbaubar



**Großer Leserwettbewerb auf Seite 70!
Wohnkomfort selbst gemacht –
Ihre FS20-Anwendungen**



**Prozessor-Power-Supply
PPS 5330**

◀ **Prozessor-Power-Supply PPS 5330**
0 bis 30 V, max. 3 A, 9 Sollwert-Speicher – ein Labornetzgerät der Spitzenklasse mit komfortabler Bedienung!
Seite 18



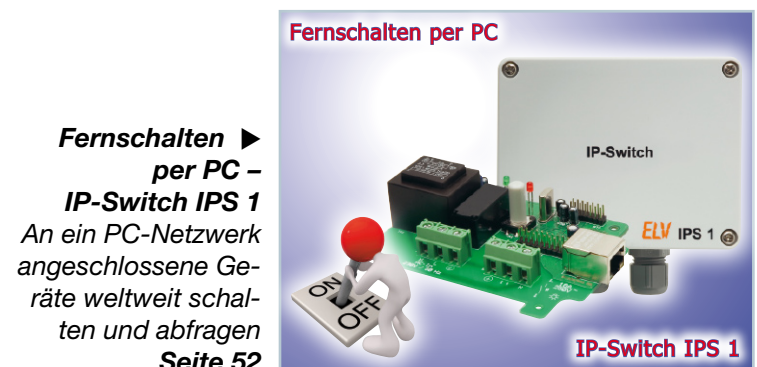
**230-V-Einschaltstrombegrenzung
3680 VA**

**230-V- ▶
Einschaltstrom-
begrenzung**
Reduziert den Einschaltstrom leistungsfähiger Verbraucher und verhindert das Auslösen der Haussicherung
Seite 28

Sichere Inbetriebnahme von Leistungsverbrauchern ohne Ansprechen der Netzsicherung im Einschaltmoment



▶ Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50
Die komfortable, prozessorgesteuerte Lötstation als Schnellbausatz
Seite 12



Fernschalten per PC

**Fernschalten ▶
per PC –
IP-Switch IPS 1**
An ein PC-Netzwerk angeschlossene Geräte weltweit schalten und abfragen
Seite 52

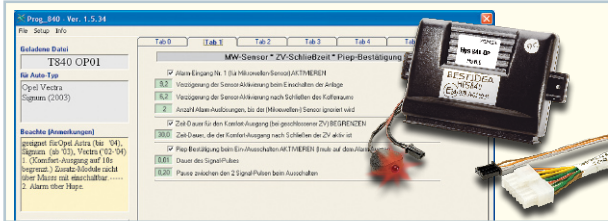
IP-Switch IPS 1

Serielles Funk-Interface



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

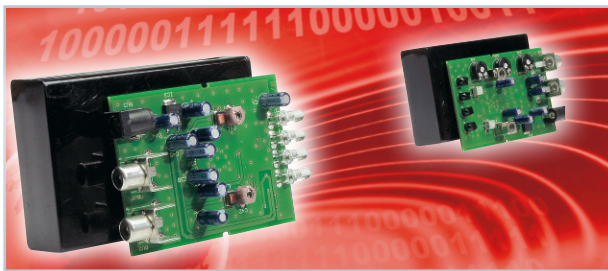
▲ **Serielltes Funk-Interface für FHT 8V**
Einfache Temperaturregelung für den Funk-Ventilantrieb FHT 8V – ansteuerbar über die eigene Mikrocontroller-Lösung **Seite 47**



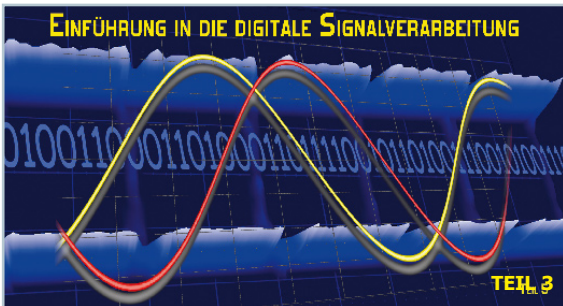
▲ **Universelle CAN-Bus-Alarmanlage**
Alarmanlage für alle Fahrzeuge mit CAN-Bus – per PC programmierbar **Seite 24**



▲ **Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis**
Die Motorisierung und Steuerung von Rollläden und die Contronics-Homeputer-Software **Seite 63**



▲ **Stereo-IR-Übertragung**
Drahtlose Übertragung von Stereo-Audio-Signalen bis 15 m, kompatibel zu IR-Kopfhörern **Seite 42**



▲ **Einführung in die digitale Signalverarbeitung**
Grundlagen der Signalaufbereitung und -verarbeitung in digitalen Übertragungssystemen **Seite 80**

**Wetterstations- ▶
Templight**

Ein Blick genügt – farbliche Anzeige der individuell einstellbaren Wohlfühltemperatur per RGB-LED **Seite 58**



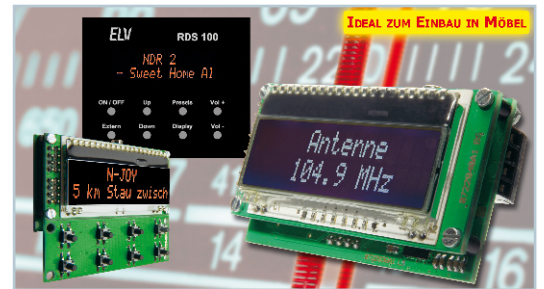
◀ **USB-PC-Datenlogger
PCD 300**

Zeichnet Messdaten unabhängig von einem PC auf einem handelsüblichen USB-Stick mit beliebiger Kapazität auf **Seite 6**



**Mini-Stereo- ▶
RDS-Radio-Modul**

Komplettes, einfach nachbaubares Stereo-Radio-Einbau-Modul mit RDS-Anzeige **Seite 32**



◀ **Mini-Gong-Schaltung**

Universell einsetzbarer Gong – per Taster oder Spannung aktivierbar **Seite 16**



CLIP-Rufnummern-Erkennung

Der Rufnummern-Detektiv
Anhand eines programmierbaren Soundfiles oder eines Schaltsignals erkennen, wer anruft **Seite 36**
oder macht gute Laune.



◀ **Kfz-Leistungsmesser**
Messgerät für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Motorleistung und mehr **Seite 76**

USB-PC-Datenlogger



- 2 Mess-Eingänge

- 0 bis 5 V_{DC}

- USB-Stick-Port

- Inkl. Software



Die Aufzeichnung von Messdaten über lange Zeiträume kann heute recht bequem über ein Multimeter mit PC-Schnittstelle und einen daran angeschlossenen PC erfolgen. Was aber, wenn am Messort kein PC zur Verfügung steht? Dann schlägt die Stunde der Datenlogger! Unser neuer USB-Datenlogger muss zum Konfigurieren und Auslesen der Daten nicht einmal mehr zum PC getragen werden – Mess- und Konfigurationsdaten sind auf einem normalen USB-Stick beliebiger Speicherkapazität speicherbar, der dann den Datentransport in beide Richtungen übernimmt. Somit arbeitet der neue PCD 300 völlig autark vom PC!

Daten sammeln in neuer Qualität

Die Anschaffung eines Messgerätes mit internem Datenlogger ist in aller Regel mit hohen Kosten verbunden, zudem ist die Speicherkapazität interner Speicherlösungen oftmals nicht ausreichend, womit die meisten dieser Datenlogger für Langzeitmessungen nicht in Frage kommen. Günstige Alternativen bieten Multimeter in Kombination mit einem PC. Hier werden die Daten nur vom Multimeter erfasst,

digitalisiert, an den PC übertragen und dort gespeichert. Ist am Arbeitsplatz kein PC vorhanden oder reicht die Akku-Laufzeit des Notebooks nicht für Langzeitmessungen, entfällt auch diese Alternative.

Die Lösung besteht nun in einem autark arbeitenden Datenlogger, der, möglichst auf mehreren Kanälen, Daten erfassen und in einem möglichst großen Speicher ablegen kann. Nach Abschluss der Erfassung schließt man dann den Datenlogger an einen PC an und liest die Daten aus. Praktischerweise konfiguriert man den

Datenlogger auch gleich per PC, bevor dieser zu seinem nächsten Einsatz kommt. Solche Geräte der ersten Generation sind die ELV-PCD 100/200 (mit RS232- bzw. USB-Schnittstelle). So praktisch diese sind, für so manchen Einsatz weisen sie zwei Mankos auf: Zum einen müssen sie zum Konfigurieren und Auslesen immer noch zum PC transportiert werden. Das ist bei manchen Anwendungen, bei denen der Datenlogger quasi ortsfest an seinem Einsatzort angeschlossen bleiben sollte, äußerst lästig, wenn nicht unmöglich. Zum anderen ist

Technische Daten: PCD 300	
Mess-Eingang 1	
Spannungsbereich/ Auflösung:	0–5 V _{DC} /20 mV
Genauigkeit:	1 % ± 20 mV*
Abtastrate:	50 ms – 60 s
Eingangsimpedanz:	1,2 MΩ
Mess-Eingang 2	
Spannungsbereich/ Auflösung:	0–5 V _{DC} /1 mV
Genauigkeit:	0,5 % ± 1 mV*
Abtastrate:	200 ms – 60 s
Eingangsimpedanz:	1,1 MΩ
Allgemein	
Schnittstelle:	USB
Spannungsversorgung:	9–12 V _{DC} /max. 15 VA
Stromaufnahme im Stand-by-Betrieb:	40 mA
Max. Stromaufnahme:	150 mA
Abmessungen (B x H x T):	80 x 150 x 30 mm
Betriebssystem:	MS Windows 98/2000/ XP
* Die Genauigkeiten hängen direkt vom Abgleich ab und können nur nach einem exakten Abgleich eingehalten werden.	

auch der Speicherplatz dieser Geräte durch den fest installierten Speicher begrenzt, so ist etwa beim PCD 200 bei immerhin sehr akzeptablen 270.000 Messungen Schluss! Dass das in der Praxis mitunter lange nicht ausreicht, zumal bei der Erfassung auf gleich zwei Messkanälen, liegt bei vielen heutigen Erfassungsvorgängen auf der Hand.

Eine flexible Lösung musste her! So entstand der hier vorgestellte PCD 300. Er braucht niemals, nicht einmal zum Abgleich, an einen PC angeschlossen zu werden, denn er benutzt einen der heute in rasant steigender Kapazität verfügbaren, preiswerten USB-Speichersticks als Speichermedium und zum Datentransport in beide Richtungen. Und eine intelligente Firmware ermöglicht den autarken Abgleich, der lediglich eine genaue Referenzspannung erfordert. Durch die stetig wachsenden Kapazitäten der USB-Sticks bei ständig fallenden Preisen erhält man hier eine äußerst flexible, leistungsfähige und zudem preiswerte Speicherlösung.

Der PCD 300 bietet die Möglichkeit, auf zwei Kanälen Gleichspannungen von 0 V bis 5 V zu messen, zu digitalisieren und auf dem USB-Stick zu speichern.

Der PCD 300 ist zur Anpassung an die individuelle Messaufgabe hinsichtlich der Kanaleinstellung, der Abtastrate und der Triggerbedingungen einfach über die mitgelieferte PC-Software konfigurierbar.

Die programmierte Konfiguration wird auf dem USB-Stick gespeichert und beim Anschluss an den PCD 300 übernommen. Das Abspeichern der Messwerte erfolgt in einer „.slk“-Datei, die von gängigen Tabellenkalkulations-Programmen (z. B. Microsoft Excel) auswertbar ist. Mit einem solchen Programm sind die Daten auch als Grafik visualisierbar.

Häufig treten Fehler in einer Schaltung in unregelmäßigen Abständen auf, so dass sich die Fehlersuche hier in vielen Fällen sehr schwierig gestaltet. Mit dem PCD 300 kann man bis zu zwei Spannungen über einen langen Zeitraum beobachten und auswerten, so dass die Analyse eventueller Fehler einfacher wird.

Jedoch ist der Anwendungsbereich für den PC-Datenlogger noch viel größer, denn mittels entsprechender Messwandler sind auch andere physikalische Größen wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck, Strom erfass-

bar. Ein entsprechender Messwandler muss lediglich die zu messende Größe in eine Spannung von 0 V bis zu 5 V umsetzen.

Zusätzlich bietet der PCD 300 einen Trigger, der die Speicherung der Messwerte automatisch startet, sobald die festgelegte Triggerspannung über- bzw. unterschritten wird. Die Trigger-Parameter sind über die PC-Software konfigurierbar. Somit ist der Datenlogger auch ereignisorientiert einsetzbar.

Software-Installation

Zunächst ist die PC-Software auf einem Rechner mit USB-Schnittstelle zu installieren. Hierzu wird das Installationsprogramm „setup.exe“ von der mitgelieferten CD-ROM gestartet und somit das Anwendungsprogramm auf dem Rechner installiert.

Zum Konfigurieren bzw. Auslesen von Daten ist der USB-Stick an einen freien USB-Port des Rechners anzuschließen.

Er erscheint kurz danach als zusätzliches Laufwerk auf dem Desktop.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung am Gerät wird über zwei Tasten (EIN/AUS; START/STOPP) vorgenommen, die beiden LEDs (Rot = Betrieb, Grün = aktiv) signalisieren den Status des Gerätes.

Die notwendige Konfiguration erfolgt einfach und unkompliziert über die zugehörige PC-Software und macht daher zusätzliche Bedienelemente überflüssig. Die Einstellungen sind übersichtlich im Hauptfenster der Anwendung (Abbildung 1) vorzunehmen.

Nach dem Start des Programms werden zunächst die Grundeinstellungen, d. h. die Auswahl von Kanal und Abtastrate, vorgenommen. Hier zeigen sich Unterschiede zwischen den beiden Kanälen:

Kanal 1 → 20 mV Auflösung,
Abtastrate max. 0,05 s

Kanal 2 → 1 mV Auflösung,
Abtastrate max. 0,2 s

Jetzt kann man die Triggerfunktion durch Anklicken des entsprechenden Feldes aktivieren. Hierdurch werden die Einstellungen der Triggerspannung und -flanke freigeschaltet. Bei eingeschaltetem Trigger erfolgen nach dem Start des Datenloggers die Messungen des anliegenden Signals mit der programmierten Abtastrate, jedoch werden die gemessenen Daten nicht abgespeichert. Sobald die Spannung des Eingangssignals den eingestellten Wert der Triggerspannung über- (steigend) bzw. unterschreitet (fallend), werden die in der Folge erfassten Messwerte im Datenspeicher abgelegt. Diese Funktion ist bei der Fehlersuche sehr hilfreich, so dass z. B. die Datenaufnahme erst beim Absinken der Betriebsspannung eines Gerätes gestartet (getriggert) wird.

In das Eingabefeld „Zieldatei“ kann man

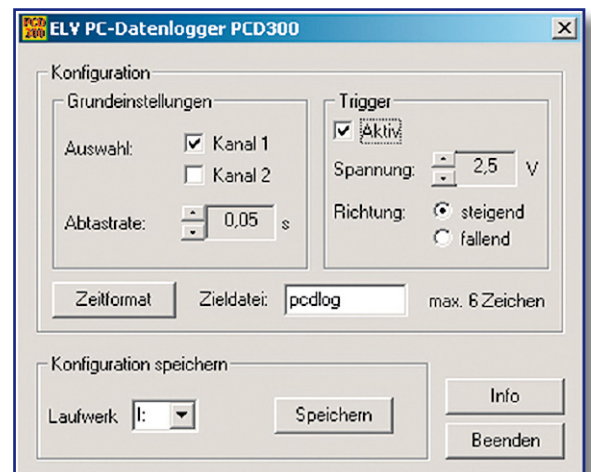


Bild 1:
Das Hauptfenster
der PC-Software

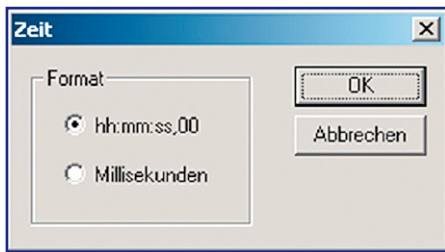


Bild 2: Die Zeitformat-Einstellung

den Namen der „slk“-Datei eingeben. Bei jedem Starten einer Messung wird eine neue Datei mit dem angegebenen Dateinamen und einer laufenden Nummer erzeugt.

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „Speichern“ wird eine Konfigurationsdatei auf dem ausgewählten Laufwerk (USB-Stick) gespeichert. Das war’s – nun kann man den USB-Stick vom PC trennen und an den PCD 300 anstecken.

Vorher muss der Datenlogger jedoch durch einen kurzen Tastendruck der EIN/AUS-Taste eingeschaltet werden. Der Datenlogger initialisiert nun die USB-Schnittstelle, dies wird durch die blinkende rote LED signalisiert. Ist die Initialisierung abgeschlossen, leuchtet die rote LED dauerhaft, die grüne LED blinkt. Nun kann der USB-Stick angesteckt werden. Es folgt die Initialisierung des USB-Sticks und das Auslesen der Konfigurationsdatei. Je nach Speicherkapazität und verwendetem Dateisystem (FAT16 oder FAT32) kann dies einige Sekunden dauern. Nach erfolgreichem Abschluss erlischt die grüne LED.

Die Konfigurationsdaten werden zusätzlich im internen EEPROM des Datenlogger-Mikrocontrollers gespeichert und stehen damit auch zur Verfügung, wenn der angeschlossene USB-Stick keine Konfigurationsdatei enthält. Bei gleich bleibenden Rahmenbedingungen muss also in der Folge

nicht zwingend eine Konfigurationsdatei vorhanden sein – das macht die Handhabung einfacher.

Die Messung kann jetzt am PC-Datenlogger durch einen kurzen Tastendruck der START/STOPP-Taste gestartet werden. Auf dem USB-Stick wird nun eine neue Datei erstellt und geöffnet. Die grüne „Aktiv“-LED zeigt den Status der Datenaufnahme an. Solange diese LED blinkt, ist bei aktivem Trigger die Triggerbedingung noch nicht aufgetreten und die gemessenen Daten werden noch nicht im Speicher des USB-Sticks abgelegt. Nachdem die Triggerbedingung eingetreten ist, leuchtet die LED dauerhaft und die Daten werden nun gespeichert. Bei abgeschalteter Triggerfunktion erfolgt die Speicherung der Messwerte von Beginn an, und die grüne Status-LED leuchtet von Anfang an.

Über einen langen Tastendruck der START/STOPP-Taste (ca. 2 Sekunden) wird die laufende Aufnahme beendet und die erstellte Datei geschlossen.

Sollte der USB-Stick während einer Messung oder im Stand-by-Betrieb (eingeschaltet, aber keine Messung) abgezogen werden, beginnt die grüne LED zu blinken. Wurde eine Messung durchgeführt, werden die bisher gespeicherten Messwerte verworfen, da die erstellte Datei nicht geschlossen werden konnte. Wird der USB-Stick wieder angesteckt, erfolgt eine erneute Initialisierung und der Datenlogger befindet sich im Stand-by-Betrieb.

Die Messdaten werden im „slk“-Format gespeichert und lassen sich somit leicht in tabellenverarbeitende Programme importieren. Das gewünschte Zeitformat für die Tabellendarstellung lässt sich über die Schaltfläche „Zeitformat“ einstellen. Im nun geöffneten Fenster (Abbildung 2) kann man zwischen zwei Möglichkeiten

	A	B	C
1	ELV PC-Datenlogger PCD300		
2			
3			
4	Abtastrate:	1.00 s	
5			
6	Zeit	Kanal 1	Kanal 2
7		0	0,04 0,218
8		1000	0,04 0,218
9		2000	0,04 0,207
10		3000	0,22 0,007
11		4000	0,22 0,006
12		5000	0,22 0,006
13		6000	0,12 0,106

Bild 3: Die Zeitformat-Auswahl in Millisekunden

	A	B	C
1	ELV PC-Datenlogger PCD300		
2			
3			
4	Abtastrate:	1.00 s	
5			
6	Zeit	Kanal 1	Kanal 2
7	0:00:00,00	0,04	0,218
8	0:00:01,00	0,04	0,218
9	0:00:02,00	0,04	0,207
10	0:00:03,00	0,22	0,007
11	0:00:04,00	0,22	0,006

Bild 4: Die Zeitformat-Auswahl in Stunden:Minuten:Sekunden,Millisekunden

auswählen. Zum einen ist die Zeit in Millisekunden darstellbar (Abbildung 3), im anderen Fall in „Stunden:Minuten: Sekunden,Millisekunden“ (Abbildung 4).

Ist die Messung abgeschlossen, kann der USB-Stick entfernt und die Messwerte können am PC bearbeitet werden. Sollte auf dem PC Microsoft Excel installiert sein, reicht ein Doppelklick auf die entsprechende Datei, um sie zu öffnen. Die „Rohdaten“ werden nun in einer Tabelle dargestellt. Ist nicht das Zeitformat „hh:mm:ss,00“ gewählt, so muss die Zeit-Darstellung in MS Excel angepasst werden, damit auch die Stunden in der Zeitspalte erscheinen. Hierfür ist die entsprechende Spalte zu markieren und dann im Menü „Format → Zelle“ auszuwählen. Daraufhin erfolgt im aktiven Fenster (Abbildung 5) die Auswahl der Kategorie „Benutzerdefiniert“. Der Typ wird mit „[h]:mm:ss,00“ angegeben. Nachdem man diese Einstellungen mit einem Klick auf die Schaltfläche „OK“ bestätigt hat, wird die Spalte aktualisiert und die Zeit im richtigen Format dargestellt. Diese Tabelle mit den Messdaten kann man jetzt beliebig weiterverwenden, z. B. als Grafik visualisieren lassen.

Schaltung

Die Schaltung des PC-Datenloggers ist in Abbildung 6 dargestellt. Das zentrale Bauteil der Schaltung bildet der Mikrocontroller IC 6 (ATmega168). Mit dem integrierten Analog-Digital-Umsetzer ist Kanal 1 mit einer Genauigkeit von 20 mV direkt realisierbar. Da der 2. Kanal über eine höhere Auflösung verfügen soll (1 mV), kommt ein zweiter A/D-Umsetzer zum Einsatz, der mit dem Zwei-Rampen-Verfahren (dual

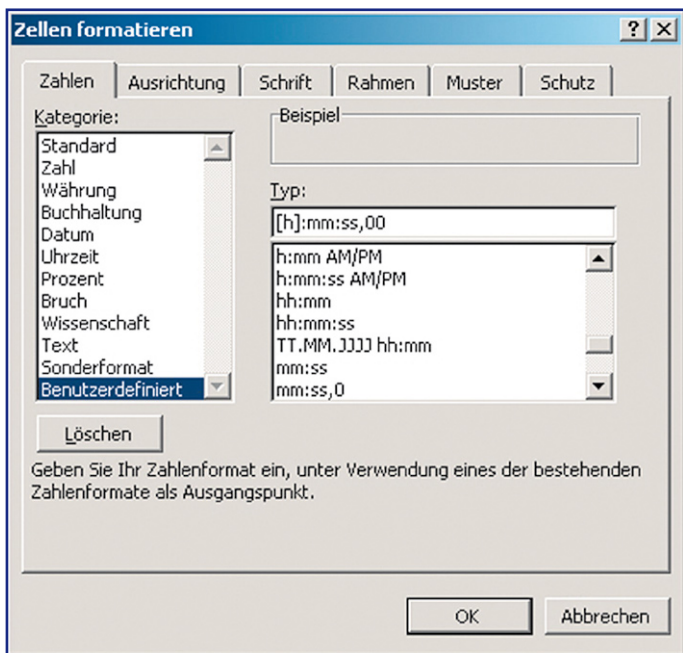
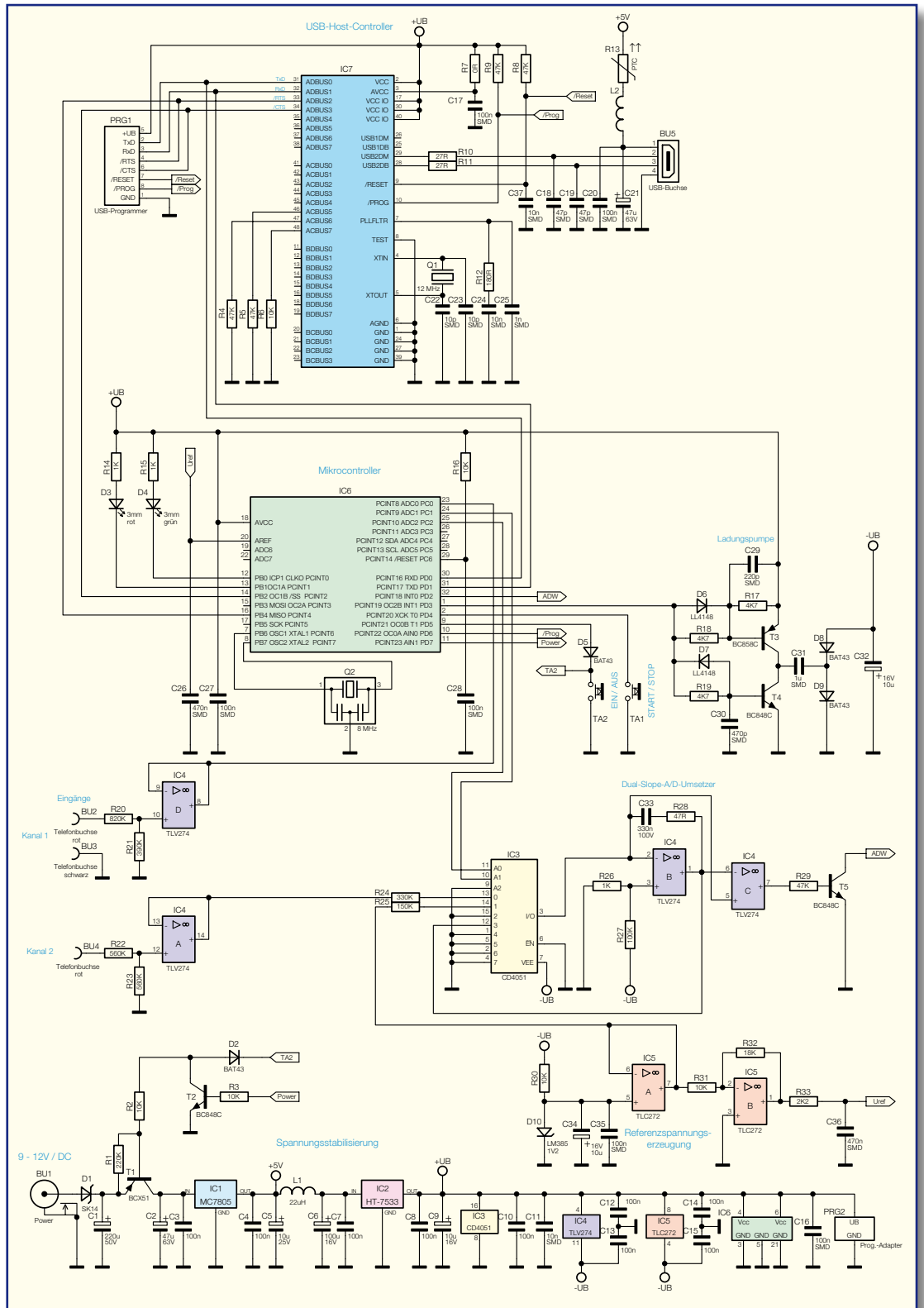


Bild 5: Die Zellenformatierung mit Microsoft Excel

Bild 6:
Das Schaltbild
des PCD 300



slope) arbeitet. Dieser besteht aus einem Analogmultiplexer (IC 3), einem Integrierer (IC 4 B) und einem Komparator (IC 4 C). Die Eingangsspannung wird über einen Spannungsteiler (R 22, R 23) durch zwei geteilt und über einen Impedanzwandler (IC 4 A) auf den Eingangsmultiplexer (IC 3) des A/D-Umsetzers gegeben. Der Impedanzwandler ist notwendig, um den Spannungsteiler während der Messung nicht zu belasten und das Messergebnis

nicht zu verfälschen. Die Referenzspannung für die Messung wird mittels D 10 auf $-1,2\text{ V}$ stabilisiert und ebenfalls über einen Impedanzwandler (IC 5 A) auf den Multiplexer geführt. Die Messspannung und die Referenzspannung werden jetzt über den Dual-Slope-A/D-Umsetzer „miteinander verglichen“. Im Ruhezustand liegt der Ausgang des Integrierers auf Massepotential. Jetzt wird die heruntergeteilte Messspannung für eine feste Zeit

($t_1 = 65,5\text{ ms}$) auf den Integrierer geschaltet, woraufhin sich die Spannung an dessen Ausgang ins Negative bewegt (Abbildung 7, Stufe 1). Jetzt wird die negative Referenzspannung aufintegriert und die Zeit (t_2) gemessen, bis der Ausgang wieder auf Massepotential liegt (Abbildung 7, Stufe 2). Aus den beiden Zeiten und der bekannten Referenzspannung wird die angelegte Spannung berechnet. Die an Kanal 1 angelegte Spannung wird

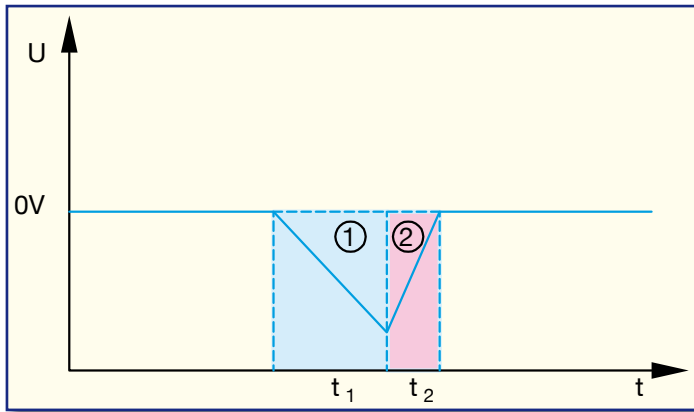


Bild 7: Das Zwei-Rampen-Verfahren der A/D-Umsetzung

ebenfalls über einen Spannungsteiler (R 20, R 21) heruntergeteilt und über einen Impedanzwandler (IC 4 D) auf den A/D-Umsetzer-Eingang (ADC 0) des Mikrocontrollers geführt. Hierfür benötigt man eine positive Referenzspannung ($U_{ref} \rightarrow 2\text{ V}$), damit der interne A/D-Umsetzer genau messen kann. Diese Spannung wird mittels eines invertierenden Verstärkers (IC 4 C) ($V = 1,8$) aus der Referenzspannung für den Dual-Slope-A/D-Umsetzer erzeugt.

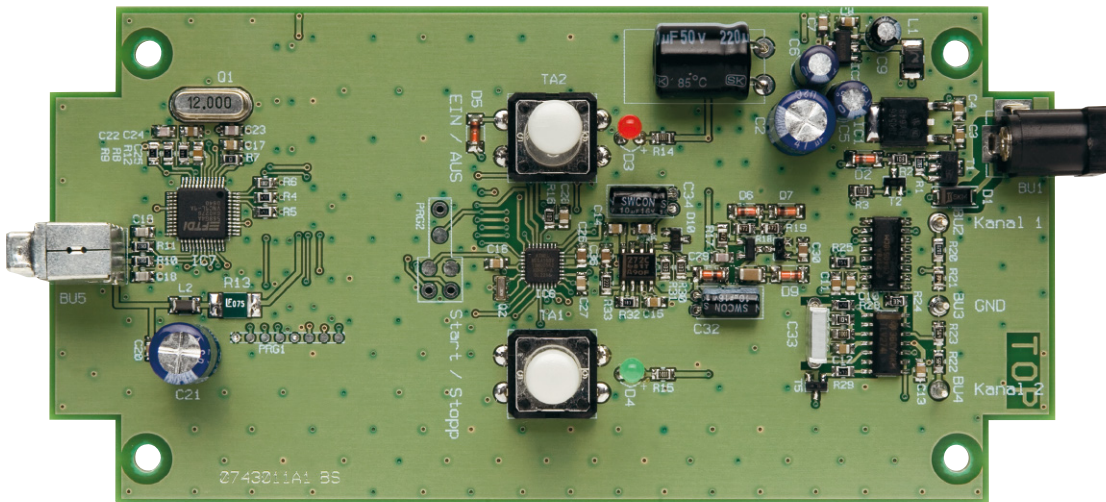
Die Betriebsspannung erhält die Schaltung über die DC-Buchse BU 1. Mit dem

Transistor T 1 kann die Betriebsspannung, also das gesamte Gerät, eingeschaltet werden. Das Einschalten erfolgt mit der EIN/AUS-Taste, im laufenden Betrieb bleibt T 5 eingeschaltet, indem der Transistor T 2 vom Mikrocontroller durchgesteuert wird. Der Spannungsregler IC 1 stabilisiert die Betriebsspannung und erzeugt die 5-V-Versorgungsspannung für die USB-Schnittstelle. Mit dem Spannungsregler IC 2 wird hieraus die Versorgungsspannung der restlichen Schaltung generiert.

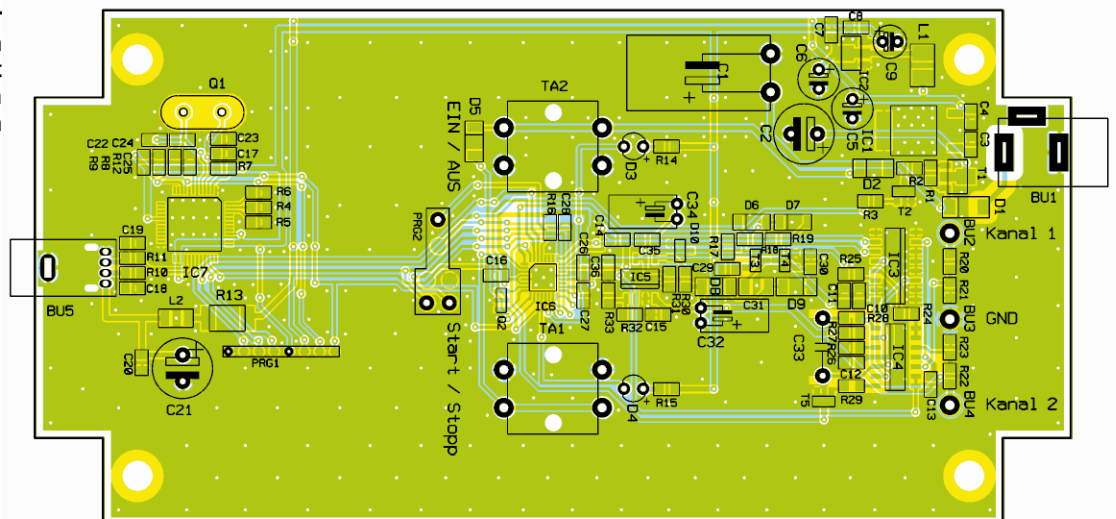
Für die Operationsverstärker IC 4 und IC 5 ist zusätzlich eine negative Versor-

gungsspannung notwendig. Bei geringem Strombedarf kann man eine negative Spannung einfach mit einer Ladungspumpe erzeugen. Hierzu gibt der Mikrocontroller an Port-Pin PD 3 ein Rechtecksignal aus, das auf eine Transistorstufe (T 3, T 4) geführt wird, die als eine Art Treiberstufe arbeitet. Das so erzeugte, niederohmig anliegende Signal wird mit Hilfe des Kondensators C 31 potentialfrei gemacht und anschließend über die Dioden D 8 und D 9 gleichgerichtet. Der Elektrolyt-Kondensator C 32 glättet diese negative Spannung.

Da die Messdaten auf einem USB-Stick gespeichert werden sollen, muss die Schaltung über einen USB-Host verfügen. Dies übernimmt der integrierte Baustein Vinculum VNC1L (IC 7) der Firma FTDI. Mit ihm ist es möglich, Mass Storage Devices wie z. B. USB-Sticks oder USB-Festplatten zu verwalten. Der VNC1L stellt einen Befehlssatz zur Verfügung, der einen Zugriff auf die Daten- und Ordnerstruktur eines FAT-Dateisystems ermöglicht. Es können Dateien und Ordner erstellt, gelöscht, gelesen oder auch geschrieben werden. Die Kommunikation zwischen USB-Host und Mikrocontroller erfolgt über eine serielle Schnittstelle.



Ansicht der fertig bestückten Platine des PCD 300 mit zugehörigem Bestückungsplan



Stückliste: PCD 300

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R7
27 Ω/SMD/0805	R10, R11
47 Ω/SMD/0805	R28
180 Ω/SMD/0805	R12
1 kΩ/SMD/0805	R14, R15, R26
2,2 kΩ/SMD/0805	R33
4,7 kΩ/SMD/0805	R17–R19
10 kΩ/SMD/0805	R2, R3, R6, R16, R30, R31
18 kΩ/SMD/0805	R32
47 kΩ/SMD/0805	R4, R5, R8, R9, R29
100 kΩ/SMD/0805	R27
150 kΩ/SMD/0805	R25
220 kΩ/SMD/0805	R1
330 kΩ/SMD/0805	R24
390 kΩ/SMD/0805	R21
560 kΩ/SMD/0805	R22, R23
820 kΩ/SMD/0805	R20
Polyswitch 1812L075-C	R13

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C22, C23
47 pF/SMD/0805	C18, C19
220 pF/SMD/0805	C29
470 pF/SMD/0805	C30

1 nF/SMD/0805	C25
10 nF/SMD/0805	C11, C24, C37
100 nF/SMD/0805	C3, C4, C7, C8, C10, C12–C17, C20, C27, C28, C35
330 nF/100 V	C33
470 nF/SMD/0805	C26, C36
1 µF/SMD/1206	C31
10 µF/16 V	C9, C32, C34
10 µF/25 V	C5
47 µF/63 V	C2, C21
100 µF/16 V	C6
220 µF/50 V	C1

Halbleiter:

MC7805CDT/SMD	IC1
HT7533/SMD	IC2
CD4051/SMD	IC3
TLV274/SMD	IC4
TLC272/SMD	IC5
ELV07677/SMD/ Hauptcontroller	IC6
ELV07678/SMD/ USB-Host-Controller	IC7
BCX51/SMD	T1
BC848C	T2, T4, T5
BC858C	T3
SK14/SMD	D1

BAT43/SMD	D2, D5, D8, D9
LL4148	D6, D7
LM385M3-1,2 V/SMD	D10
LED, 3 mm, Rot	D3
LED, 3 mm, Grün	D4

Sonstiges:

Quarz, 12 MHz, HC49U4	Q1
Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q2
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA	L1
Chip-Ferrit, 1206, 80 Ω bei 100 MHz	L2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Telefonbuchse, 4 mm, Rot	BU2, BU4
Telefonbuchse, 4 mm, Schwarz	BU3
USB-A-Buchse, winkelprint, gerade	BU5
Lötstift mit Lötöse	BU3–BU5
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1, TA2
2 Tastknöpfe, 18 mm	TA1, TA2
4 Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse, Typ G443, kpl., bearbeitet und bedruckt, Hellgrau	
1 CD PCD-300-Software	

Nachbau

Aufgrund des hohen Anteils an SMD-Komponenten, die bereits alle werkseitig bestückt worden sind, beschränkt sich der Nachbau auf das Bestücken der bedrahteten Bauteile und den Einbau in das Gehäuse. Die Anschlüsse der bedrahteten Bauelemente werden durch die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und auf der Platinenrückseite verlötet. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren und den Leuchtdioden ist auf die richtige Polung zu achten. Elkos sind dabei üblicherweise am Minus-Pol durch eine Gehäusemarkierung gekennzeichnet. Die Katode der LEDs ist durch den jeweils kürzeren Anschluss zu erkennen. Die LEDs sind in einem Abstand von ca. 23,5 mm zwischen Spitze und der Oberfläche der Leiterplatte einzulöten. Im Anschluss daran werden die beiden Taster und die beiden Buchsen (BU 1, BU 5) an ihrem Platz montiert und verlötet. Hier ist besonders darauf zu achten, dass deren Gehäuse direkt auf der Leiterplatte aufliegen, so dass die mechanische Beanspruchung der Lötstellen so gering wie möglich ist.

Bevor die Schaltung in das Gehäuse eingebaut wird, sollte man die gesamte Leiterplatte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken untersuchen. Die Lötösen für BU 2 bis BU 4 werden parallel zur kurzen Seite der Leiterplatte eingelötet und die Kappen auf die beiden

Taster gepresst. Nun wird die Leiterplatte in die untere Halbschale des Gehäuses eingelegt und verschraubt. Im Anschluss daran werden die Telefonbuchsen in die Stirnplatte eingesetzt und mit der Kontermutter befestigt. Es ist darauf zu achten, dass BU 3 mit einer schwarzen und BU 2 bzw. BU 4 mit einer roten Buchse bestückt werden. Nun wird die Stirnplatte eingesetzt und die Lötanschlüsse der Telefonbuchsen werden mit reichlich Lötzinn direkt mit den Ösen verbunden.

Danach wird die obere Halbschale so aufgelegt, dass die beiden Tasterstößel und die LEDs durch die zugehörigen Bohrungen der Oberschale ragen. Nun erfolgt das Verschrauben des Gehäuses mit den vier Gehäuseschrauben.

Inbetriebnahme und Abgleich

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil, das an die DC-Buchse des Gerätes angeschlossen wird und eine Gleichspannung zwischen 8 und 12 V liefern muss. Zunächst wird der Datenlogger mit der Betriebsspannung verbunden und die Stromaufnahme des Gerätes geprüft. Nach dem Einschalten muss die gemessene Stromstärke geringer sein als die in den technischen Daten angegebene maximale Stromaufnahme.

Jetzt folgt der Abgleich der beiden Kanäle, für den eine sehr präzise 5-V-Referenzspannung notwendig ist. Die spätere

Messgenauigkeit hängt direkt von der sorgfältigen Durchführung dieses Abgleichs ab. Nach einem ungenauen Abgleich kann der PC-Datenlogger die in den technischen Daten angegebenen Toleranzen nicht einhalten. Um den Abgleich zu starten, wird im ausgeschalteten Zustand die START/STOPP-Taste gedrückt und festgehalten und dann der EIN/AUS-Taster betätigt. Die START/STOPP-Taste bleibt dabei weiterhin gedrückt. Nach etwa 5 Sekunden beginnt die grüne LED zu leuchten. Im ersten Schritt sind beide Mess-Eingänge über kurze Leitungen mit der GND-Buchse zu verbinden, um den Offset des Analog-Digital-Umsetzers auszumessen. Sobald die Verbindungen hergestellt sind, kann man die Messung mit einem Druck der START/STOPP-Taste starten. Nachdem dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen ist, erlischt die grüne LED und die rote LED beginnt zu leuchten.

Nun sind beide Eingänge mit der 5-V-Referenzspannung zu verbinden. Auch hier wird die Messung wieder durch einen kurzen Druck auf die START/STOPP-Taste gestartet.

Nachdem auch dieser Abgleichsschritt erfolgreich abgeschlossen ist, leuchten beide LEDs für eine Sekunde auf und der PCD 300 schaltet sich ab. Der Abgleich kann kontrolliert werden, indem man eine Messreihe, wie unter „Bedienung und Funktion“ beschrieben, aufnehmen und auslesen lässt.



Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50

Dank Prozessorsteuerung und vielen zusätzlichen Features bietet die Komfort-Lötstation LS 50 hohen Lötcomfort zu einem äußerst günstigen Preis. Drei verschiedene Temperaturen können vorprogrammiert werden und sind jederzeit schnell per Tastendruck abrufbar. Nun steht diese Lötstation auch als ARR-Bausatz zur Verfügung.

Allgemeines

Eine leistungsfähige Lötstation gehört zur Grundausstattung eines Elektronik-Labors. Auch die Umstellung von bleihaltigem auf bleifreies Lötzinn ist mit einer elektronisch geregelten Lötstation kein Problem. Neben den Fähigkeiten des Anwenders ist die eingesetzte Löttechnik für die Qualität von Lötstellen entscheidend.

Die Lötstation LS 50 ist für alle Lötaufgaben im Elektronikbereich konzipiert und bietet beste Voraussetzungen für Lötstellen in hervorragender Qualität. Alle wichtigen Parameter werden auf einem großen Multifunktions-Display angezeigt.

Die genaue Temperatureinstellung ist komfortabel mit Up-/Down-Tasten möglich und bis zu drei vorprogrammierte Temperaturen sind schnell per Tastendruck abrufbar. Wird ein Speicherplatz für eine einstellbare Stand-by-Temperatur (z. B. 150 °C) genutzt, können die anderen beiden Temperaturspei-

cherplätze für verschiedene Lötaufgaben, wie z. B. das Löten auf der Leiterplatte oder das Verlöten von Abschirmgehäusen, genutzt werden. Ein weiteres interessantes Feature ist die Stand-by-/Auto-Power-off-Funktion. Nach Ablauf der programmierten Zeiten stellt die LS 50 automatisch die vor-

programmierte Stand-by-Temperatur ein bzw. schaltet sich ganz ab. Die Stand-by- und Abschaltzeit ist in 5-Minuten-Schritten bis max. 9:55 h einstellbar. Wird das Abschalten des Lötkolbens, z. B. über Nacht, vergessen, werden mit dieser Sicherheitsfunktion die Gefahren deutlich reduziert.

Technische Daten: LS 50

Löttemperatur:	150 °C bis 450 °C
Auflösung:	1 °C
Anzeige:	LC-Display mit Bargraph-Leistungsanzeige
Programmierbare Temperaturen:	3
Programmierbare Sonderfunktionen:	Stand-by, Auto-Power-off
Potentialausgleich Anschluss:	4-mm-Buchse
LötKolben:	24 V/48 W
Spannungsversorgung:	230 V/50 Hz/70 VA
Sicherung:	1 A (von außen zugänglich)
Abm. Station (B x H x T):	110 x 120 x 135 mm
Abmessungen Kolben:	200 x 30 mm

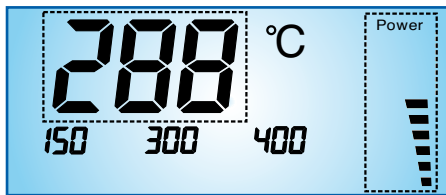


Bild 1: Hauptanzeige und Power-Bar-graph

Die LS-50-Lötstation ist mit einem leistungsfähigen 48-W-LötKolben ausgestattet. Durch einen ausgefeilten Regelalgorithmus wird die Soll-Temperatur schnell erreicht und es stehen ausreichende Leistungsreserven zur Verfügung. Der aktuelle Temperatur-Ist-Wert wird über einen integrierten Temperatursensor ermittelt und der Prozessor regelt dann die Leistung des Kolbens je nach Bedarf.

Lötspitzen lassen sich leicht durch Lösen einer Schraubverbindung wechseln und der ergonomisch geformte Griff des Kolbens liegt gut in der Hand.

Verschiedene zur Verfügung stehende Lötspitzen eröffnen weitreichende Einsatzgebiete.

Zum Potentialausgleich steht an der Frontseite eine 4-mm-Buchse zur Verfügung. Damit sind auch Lötarbeiten an kritischen Komponenten möglich.

Alle wichtigen Parameter werden übersichtlich auf einem großen LC-Multifunktions-Display angezeigt, wobei die Darstellung der Ist-Temperatur mit besonders großen Digits erfolgt. Die drei vorprogrammierten Temperaturen sind gleichzeitig auf einen Blick zu sehen.

Einen guten Überblick über die dem LötKolben zugeführte Heizleistung verschafft eine zusätzliche Bargraph-Anzeige.

Der Anwender ist damit genau über die LötKolbenauslastung informiert. Mit Hilfe des Schalters „Netz“ schaltet man die Lötstation ein, woraufhin der Prozessor einen Segmenttest durchführt, d. h. alle 108 Segmente sind für ca. 2 Sekunden eingeschaltet. Es schließt sich die Aufheizphase an, bis die vor dem letzten Ausschalten aktive Soll-Temperatur erreicht ist. Neben der Anzeige der aktuellen Temperatur in der Hauptanzeige informiert die Bargraph-Anzeige „Power“ (abschaltbar) über die dem LötKolben zugeführte Heizleistung (Abbildung 1). Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird diese konstant gehalten.

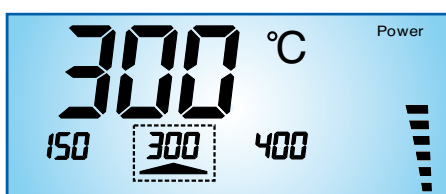


Bild 2: Programmierte Temperatur T 2 ist aktiv

Temperatureinstellung per „+“/„-“-Taste

Die Einstellung der Soll-Temperatur kann u. a. mit Hilfe der Temperatur-Tasten „+“ und „-“ erfolgen.

Sobald eine dieser Tasten betätigt wird, schaltet die Hauptanzeige des Displays, (Abbildung 1) auf die Anzeige der Soll-Temperatur um. Diese wird jetzt bei jeder Betätigung in 1°-Schritten verändert. Hält man die Taste gedrückt, wird die Soll-Temperatur kontinuierlich zunächst in 1°-Schritten verändert, bis nach einer Veränderung um 10 Digit die Veränderung in 10°-Schritten erfolgt. Ist der gewünschte Wert eingestellt, lässt man die Taste los.

Die Hauptanzeige schaltet nach ca. 3 Sekunden wieder auf die Anzeige der Ist-Temperatur um.

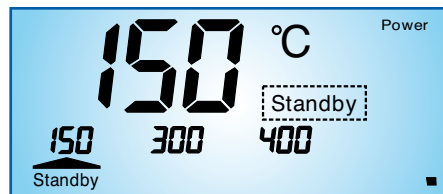


Bild 3: Stand-by-Funktion

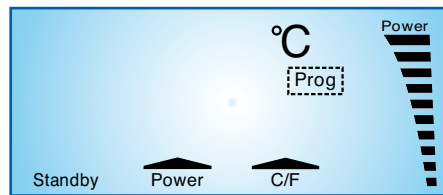


Bild 4: Programmiermodus

Programmierte Temperaturen

Besonderen LötKomfort bieten die programmierten Löttemperaturen, d. h. für verschiedene Lötarbeiten lassen sich die entsprechenden Temperaturen schnell per Tastendruck auswählen. Im Auslieferungszustand sind folgende Temperaturen programmiert: 150 °C, 300 °C und 400 °C.

Die programmierten Temperaturen sind oberhalb der Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ im Display dargestellt. Durch Betätigung einer dieser Tasten wird die entsprechende Temperatur als Soll-Temperatur herangezogen. Nach dem Tastendruck erscheint sie für ca. 3 Sekunden in der Hauptanzeige, bevor diese wieder die Ist-Temperatur anzeigt.

Ein Pfeil oberhalb der Taste signalisiert im Display die Aktivierung der programmierten Temperatur, wie in Abbildung 2 zu sehen.

Veränderung der programmierten Temperaturen

Sind andere programmierte Temperaturen gewünscht, lassen sich diese leicht

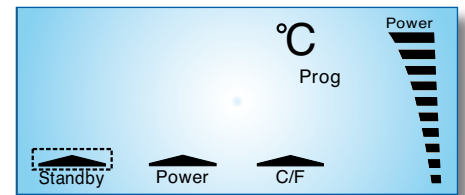


Bild 5: Stand-by-Funktion aktiviert

verändern. Die Taste unterhalb der zu verändernden Temperatur (T 1, T 2, T 3) wird gedrückt und gehalten.

Währenddessen ist die Temperatur mit den Tasten „+“ und „-“ veränderbar. Nach Loslassen der Tasten ist der neue Temperaturwert abgespeichert.

Manuelle Stand-by-Funktion

Gerade bei längeren LötPausen ist es sinnvoll, die Temperatur des LötKolbens abzusenken, um den Energieverbrauch zu verringern und die Lötspitze zu schonen. Dazu kann die Taste „T 1“ zur Stand-by-Taste umprogrammiert werden, d. h. beim Betätigen wird auf die programmierte Temperatur „T 1“ abgesenkt. Dies wird im Display durch das Segment „Stand-by“ gekennzeichnet, siehe Abbildung 3. Bei nochmaligem Betätigen wird die vorherige Soll-Temperatur wieder aktiviert.

Im Auslieferungszustand ist die manuelle Stand-by-Funktion nicht aktiviert. Soll sie genutzt werden, ist die LS 50 zunächst in den Programmiermodus zu setzen, indem die Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ gleichzeitig gedrückt werden. Jetzt befindet sich die LS 50 im Programmiermodus, was durch das Segment „Prog“, siehe Abbildung 4, signalisiert wird.

Die manuelle Stand-by-Funktion schaltet man ein, indem im Programmiermodus die Taste „T 1“ gedrückt wird. Das Pfeilsegment über der Taste erscheint, siehe Abbildung 5. Nochmaliges Drücken von „T 1“ schaltet die Funktion wieder aus und das Pfeilsegment verschwindet. 3 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung verlässt die LS 50 automatisch den Programmiermode und kehrt zur normalen Anzeige zurück.

Zeitgesteuerte Stand-by-Funktion

Bei der zeitgesteuerten Stand-by-Funktion erfolgt die Absenkung der Temperatur

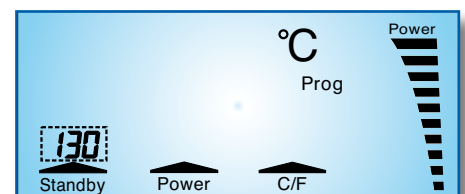


Bild 6: Stand-by-Zeit: 1 Stunde, 30 Minuten

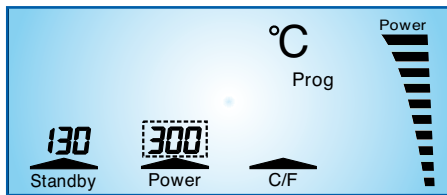


Bild 7: Power-off-Zeit: 3 Stunden

automatisch nach Ablauf einer programmierbaren Zeit. Diese Zeit bezieht sich auf den Zeitpunkt der letzten Tastenbetätigung.

Wurde die Stand-by-Zeit z. B. auf eine Stunde programmiert, geht die Lötstation 1 Stunde nach dem letzten Tastendruck in den Stand-by-Mode. Eine Betätigung einer beliebigen Taste hebt den Stand-by-Modus wieder auf.

Im Auslieferungszustand ist die zeitgesteuerte Stand-by-Funktion nicht aktiv. Soll sie aktiviert werden, ist die LS 50 zunächst durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ in den Programmiermode zu setzen, was durch das Segment „Prog“, in Abbildung 4 zu sehen, signalisiert wird.

Die zeitgesteuerte Stand-by-Funktion schaltet man ein, indem im Programmiermodus die Taste „T 1“ gedrückt und gehalten wird. Mit den Tasten „+“ und „-“ kann jetzt die Stand-by-Zeit in 5-Minuten-Schritten bis max. 9:55 h eingestellt werden, siehe Abbildung 6.

Wird die Zeit auf 0 gestellt, ist die zeitgesteuerte Stand-by-Funktion wieder ausgeschaltet und die Zeitanzeige erlischt. 3 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung verlässt die LS 50 automatisch den Programmiermodus, nach Aus- und erneutem Einschalten ist die Funktion aktiviert.

Auto-Power-off-Funktion

Es ist ebenfalls möglich, die LS 50 so zu programmieren, dass der Lötkolben nach einer programmierbaren Zeit automatisch abgeschaltet wird. Die LS 50 signalisiert dies durch die Einblendung „OFF“ in der Hauptanzeige.

Eine Betätigung einer beliebigen Taste hebt den Power-off-Modus wieder auf.

Im Auslieferungszustand ist die Power-off-Funktion nicht aktiv. Soll sie genutzt werden, ist die LS 50 zunächst durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ in den Programmiermode zu setzen. Das Segment „Prog“ signalisiert diesen Betriebsmode (siehe Abbildung 4).

Die Power-off-Funktion wird aktiviert, indem man im Programmiermodus die Taste „T 2“ drückt und hält. Mit den Tasten „+“ und „-“ kann jetzt die Power-off-Zeit in 5-Minuten-Schritten bis max. 9:55 h eingestellt werden (Abbildung 7).

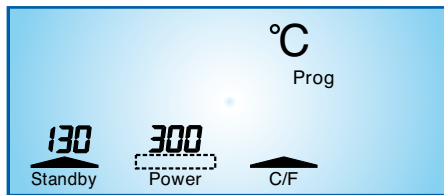


Bild 8: Power-Bargraph abgeschaltet

Wird die Zeit auf 0 gestellt, ist die Power-off-Funktion wieder ausgeschaltet und die Zeitanzeige erlischt.

3 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung verlässt die LS 50 automatisch den Programmiermodus, nach Aus- und erneutem Einschalten ist die Funktion aktiviert.

Power-Bargraph abschalten

Die Bargraph-Anzeige „Power“ ist abschaltbar. Dazu ist die LS 50 zunächst durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ in den Programmiermode zu setzen (siehe Abbildung 4).

Durch Drücken der Taste „T 2“ ist der Power-Bargraph abschaltbar, das Pfeilsegment über der Taste erlischt, siehe Abbildung 8. Ein nochmaliges Drücken der Taste „T 2“ schaltet die Bargraph-Anzeige wieder ein. 3 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung verlässt die LS 50 den Programmiermode.

Umschaltung zwischen °C und °F

Ist die Temperaturanzeige in °F gewünscht, muss die LS 50 zunächst durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „T 1“, „T 2“ und „T 3“ in den Programmiermode gesetzt werden (siehe Abbildung 4). Durch Drücken der Taste „T 3“ erfolgt die Umschaltung der Temperaturanzeigen auf °F, das Pfeilsegment über der Taste erlischt, wie in Abbildung 9 zu sehen. Ein nochmaliges Drücken der Taste „T 3“ schaltet zurück auf die °C-Anzeige. 3 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung verlässt die LS 50 den Programmiermode.

Schaltung

Das Schaltbild der Komfort-Lötstation LS 50 ist in Abbildung 10 dargestellt, wobei sich der Schaltungsaufwand dank Mikroprozessorsteuerung in Grenzen hält. Zentrales Bauelement ist der Single-Chip-Mikrocontroller IC 1, der direkt mit dem im oberen Bereich des Schaltbildes dargestellten LC-Display verbunden ist.

Zur Speicherung der Abgleichdaten, der programmierten Löttemperaturen und der programmierten Sonderfunktionen dient ein externes EEPROM (IC 2), das über den I²C-Bus (SDA, Pin 5, und SCL, Pin 6) mit dem Mikrocontroller kommuniziert. R 1 an

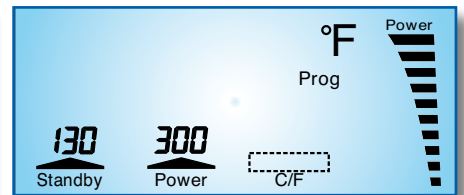


Bild 9: Temperaturanzeige in °F

der Datenleitung dient dabei als Pull-up.

Die Bedientasten des Gerätes (TA 1 bis TA 5) sind direkt mit den zugehörigen Port-Pins des Mikrocontrollers verbunden. Da der Controller über interne Pull-up-Widerstände verfügt, ist keine weitere externe Beschaltung erforderlich.

Der Taktoszillator des Controllers ist an Pin 11 und Pin 12 extern zugänglich und mit dem Quarz Q 1 und den beiden Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Die Widerstände R 2 bis R 4 sowie die beiden Elkos (C 5, C 6) sorgen für den richtigen Display-Kontrast.

Für einen definierten Power-on-Reset im Einschaltmoment der Lötstation ist der Kondensator C 3 verantwortlich.

Im unteren Bereich des Schaltbildes ist die Temperaturmessung mit nachgeschaltetem A/D-Wandler dargestellt. Zur Temperaturerfassung ist im Lötkolben ein Thermoelement integriert.

Mit IC 3 B wurde ein Differenzverstärker realisiert, der die am Thermoelement anliegende, temperaturabhängige Spannung um den Faktor 120 verstärkt. Die Kondensatoren C 8 bis C 10 dienen dabei zur hochfrequenten Störunterdrückung und verhindern Schwingneigungen.

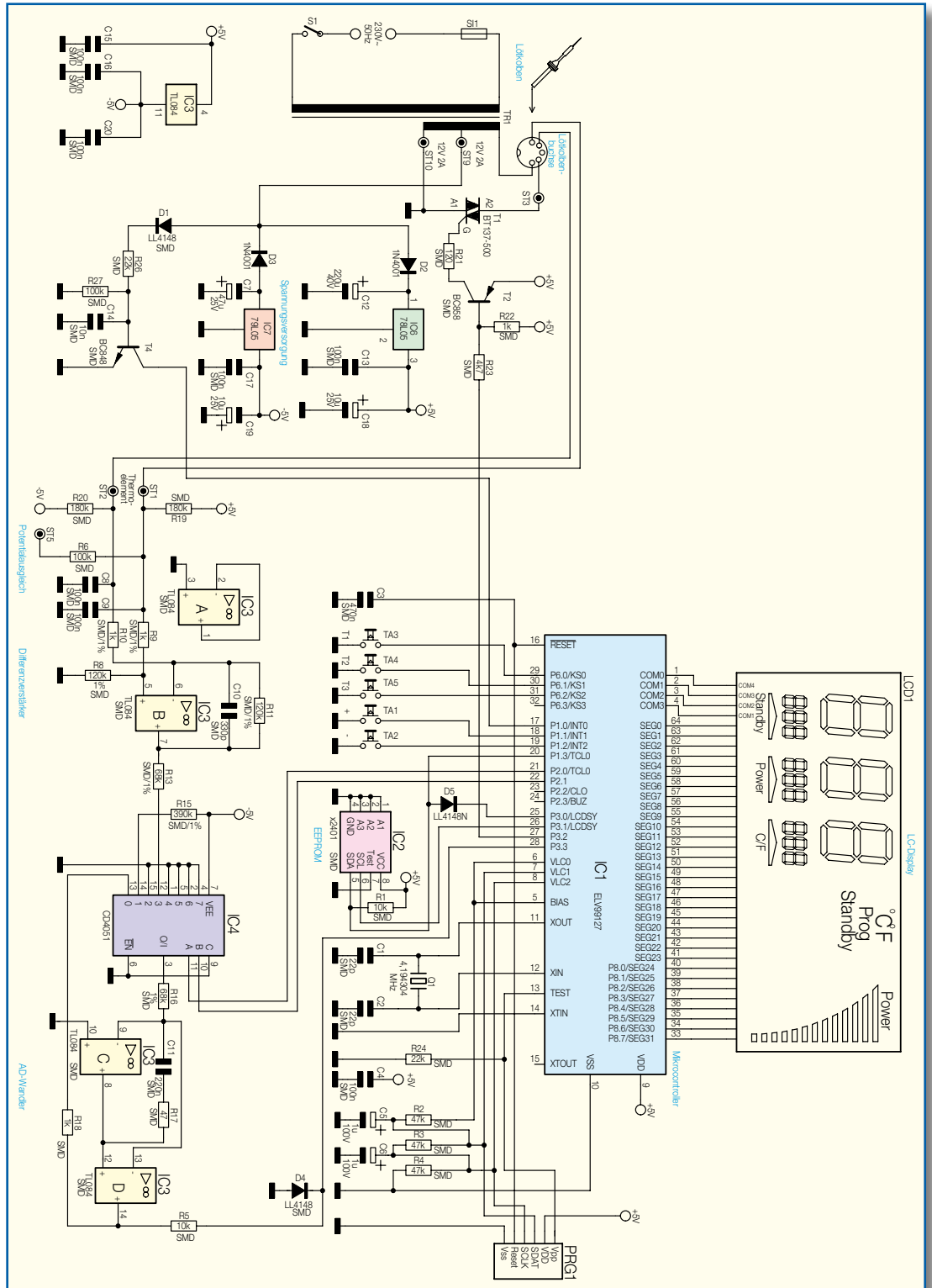
Am Ausgang von IC 3 B (Pin 7) steht dann das Temperatursignal mit ausreichender Amplitude zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

Bei dem mit IC 3 C, D und IC 4 aufgebauten A/D-Wandler handelt es sich um einen Dual-Slope-Wandler mit hoher Auflösung und Linearität. Die Genauigkeit wird durch den später durchzuführenden Abgleich bestimmt.

Das Grundprinzip des Wandlers basiert darauf, dass die Referenzspannung und die Messspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben. An dem mit IC 3 C mit externen Komponenten aufgebauten Integrator wird zuerst über IC 4 die Messspannung angelegt. R 13 und R 16 bilden dabei den Integrationswiderstand. Danach wird über R 15, R 16 die Referenzspannung, in unserem Fall -5 V, zugeführt. Die Zeit, bis der Ausgang des Komparators IC 3 D den Logikpegel wechselt, ist dann proportional zum Messwert.

Über R 5 ist IC 3 D, Pin 14 mit Port P 3.3 des Mikrocontrollers IC 1 verbunden. Negative Spannungen am Mikrocontroller-Port werden mit Hilfe der Diode D 4 verhindert. Über den Schalter S 1 und

Bild 10:
Schaltung der LS 50



die Netz-Feinsicherung SI 1 gelangt die 230-V-Netz-Wechselspannung auf den 48-VA-Netztransformator TR 1.

Sekundärseitig steht eine 24-V-Wicklung mit Mittelanzapfung zur Verfügung. Die wesentliche Belastung stellt dabei der Löt-kolben dar, während der Spannungsabgriff nur sehr gering belastet wird.

Hier werden mit Einweg-Gleichrichterschaltungen die Spannungen für die Steuerelektronik gewonnen. Die mit D 2, C 12 aufgebaute Einweg-Gleichrichterschaltung versorgt den Eingang des Po-

sitiv-Spannungsreglers IC 6 und D 3, C 7 den Negativ-Regler IC 7 mit der negativen Eingangsspannung.

Ausgangsseitig stehen dann ± 5 V zur Versorgung der elektronischen Komponenten zur Verfügung.

Während C 18 und C 19 zur Pufferung dienen und Schwingneigungen an den Spannungsreglerausgängen verhindern, werden hochfrequente Störeinflüsse mit C 13 und C 17 unterdrückt.

Die Phasenlage der Netzspannung wird mit T 4 und externer Beschaltung

ermittelt. Der mit einem internen Pull-up-Widerstand versehene Port-Pin P 1.0 des Mikrocontrollers ist direkt mit dem Kollektor des Transistors T 4 verbunden. Die Leistung des Löt-kolbens wird im Phasenanschnittverfahren mit Hilfe des Triacs T 1 gesteuert. Über T 2 erhält der Triac das Steuersignal von Port 3.2 des Mikrocontrollers.

Im nächsten Teil des Artikels beschreiben wir detailliert und anschaulich den kompletten Aufbau der LS 50 als ARR-Bausatz.



Mini-Gong-Schaltung

Wir stellen eine einfache und preiswerte Gong-Schaltung vor, die auf einem sehr vielseitig einsetzbaren Soundgeneratorchip basiert. Durch den weiten Betriebsspannungsbereich und den niedrigen Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb ist die Schaltung auch für den Batteriebetrieb geeignet. Die Auslösung des Gong-Signals kann sowohl über einen Taster als auch über eine externe Triggerspannung erfolgen.

Überall einsetzbar

Es gibt so viele Einsatzfälle, bei denen ein Tonsignal benötigt wird. Oft wird hier lediglich ein schnöder „Pieper“ eingesetzt – eigentlich schade, denn aus dieser Aufgabe lässt sich dank äußerst preiswerter Soundgenerator-Bausteine heute viel mehr machen. Wir zeigen, wie man solch einen Soundgenerator äußerst vielseitig nutzbar macht. Dazu zählt sowohl ein weiter Einsatzbereich bezüglich der einsetzbaren Betriebsspannung als auch eine Ansteuerung, die neben der einfachen Tasteransteuerung z. B. auch von anderen elektronischen Schaltungen aus erfolgen kann. Der Soundchip erzeugt ein typisches (Klingel-) Gong-Signal (ding-dong-ding-dong) – über einen Lautsprecher mit genug Resonanzraum wiedergegeben, kann man damit schon ein beachtlich raumfüllendes Signal erzeugen.

Die kompakte Baugruppe lässt sich quasi überall mit unterbringen, gegebenenfalls sogar in einem vorhandenen Gehäuse, z. B. eines zuvor elektromechanischen Türgongs, oder in einem anderen elektronischen Gerät, das den Gong z. B. zur Signa-

lisierung bestimmter Zustände ansteuert.

Damit die Schaltung sich auch in batteriebetriebene Geräte integrieren lässt bzw. überhaupt ökonomisch im Batteriebetrieb arbeiten kann, haben wir hier auf eine vernachlässigbare Stromaufnahme im zeitlich überwiegenden Stand-by-Betrieb einer solchen Schaltung geachtet.

Schaltung

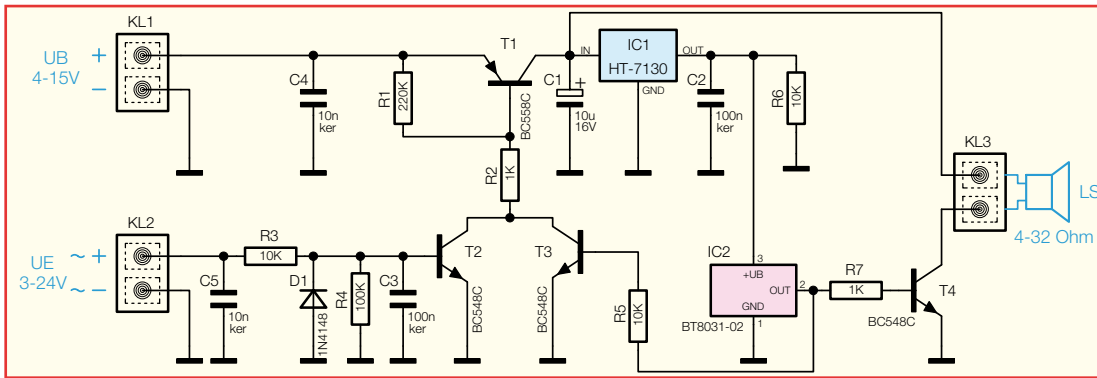
Das Schaltbild der Gong-Schaltung ist in Abbildung 1 dargestellt. IC 2 ist der Soundgeneratorchip BT 8031-02, der das Gong-Signal erzeugt. Dieser Baustein besitzt nur drei Anschlüsse: UB, GND und OUT. Das Anlegen der Betriebsspannung an UB löst das Generieren des Ausgangssignals am Anschlusspin 2 (OUT) aus. Nach Ablauf einer Sequenz (ding-dong-ding-dong) wird das Ausgangssignal gestoppt. Erst nach Unterbrechung der Versorgungsspannung kann der Chip wieder ein Ausgangssignal generieren. Die restliche Elektronik dient dazu, die Schaltung gezielt über einen externen Eingang (UE) zu triggern.

Die Vorgabe war, dass die Stromaufnahme im Stand-by-Betrieb gleich null ist, um einen Batteriebetrieb zu ermöglichen.

Da IC 2 nur mit einer maximalen Betriebsspannung von 3 V arbeitet, ist ein Spannungsregler (IC 1) erforderlich, der die Eingangsspannung stabilisiert. Die Betriebsspannung wird mit dem Transistor T 1 geschaltet, dessen Basis von T 2 und T 3 über R 2 gegen Masse geschaltet wird. Sobald eine Spannung an „UE“ anliegt, schaltet der Transistor T 2 durch, woraufhin T 1 die Betriebsspannung einschaltet. Damit die Versorgungsspannung für IC 2 auch nach Wegfall der Spannung UE für die Dauer einer Sequenz erhalten bleibt, ist mit T 3 eine „Selbsthaltung“ realisiert. Sobald der Ausgang (OUT) von IC 2 aktiv ist, liegt hier eine Spannung an, die über

Technische Daten:	
Betriebsspannung:	4–15 V _{DC}
Stromaufnahme aktiv:	max. 60 mA (kurzzeitig)
Stand-by:	<1 µA
Trigger-Eingang:	3–24 V _{AC/DC}
Lautsprecher:	4–32 Ω/min. 0,5 W
Abmessungen (L x B):	45 x 35 mm

Bild 1: Schaltbild der Mini-Gong-Schaltung



den Vorwiderstand R 5 die Basis von T 3 steuert. Durch diese Maßnahme reichen relativ kleine Impulse am Eingang UE aus, um die Schaltung zu aktivieren (triggern). Durch Gleichrichtung bzw. Unterdrückung der negativen Halbwelle mit der Diode D 1 ist auch eine Triggerung mit Wechselspannung, z. B. der von einem Klingeltrafo, möglich.

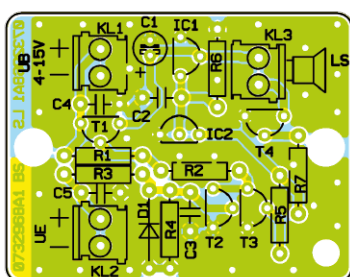
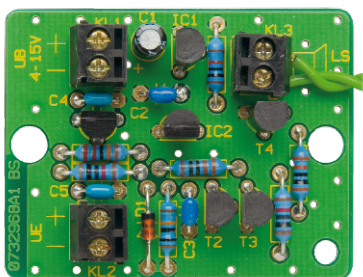
Nachbau

Der Nachbau erfolgt mit ausschließlich bedrahteten Bauteilen auf einer doppelseitigen Platine.

Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans.

Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern und dem Elko C 1 ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten (siehe auch Platinenfoto).



Ansicht der fertig bestückten Platine der Mini-Gong-Schaltung mit zugehörigem Bestückungsplan

Die Katode der Diode D 1 ist durch eine Strichmarkierung gekennzeichnet. Die Einbaulage der Transistoren ergibt sich automatisch durch den Bestückungsdruck. Beim Elko C 1 ist der Minuspol am Gehäuse gekennzeichnet.

Nachdem zuletzt die Schraubklemmen bestückt worden sind, ist der Nachbau beendet. Für den Gehäuseeinbau steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung. Für die Zuleitungen sind dann an den entsprechenden Stellen Bohrungen einzubringen. Eine Befestigung der Platine ist nicht erforderlich, da diese durch die Verschraubung beider Gehäusenhälften fixiert wird.

Inbetriebnahme

In Abbildung 2 ist das Anschlussschema für die Gong-Schaltung dargestellt. Der dem Bausatz beiliegende Kleinlautsprecher wird an die Anschlussklemme KL 3 angeschlossen. Hier kann man natürlich vorhandene und auch größere Lautsprecher verwenden. Um eine ausreichend hohe Lautstärke zu erzielen, ist der Lautsprecher in ein Gehäuse einzubauen. Ein Lautsprecher ohne Gehäuse bringt nur geringe Lautstärke, da sich durch den „akustischen Kurzschluss“ die Schalldruckwellen weitgehend auslöschen.

Die Spannungsversorgung kann aus einem Netzteil oder einer Batterie mit einer Gleichspannung zwischen 4 V und 15 V erfolgen. Die Stromaufnahme ist im Stand-by-Betrieb gleich null. Nur im aktiven Betriebsmodus werden kurzzeitig bis zu 60 mA aufgenommen.

Die Aktivierung (Triggerung der Schal-

Stückliste:	
Mini-Gong-Schaltung	
Widerstände:	
1 kΩ	R2, R7
10 kΩ	R3, R5, R6
100 kΩ	R4
220 kΩ	R1
Kondensatoren:	
10 nF/ker	C4, C5
100 nF/ker	C2, C3
10 µF/16 V	C1
Halbleiter:	
HT7130	IC1
BT8031-02	IC2
BC558C	T1
BC548C	T2–T4
1N4148	D1
Sonstiges:	
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print	
1 Lautsprecher, 8 Ω/0,5 W	
100 cm flexible Leitung, 0,22 mm ²	

lung) erfolgt durch eine Spannung an KL 2 (UE). Soll im einfachsten Fall ein Taster verwendet werden, ist dieser (wie in Abbildung 2 dargestellt) zwischen dem „+“- Kontakt von KL 1 und dem „+“-Kontakt von KL 3 anzuschließen. Wie schon erwähnt, kann man hier auch eine Wechselspannung zur Triggerung verwenden. So ist es z. B. möglich, die Schaltung in eine bestehende Installation mit einem vorhandenen Klingeltrafo zu integrieren. **ELV**

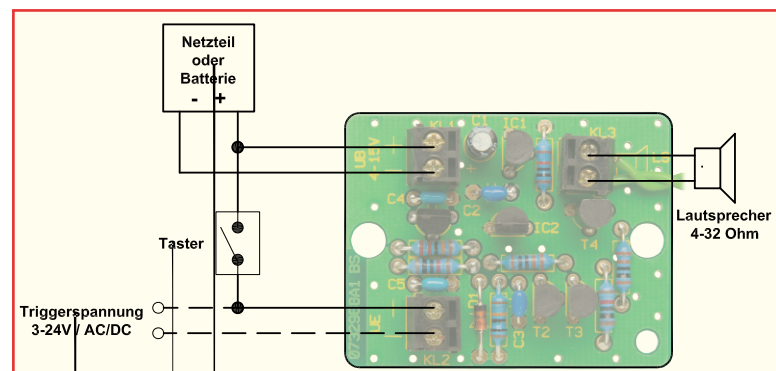


Bild 2: Anschlussschema

Prozessor-Power-Supply

PPS 5330



Das Prozessor-Netzteil PPS 5330 ist in einem hochwertigen Metallgehäuse mit Alu-Frontprofil untergebracht, bietet dank Prozessorsteuerung und der Sollwert-Vorgabe mit Inkrementalgeber eine außergewöhnlich komfortable Bedienung und hat exzellente Regeleigenschaften. Die Soll- und Ist-Werte werden auf einem großen hinterleuchteten LC-Display dargestellt. Mit einem Spannungsbereich von 0 bis 30 V und einer Strombelastbarkeit von max. 3 A stehen die im Elektronik-Labor meistgenutzten Bereiche zur Verfügung.

Allgemeines

Ein gutes stabilisiertes Netzgerät zählt zu den wichtigsten Hilfsmitteln im Elektronik-Labor. Dabei reicht für die meisten Anwendungen ein Spannungsbereich von 0 bis 30 V und eine Strombelastbarkeit von 3 A, die vom PPS 5330 zur Verfügung gestellt werden, vollkommen aus. Neben guten Regeleigenschaften sind präzise Sollwert-Vorgaben für die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom wichtig. Hier vereint nun das mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) ausgestattete PPS 5330 die einfache und schnelle Bedienbarkeit einer analogen Poti-Einstellung mit der Präzision einer digitalen Sollwert-Vorgabe, z. B. über Tasten. Neben der Präzision der Einstellung

hat das PPS 5330 hier noch mehr zu bieten, da die Auflösung des Inkrementalgebers für die Einstellung veränderbar ist.

So sind für die Spannungsvorgabe je Rastung Schritte zwischen 10 mV und 10 V und für die Stromvorgabe je Rastung Schritte zwischen 1 mA und 1 A möglich.

Im LC-Display wird die jeweils zu verändernde Stelle mit Hilfe eines Unterstrichs gekennzeichnet. Je Umdrehung verfügt der Inkrementalgeber über 24 Raststellungen.

Ein großflächiges hinterleuchtetes LC-Display zeigt alle wichtigen Parameter des PPS 5330 gleichzeitig an. Dabei sind neben den Ist-Werten für Spannung, Strom und Leistung auch die Grenzwerte (Sollwert-Vorgaben) für Spannung und Strom direkt abzulesen. Des Weiteren werden alle

wichtigen Statusinformationen und welcher Regler gerade aktiv ist (U oder I) direkt auf dem Display angezeigt.

Arbeitet das Netzgerät beispielsweise als Spannungs-konstanter (der Ist-Wert und der Soll-Wert für die Spannung sind gleich groß), kann neben dem aktuell fließenden Strom auch der programmierte Grenzwert (Limit) direkt abgelesen werden. Mit einem Blick ist dann erkennbar, wie weit die Stromaufnahme der angeschlossenen Last noch vom programmierten Grenzwert entfernt ist. Das große LC-Display ist durch die Hinterleuchtung jederzeit gut ablesbar.

Eine Stand-by-Funktion ermöglicht auf Tastendruck das schlagartige Ein- und Ausschalten des Ausgangs, wobei der Stand-by-Modus mit einem auffälligen Symbol im Display angezeigt wird. Im praktischen

Tabelle 1: Technische Daten PPS 5330	
Ausgangsspannung:	0–30 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsstrom:	0–3 A (Auflösung 1 mA)
Mikroprozessorsteuerung:	für alle Bedienfunktionen
Anzeige:	großflächiges hinterleuchtetes LC-Display zur gleichzeitigen Anzeige von Spannung, Strom und Leistung mit den zugehörigen Grenzwerten für U und I und Statusinformationen
Einstellungen:	per Tasten und Inkrementalgeber
Speicher:	bis zu 16 individuelle Einstellungen speicherbar
Besondere Merkmale:	Stand-by-Funktion zum Deaktivieren des Ausgangs, Lüfter: Kühlkörperaggregat mit temperaturgesteuerter Lüfterdrehzahl, Endstufentemperatur-Sicherung, Sicherheitsbuchsen, kurzschlussfester Ausgang
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Brummen und Rauschen	
Spannungskonstanter:	1 mV _{eff}
Stromkonstanter:	0,01 %
Innenwiderstand	
Spannungskonstanter:	<0,003 Ω
Stromkonstanter:	ca. 20 kΩ
Metallgehäuse Abm. (B x H x T):	303 x 155 x 95 mm

Betrieb kann es wichtig sein, die Spannung schnell abschalten zu können.

Selbstverständlich ist das PPS 5330 dauerkurzschlussfest, und elektronische Temperatur-Schutzschaltungen verhindern z. B. im Fehlerfall eine Überlastung des Gerätes. Bei einer Übertemperatur des Netztrafos oder der Endstufe wird der Ausgang deaktiviert und im Display das zugehörige Symbol angezeigt. Zeigt die Temperatur im Betrieb Werte, die weniger als 5 °C unter der Abschalttemperatur liegen, beginnt das „Overtemp.“-Symbol im Display als Vorwarnung zu blinken.

In einem benutzerdefinierbaren Speicher können bis zu 16 individuelle Sollwert-Vorgaben abgelegt werden, die dann jederzeit wieder zur Verfügung stehen. Die Anzeige des ausgewählten Speicherplatzes erfolgt unten rechts im Display.

Beim PPS 5330 handelt es sich um ein linear geregeltes Netzgerät mit äußerst geringem „Ausgangs-Ripple“. Die unter Last entstehende Abwärme wird mit einem innenliegenden Kühlkörper/Lüfteraggregat abgeführt, wobei die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Endstufentemperatur geregelt wird.

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich oder bei unbeaufsichtigtem Betrieb durch Unbefugte verändert werden, können alle Bedienfunktionen, mit Ausnahme der Stand-by-Taste zum schnellen Deaktivieren des Ausgangs, gesperrt werden. Die Sperre wird im Display mit dem Symbol „Locked“ dargestellt.

Bedienung

Die Bedienung des PPS 5330 ist nicht nur komfortabel, sondern auch besonders einfach und im Grunde genommen selbsterklärend. Neben dem Bedienkonzept trägt dazu auch das große hinterleuchtete LC-Display bei. Wie die Frontansicht des Gerätes zeigt, sind zur Bedienung 7 Taster, ein Drehimpulsgeber mit 24 Raststellungen pro Umdrehung sowie ein Netzschalter zum Ein- bzw. Ausschalten der primärseitigen Netzspannung vorhanden.

Im LC-Display werden alle wichtigen Daten übersichtlich dargestellt. Für die Istwert-Anzeigen der Spannung, des Stromes und der Leistung auf der linken Displayseite werden dabei besonders große Zeichen verwendet, während die Limits und der gewählte Speicherplatz auf der rechten Displayseite kleiner dargestellt werden. Im mittleren Bereich des Displays wird der jeweils aktive Regler (U oder I) angezeigt. Beim aktiven Regler sind dann der Sollwert und der Istwert gleich groß.

Die Statuszeile im unteren Bereich des Displays informiert über verschiedene Betriebszustände. Abbildung 1 zeigt das Display des PPS 5330 mit allen zur Verfügung stehenden Anzeigesegmenten.

Nach dem Einschalten des PPS 5330 mit dem Netzschalter (links unten) führt das Gerät einen Displaytest durch und steuert für ca. 2 Sekunden alle Segmente des Displays an. Danach werden kurz die

Versionsnummern der Firmware angezeigt und das Gerät übernimmt die zuletzt genutzte Gerätekonfiguration vor dem Ausschalten.

Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom

Grundsätzlich erfolgt die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom 4-stellig, wobei zuerst mit der Taste U/I unterhalb des Displays die zu verändernde Größe auszuwählen ist. Bei der jeweils aktivierten Einstellfunktion wird dann ein „Unterstrich“ angezeigt. Die gewünschte Stelle, die verändert werden soll, kann nun mittels der „←“- und „→“-Tasten unterhalb des Displays ausgewählt werden.

Mit dem Inkrementalgeber erfolgt die Einstellung des gewünschten Soll-Wertes mit den jeweils ausgewählten Einstellschritten. Bei einem Über- bzw. Unterlauf erfolgt automatisch ein Übertrag auf die nächste Stelle. Die zuletzt gewählten Einstellschritte bleiben auch nach dem Umschalten von U auf I oder umgekehrt erhalten, d. h. es kann z. B. die Spannungsvorgabe in 100-mV-Schritten und die Stromvorgabe im 10-mA-Raster erfolgen, ohne dass dazu die Stellen erneut auszuwählen sind.

Sobald eine der Pfeiltasten oder der Inkrementalgeber betätigt wird, erfolgt unabhängig davon, welcher Regler aktiv ist, die Anzeige des Soll-Wertes in der Hauptanzeige (links). Die Übernahme der neuen Einstellung als Grenzwert (Limit) erfolgt automatisch, wenn länger als 5 Sekunden keine Bedienung erfolgt oder wenn die „Enter“-Taste betätigt wird. Nach der Übernahme erscheinen links wieder aktuelle Ist-Werte und rechts die neuen Sollwert-Vorgaben.

Benutzerdefinierte Speicherplätze

Insgesamt stehen 16 Speicherplätze für Strom- und Spannungsvorgaben zur Verfügung.

Sollwert-Vorgaben abspeichern

Das Abspeichern der aktuell eingestellten Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Memory“. Nach einer kurzen Betätigung der Taste blinkt die Speicherplatz-Nummer.

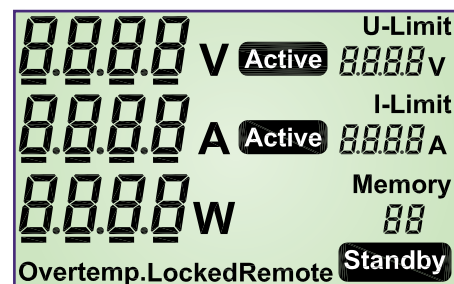


Bild 1: Das Display des PPS 5330

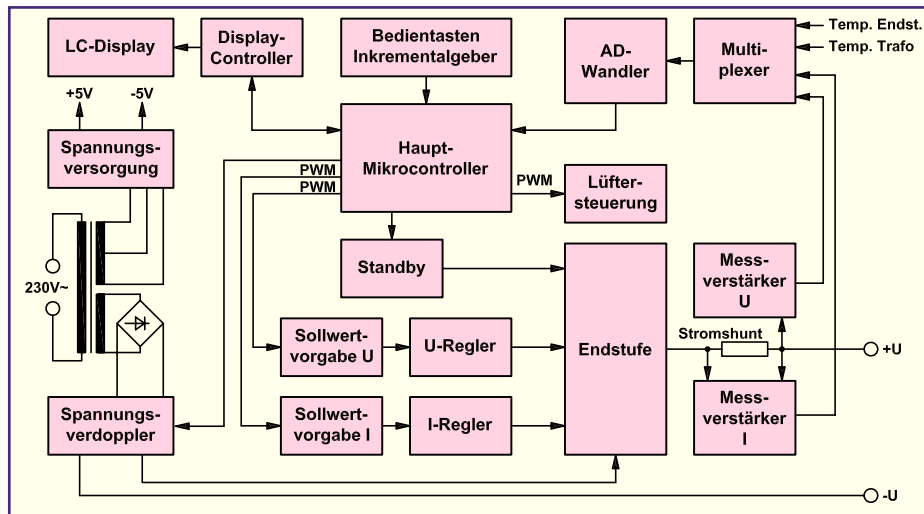


Bild 2: Das Blockschaltbild des PPS 5330

Nun kann mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten der gewünschte Speicherplatz ausgewählt werden. Die Übernahme der aktuellen Sollwert-Vorgaben unter dem ausgewählten Speicherplatz erfolgt mit der „Enter“-Taste.

Sollwert-Vorgaben aufrufen

Das Aufrufen von Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Recall“. Die Speicherplatz-Nummer blinkt und die Auswahl des Speicherplatzes ist mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten möglich. Im Display werden die zum jeweiligen Speicherplatz gehörenden Sollwert-Vorgaben groß dargestellt. Eine Übernahme der abgespeicherten Werte als Sollwert-Vorgaben kann mit der „Enter“-Taste erfolgen.

Tastatur-/Inkrementalgeber-Sperre (Lock)

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich verändert werden, können alle Bedienfunktionen, mit Ausnahme von Stand-by, gesperrt werden. Dazu sind beide Pfeiltasten so lange gedrückt zu halten (ca. 3 Sek.), bis im Display die Anzeige „Locked“ erscheint.

Die Sperre kann durch erneutes gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten wieder aufgehoben werden.

Stand-by-Modus

Mit Hilfe der Taste „Stand-by“ kann der Ausgang des Netzgerätes aktiviert bzw. deaktiviert werden, ohne dass dazu Einstellungen zu verändern sind. Der Stand-by-Zustand wird im Display mit dem entsprechenden Symbol angezeigt. Besonders praktisch ist diese Funktion, wenn an einem angeschlossenen Gerät gearbeitet wird, da zum Ausschalten keine Sollwert-Veränderungen notwendig sind. Die Taste hat eine Toggle-Funktion, d. h. ein weiterer

Tastendruck hebt den jeweils aktuellen Zustand wieder auf. Um Abgleichfehler zu vermeiden, ist die Stand-by-Funktion im Abgleich-Modus gesperrt.

Übertemperatur-Schutzschaltung

Die Endstufentemperatur und die Temperatur des Netztrafos werden durch den Mikrocontroller ständig überwacht und die Lüfterdrehzahl bis zur zulässigen Temperaturgrenze proportional gesteuert. Sobald die Endstufe oder der Netztrafo die jeweils zulässige Temperaturgrenze überschreitet, erfolgt eine komplette Abschaltung der Ausgangsspannung. Im Display wird das Symbol „Overtemp.“ dann ständig angezeigt. Zur Vorwarnung beginnt das Symbol zu blinken, wenn die Temperatur auf Werte ansteigt, die weniger als 5 °C unterhalb der Abschalttemperatur liegen.

Blockschaltbild

Das Zusammenwirken der einzelnen digitalen und analogen Baugruppen des PPS 5330 veranschaulicht das Blockschaltbild in Abbildung 2. Zentrales Bauelement ist dabei der Haupt-Mikrocontroller, bei dem alle Informationen zusammenlaufen und der daraus die entsprechenden Steuerinformationen generiert. Der nicht-flüchtige Speicher (EEPROM) ist direkt im Mikrocontroller integriert. Die Kalibrierparameter und die individuellen Spannungs- und Stromvorgaben werden hier abgespeichert und bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt erhalten.

Direkt mit dem Haupt-Mikrocontroller ist ein weiterer Controller verbunden, der zur Steuerung des LC-Displays dient, auf dem alle Informationen des Netzgerätes dargestellt werden.

Über die Bedientasten und den Inkrementalgeber (oben im Blockschaltbild) erfolgt die Eingabe der gewünschten Parameter.

Diese Informationen sowie die aktuellen Messwerte nutzt der Controller dann für die entsprechenden Steueraufgaben.

Die Sollwert-Vorgaben für Spannung, Strom und die Lüfterdrehzahl kommen direkt vom Haupt-Mikrocontroller in Form von PWM-Steuersignalen. Über die vom Haupt-Mikrocontroller gesteuerte Standby-Funktion kann die Endstufe schlagartig ein- und ausgeschaltet werden.

Zur endgültigen Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom werden aus den PWM-Signalen analoge Steuer-Gleichspannungen für den U- und den I-Regler gewonnen.

Abhängig von der Spannungs- und Stromvorgabe sowie von der Belastung wird die Endstufe dann entweder vom U- oder vom I-Regler gesteuert.

Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom werden mit Hilfe von Messverstärkern erfasst und die proportionalen Messwerte über einen Multiplexer auf den A/D-Wandler gegeben. Der 14-Bit-A/D-Wandler wandelt die Spannungswerte in digitale Informationen für den Mikrocontroller um. Des Weiteren werden dem A/D-Wandler über den Multiplexer proportionale Spannungswerte zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt. Auch diese Spannungen werden mit dem A/D-Wandler in digitale Daten für den Mikrocontroller gewandelt.

Der Mikrocontroller steuert dann die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Temperatur und kann bei Überlast die Endstufe abschalten.

Um bei Ausgangsspannungen unter 14 V die Verlustleistung in der Endstufe zu verringern, arbeitet das PPS 5330 mit einer Spannungsverdoppler-Schaltung, die vom Mikrocontroller bei Bedarf automatisch aktiviert wird. Der leistungsfähige Netztransformator speist über den Leistungsgleichrichter die Spannungsverdoppler-Schaltung. Eine weitere Wicklung mit Mittelanzapfung stellt die Wechselspannungen für die interne Spannungsversorgung zur Verfügung. Hier werden die stabilisierten Spannungen +5 V und -5 V erzeugt.

Schaltung

Da es sich beim PPS 5330 um eine relativ umfangreiche Schaltung handelt, ist das Gesamtschaltbild in mehrere in sich geschlossene Funktionsgruppen (Teilschaltbilder) aufgeteilt.

Die Prozessoreinheit (Abbildung 3) besteht im Wesentlichen aus den beiden Mikrocontrollern und dem großen hinterleuchteten LC-Display. Diese Komponenten sind zusammen mit den Bedienelementen auf der Frontplatte des PPS 5330 untergebracht.

Ein weiteres Teilschaltbild zeigt den

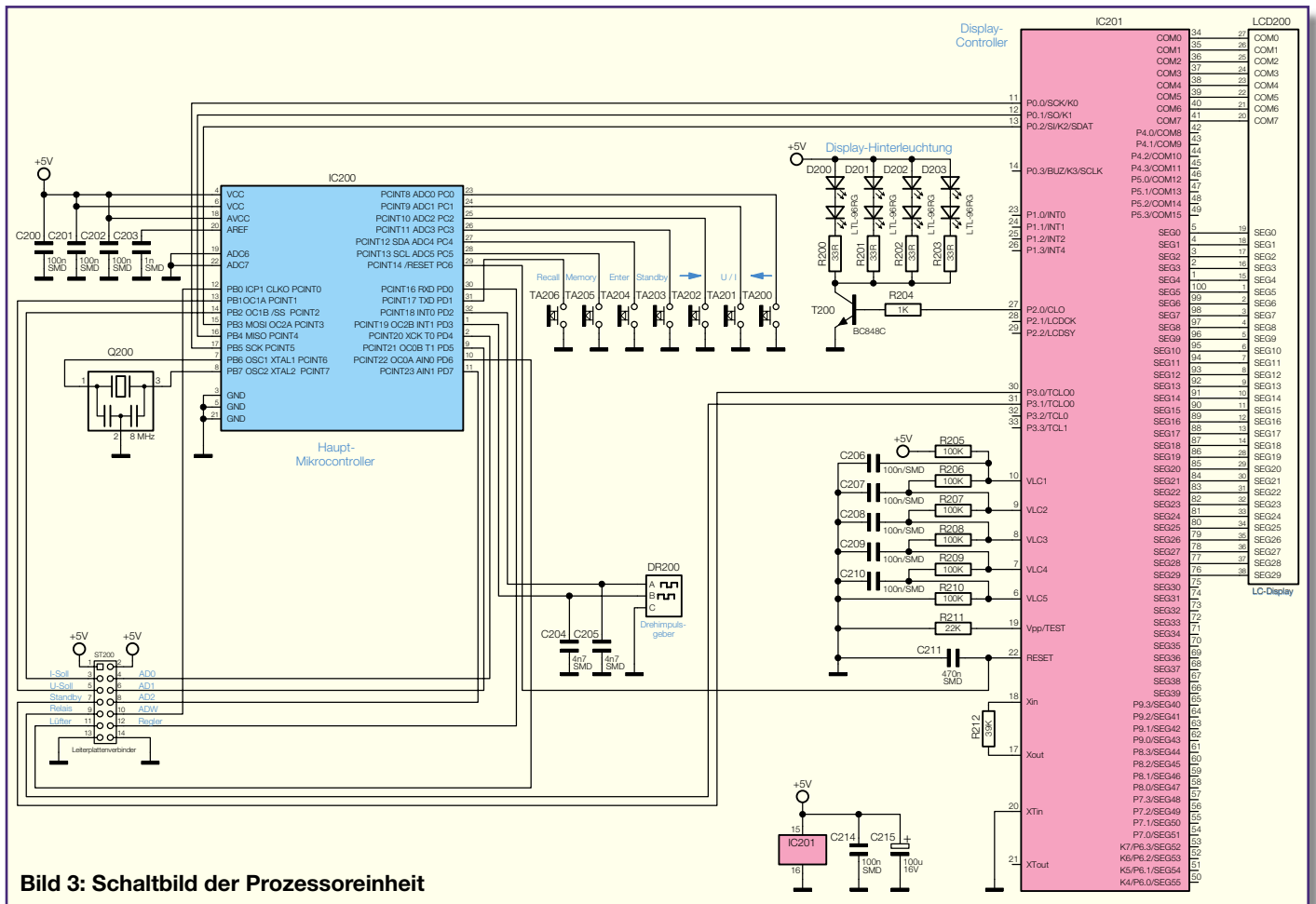


Bild 3: Schaltbild der Prozessoreinheit

A/D-Wandler mit Eingangsmultiplexer (Abbildung 4).

Der analoge Schaltungsteil, der im Wesentlichen aus der Endstufe, der Regelung und der Spannungsversorgung besteht, ist im Hauptschaltbild (Abbildung 5) zu sehen.

Prozessoreinheit

Die Prozessoreinheit ist mit 2 Mikrocontrollern realisiert, die alle Steuerungsaufgaben übernehmen, die Bedienung ermöglichen und für die Anzeige der Messwerte im Display verantwortlich sind.

Die erforderliche externe Beschaltung ist hingegen äußerst gering.

Während der Mikrocontroller IC 201 für die Ansteuerung des LC-Displays verantwortlich ist, übernimmt der Controller IC 200 alle Steuerungsaufgaben. Neben dem Arbeitsspeicher ist in IC 200 auch ein EEPROM zur Speicherung von nicht-flüchtigen Daten wie z. B. die Abgleichparameter und die individuellen Spannungs- und Stromereinstellungen vorhanden. Der Prozessortakt wird mit dem Keramikresonator Q 200 erzeugt.

Die Kommunikation zwischen den beiden Controllern erfolgt über insgesamt

4 Portleitungen. Über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST 200 ist die auf der Frontplatte untergebrachte Prozessoreinheit mit der Basisplatine (Analogteil) verbunden. Die insgesamt 7 Bedientasten des Gerätes sind direkt mit Port PC0 bis PC5 und Port PD1 des Controllers IC 1 verbunden.

An Port PD2 und PD3 ist der Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) angeschlossen.

Hier dienen die Kondensatoren C 204 und C 205 zur Störunterdrückung. Des Weiteren dienen die Kondensatoren C 200 bis C 203 zur Störabblockung an den einzelnen Versorgungspins des ICs.

Der Display-Controller IC 201 steuert über Port 2.0 und R 204 den Transistor T 200, in dessen Kollektorkreis sich die „Side-Looking-Lamps“ der Display-Hinterleuchtung mit den zugehörigen Vorwiderständen R 200 bis R 203 befinden. Zur Takterzeugung sind bei diesem Controller Pin 17 und Pin 18 mit einem Widerstand (R 212) beschaltet.

Die Spannungsteilerkette R 205 bis R 210 mit den zugehörigen Abblock-Kondensatoren C 206 bis C 210 bestimmt den Displaykontrast. Der Kondensator C 214 ist zur Störabblockung direkt an den Versorgungspins des Controllers angeordnet.

A/D-Wandler

Damit der Prozessor die analogen Mess-

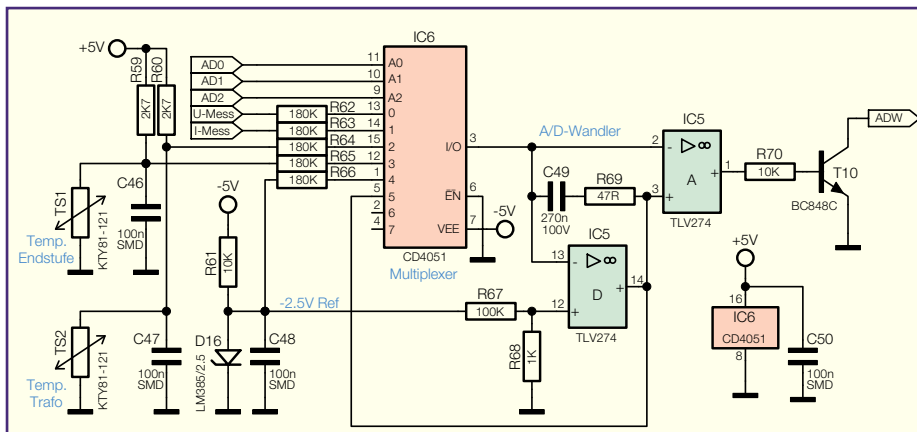


Bild 4: Schaltbild des A/D-Wandlers

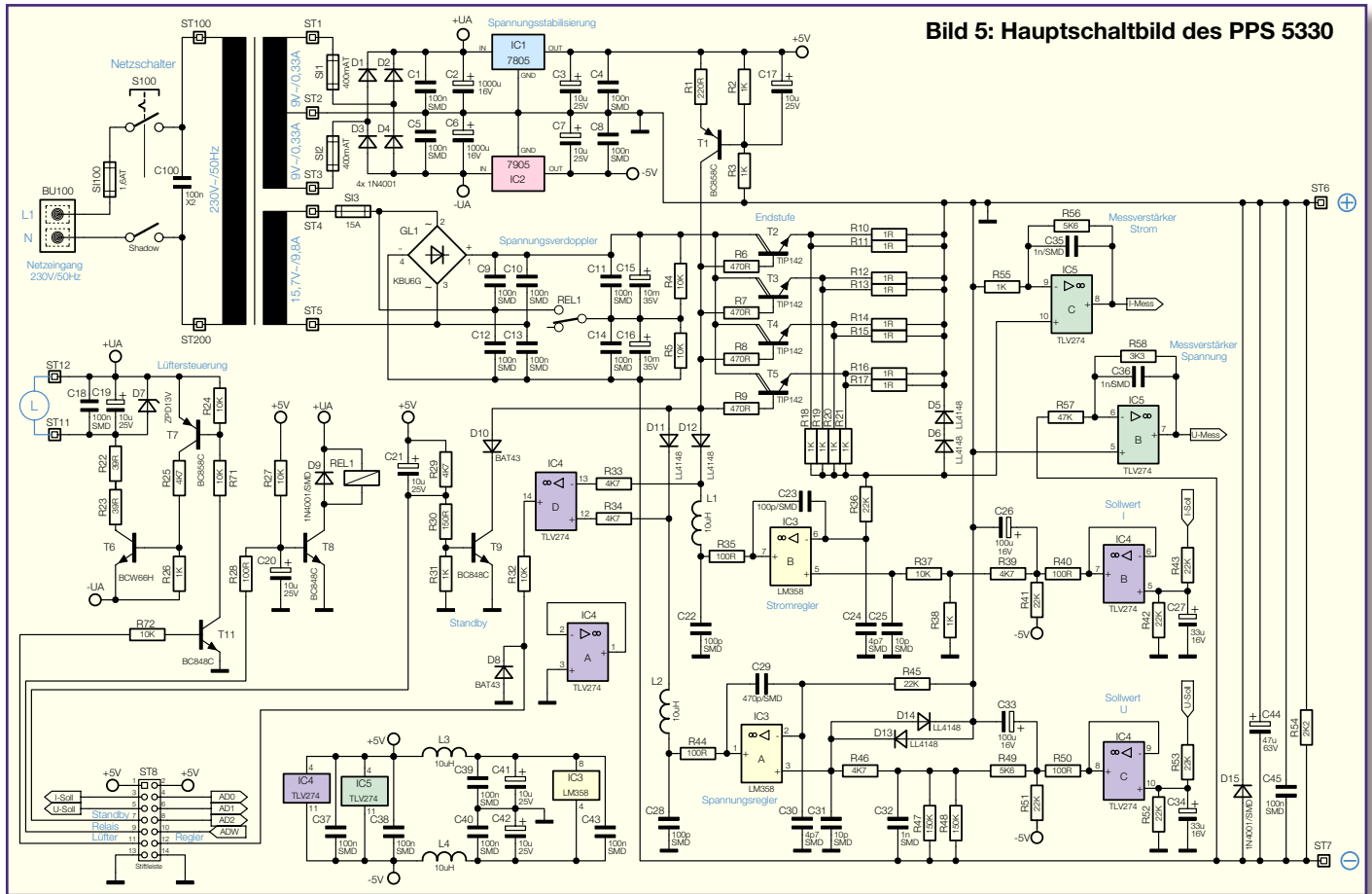


Bild 5: Hauptschaltbild des PPS 5330

werte verarbeiten kann, ist eine Analog-Digital-Wandlung erforderlich. Diese Aufgabe übernimmt der mit IC 5 A, D und externen Komponenten aufgebaute integrierende Wandler. Die Grundelemente dieses trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 5 D und der Komparator IC 5 A. Bei diesem Zweirampen-Wandler wird vorausgesetzt, dass Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Über Port PB6, PB7 und PD4 (IC 200) erfolgt mit Hilfe des Analog-Multiplexers IC 6 die Auswahl des Mess-Eingangs. Neben dem Kondensator im Rückkopplungszweig (C 49) gehören die jeweiligen Widerstände (R 62 bis R 66) zum Integrator. Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC 5 D über den Spannungsteiler R 67, R 68 leicht negativ vorgespannt.

Der nachgeschaltete Komparator (IC 5 A) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. Der Transistor T 10 erzeugt dann eine Spannungsflecke an Port PD0 des Controllers IC 200. Die erforderliche Referenzspannung wird von der Referenzdiode D 16 im unteren Bereich des Schaltbildes zur Verfügung gestellt.

Neben den Messgrößen für U und I werden dem Multiplexer IC 6 auch proportio-

nale Spannungen zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt.

Die Funktionsweise ist recht einfach. Im Ruhezustand ist Ausgang 5 des Multiplexers durchgeschaltet, d. h. Pin 3 und Pin 5 sind miteinander verbunden. Dadurch wird der Integrationskondensator C 49 über R 69 kurzgeschlossen und somit vollständig entladen. Zur Messung schaltet der Eingangs-Multiplexer auf einen Eingangskanal und die Messspannung wird abintegriert. Mit einer stabilen Referenzspannung (-2,5 V) erfolgt danach so lange das Aufintegrieren, bis der Ausgang des Miller-Integrators wieder Ruhepotential führt. Vom Prozessor wird die Zeit, die zum Aufintegrieren benötigt wird, genau erfasst. Aus dem Verhältnis der Zeiten für das Ab- und Aufintegrieren und den verwendeten Vorwiderständen kann exakt die anliegende Spannung ermittelt werden.

Für jeden Messkanal wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang. Damit der A/D-Wandler zu Beginn der Messung auf jeden Fall im Ruhezustand ist, wird der Integrationskondensator grundsätzlich vorher entladen. Über den Komparator IC 5 A und den Transistor T 10 erhält der Mikrocontroller die Zeitinformationen.

Analogteil

Der Analogteil des PPS 5330 ist in Abbildung 5 zu sehen. Über ein 14-poliges

Flachbandkabel, angeschlossen an ST 8, wird der Analogteil mit der Prozesseinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen des Analogteils sind die Leistungs-Endstufe, die Regler für Strom und Spannung und die Spannungsversorgung.

Die wichtigsten technischen Daten eines Netzgerätes sind auch bei einem Prozessornetzteil vom Analogteil abhängig. Entscheidend für die Qualität sind neben der Leistung der Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Reglereigenschaften. Von ausschlaggebender Bedeutung ist nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Positionierung der Bauteile und die Leiterbahnführung im Layout.

Ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter sorgt im Bereich der Endstufe für die Wärmeabfuhr. Durch eine temperaturgesteuerte, elektronisch geregelte Lüftersteuerung wird die Geräuschentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert.

Doch nun zur Schaltung in Abbildung 5, wo oben links der Netztransformator eingezeichnet ist. Dieser wird über die 2-polige Netz-Buchse BU 100, die Netz-Sicherung SI 100 und den Netzschalter S 100 mit Spannung versorgt. Der primärseitige X2-Kondensator C 100 dient zur Störunterdrückung.

Die obere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung liefert 2 x 9 V mit 0,33 A Strombelastbarkeit zur Versorgung des

Prozessorteils und der Steuerelektronik.

Zwei mit D 1, D 2 und D 3, D 4 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen liefern unstabilisierte Kleinspannungen, die zunächst mit C 2 und C 6 gepuffert werden.

Die unstabilisierte positive Spannung wird auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC 2.

Am Ausgang der Festspannungsregler IC 1 und IC 2 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik zur Verfügung. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C 3 und C 7 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramikkondensatoren C 1, C 4, C 5 und C 8.

Die Leistungs-Endstufe wird mit der unteren Wicklung des Netztransformators, die maximal 15,7 V/9,8 A liefert, versorgt.

Befindet sich das Relais in der eingezeichneten Schalterstellung, arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter und die Pufferelkos C 15 und C 16 sind in Reihe geschaltet. Sobald REL 1 geschlossen wird, erhalten wir eine Spannungsverdopplung, wobei C 15 mit der positiven und C 16 mit der negativen unstabilisierten Gleichspannung aufgeladen wird. Störspitzen werden mit C 9 bis C 14 unterdrückt. Bei aktivierter Spannungsverdopplung muss die Trafowicklung bei gleicher Spannung ungefähr den doppelten Strom liefern.

Besonders gute technische Daten werden durch die Ausführung der Endstufe als Linearregler erreicht. Hier sind die Leistungstransistoren T 2 bis T 5 parallel geschaltet, wobei in den Emitterleitungen die Widerstände R 10 bis R 17 eingefügt sind. An diesen Widerständen wird eine zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R 18 bis R 21 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die Emitterwiderstände als auch die Basisvorwiderstände R 6 bis R 9 gleichen durch Exemplarstreuungen bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse bezogen, was dem positiven Ausgang des Netzgerätes entspricht. Zum einen wird die Messspannung über R 36 auf den mit IC 3 B aufgebauten Stromregler und zum anderen auf den mit IC 5 C realisierten Messverstärker gegeben. Der Messverstärker passt die Signalamplitude an den Eingang des A/D-Wandlers an.

Ein weiterer Messverstärker, aufgebaut mit IC 5 B, erfasst die Ausgangsspannung, die zusätzlich invertiert wird.

Aufgrund der Dimensionierung von R 57 und R 58 erfolgt gleichzeitig eine

Amplitudenanpassung an den Eingang des A/D-Wandlers.

Die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom erfolgt von der Prozessoreinheit mit PWM-Signalen. Die pulsweitenmodulierten Signale werden mit Hilfe von Tiefpass-Schaltungen (R 42, R 43, C 27 sowie R 52, R 53 und C 34) in proportionale Gleichspannungen gewandelt und nachgeschalteten Pufferverstärkern (IC 4 B, C) zugeführt.

Stromregler

Der Stromregler wurde mit IC 3 B und externer Beschaltung realisiert, wobei die Sollwert-Vorgabe durch die proportionale Gleichspannung vom Pufferverstärker IC 4 B erfolgt.

Über R 40, R 39 und R 37 wird die Sollwert-Vorgabe auf den nicht-invertierenden Eingang von IC 3 B gegeben, wobei eine Bereichsanpassung im Zusammenhang mit der weiteren Widerstandsbeschaltung (R 38, R 41) erfolgt.

Die Schwingneigungen im Bereich des Stromreglers werden mit C 23 verhindert und C 24, C 25 dienen zur Störunterdrückung. C 26 sorgt für die weitere Filterung der Soll-Werte.

Damit der Stromregler aktiv ist, muss das Netzgerät an den Ausgangsklemmen mit einer hinreichend großen Last beschaltet sein. Bei maximaler Sollwert-Vorgabe wird sich am nicht-invertierenden Eingang von IC 3 B (Pin 5) eine Steuerspannung von ca. 375 mV einstellen.

Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 3 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen von T 2 bis T 5 (Endstufe), der ebenfalls 375 mV übersteigt.

Der Ausgang des OPs (IC 3 B) strebt in Richtung negativer Spannung, und über die Diode D 12, die nun leitend ist, fließt ein Teil des Stromes, der von der mit T 1 aufgebauten Konstantstromquelle geliefert wird. Dieser Teil des Stromes fließt dann nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC 3 B ab.

Der Ausgang des OPs wird jedoch nur so weit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen der Endstufe gerade 375 mV erreicht. Bei einem Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des OPs stellt sich bei maximaler Sollwert-Vorgabe der Ausgangsstrom von 3 A ein. Die Bauelemente L 1, C 22, R 35 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang.

Durch Verändern der Sollwert-Vorgabe an Pin 5 ist jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

Spannungsregler

Der Spannungsregler ist mit IC 3 A aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie der Stromregler. Die Sollwert-Vorgabe erfolgt durch eine an R 50 anliegende Gleichspannung.

Für die Funktionsbeschreibung gehen wir von einem Stromregler aus, dessen Belastungswiderstand langsam erhöht wird. Der Stromregler hält den Ausgangsstrom konstant und die Ausgangsspannung steigt proportional zum Belastungswiderstand an.

Sobald der vorgewählte Spannungswert erreicht wird, übernimmt der Spannungsregler die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf diesen Soll-Wert begrenzt wird.

Über R 45 ist der invertierende Eingang von IC 3 A mit der Schaltungsmasse (Pluspol des Netzgerätes) verbunden. Die vom Pufferverstärker IC 4 C kommende Sollwert-Vorgabe wird über R 50, R 49 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R 47, R 48 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben, der über R 46 mit dem nicht-invertierenden Eingang von IC 3 A (Pin 3) verbunden ist. C 33 dient zur weiteren Sollwert-Filterung.

Um die Netzteil-Ausgangsspannung konstant zu halten, stellt sich an den beiden OP-Eingängen auch hier ein Spannungs-gleichgewicht ein.

Solange der Spannungsregler aktiv ist, fließt ein Teil des Stromes der mit T 1 aufgebauten Konstantstromquelle über L2, R 44 und den Ausgang von IC 3 A ab. L2, C 28 und R 44 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang, und C 30, C 31 dienen zur hochfrequenten Störabblockung an den entsprechenden Eingängen. Schwingneigungen des Reglers werden mit C 29 unterdrückt.

Störeinkopplungen über die Versorgungsspannung des OPs werden mit L 3, L 4, C 39 bis C 43 verhindert.

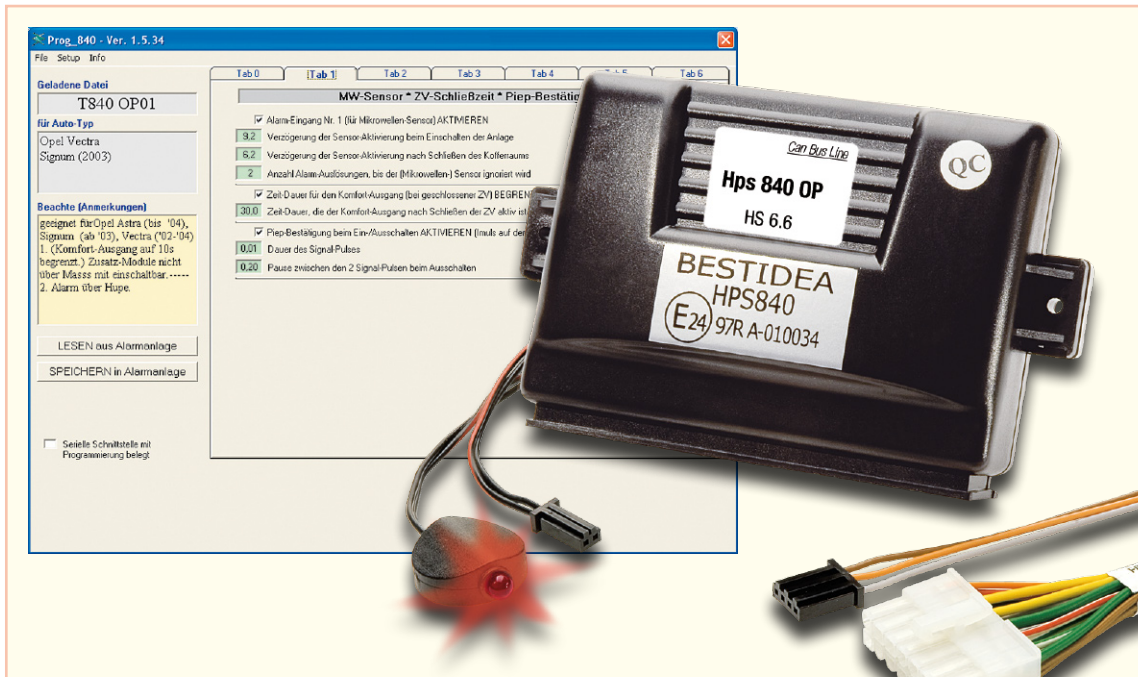
Lüftersteuerung

Die Lüftersteuerung des PPS 5330 wurde mit T 6, T 7 und externer Beschaltung realisiert. Die mit T 7, T 11 aufgebaute Stufe fungiert dabei als Pegelumsetzer.

Versorgt wird der Lüfter mit der unstabilisierten positiven und negativen Betriebsspannung, wobei die Z-Diode D 7 die Spannung in Verbindung mit den Vorwiderständen R 22, R 23 auf max. 13 V am Lüfter begrenzt. Die Kondensatoren C 18, C 19 dienen dabei zur Störunterdrückung.

Der praktische Aufbau dieses interessanten Netzgerätes wird im zweiten Teil dieses Artikels („ELVjournal“ 5/2007) ausführlich beschrieben.

ELV



Eine für alle – universelle CAN-Bus-Alarmanlage

Viele moderne Autos verfügen heute für die Kommunikation zwischen den einzelnen Steuergeräten über den CAN-Bus. Folglich ist es nicht ganz einfach, solche Autos mit elektronischem Zubehör nachzurüsten, denn hier ist ein intelligentes Interface notwendig, das die Verbindung zum CAN-Bus schafft und die gewünschten Geräte am Bus erreicht. Wir stellen eine in das CAN-Bus-System einfach einbindbare und vielfältig ausbaubare Kfz-Alarmanlage vor, die per Software individuell an jedes Fahrzeug mit CAN-Bus anpassbar ist.

Weg vom Kabelbaum

Anfang der 80er Jahre, als die Elektronik in unsere Autos einzuziehen begann, hat man sich beim Auto-Ausrüster Bosch bereits Gedanken gemacht, wie denn zukünftig der nun ausufernde Verkabelungsaufwand (mit der entsprechenden Gewichtszunahme) im Fahrzeug wenigstens begrenzt, wenn nicht gesenkt werden könnte. Denn immer mehr Steuergeräte, immer mehr Funktionen, Mehrfachnutzungen von Geräten und der in diesen Jahren „ausbrechende“ Innovationsdruck ließen den weitblickenden Fahrzeugelektroniker rechtzeitig erkennen, dass man hier zu einer neuen Lösung kommen müsste. So entstand 1983 der Gedanke, ein Bus-System mit nur zwei Leitungen einzuführen, das alle Steuerbefehle in einem bestimmten Regime zwischen den einzelnen Geräten transportieren sollte. Das spart erheblichen Verkabelungsaufwand, muss doch jedes Gerät am Bus nur noch mit dem Bordnetz und seinen Aktoren verbunden werden. 1991

war es dann soweit, als erstes Auto erhielt die damals mit Elektronik reich bestückte Mercedes-S-Klasse ein CAN-Bus-System, hier waren immerhin bis zu 50 kleine Mini-computer in den vielen Steuergeräten verbaut. Das Bus-System machte nun auch die Installation so komplexer Geräte wie eines integrierten Navigationsgerätes möglich. Dabei befinden sich Navigationsrechner und Radio-Steuergerät im Kofferraum, Bildschirm und Bedieneinheit im Cockpit. Über den Zweidraht-Bus kommunizieren nicht nur diese Geräte miteinander, auch die relevanten Fahrzeug-Bewegungsdaten wie

Geschwindigkeit, Radumdrehungszahl, Vor- und Rückwärtsfahrt werden aus dem Bus gelesen. Ohne diese wären die Navigationsgeräte der ersten Generation zu ungenau gewesen, damals war das amerikanische GPS-System noch nicht für die zivile Nutzung zugänglich mit der heute hohen Genauigkeit. Abbildung 1 zeigt das grundsätzliche Schema eines solchen CAN-

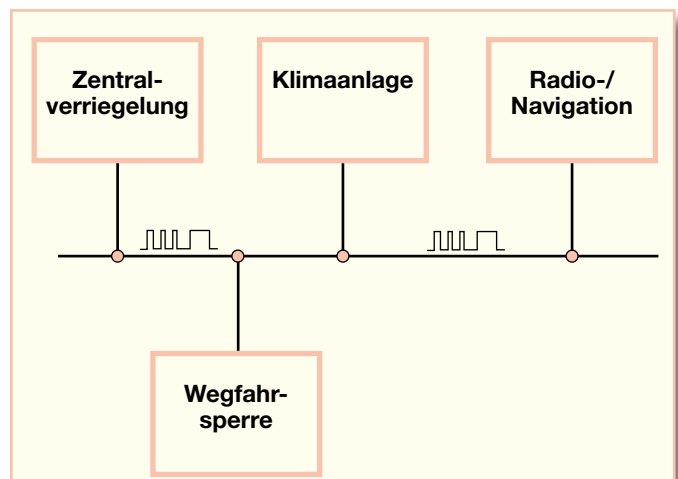


Bild 1:
Die Bus-Topologie des CAN-Bus-Systems, hier im Beispiel als Komfort-Bus im Kfz

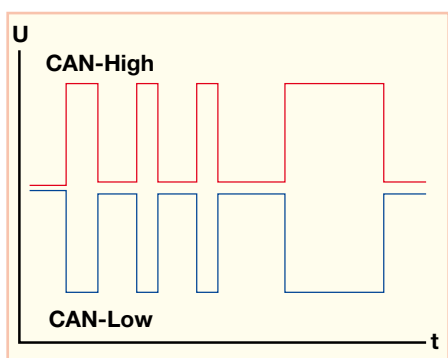


Bild 2: Die Datenübertragung auf dem CAN-Bus erfolgt differentiell – so wirken sich Störeinkopplungen praktisch nicht auf die Auswertbarkeit des Signals aus.

Bus-Systeme. Einige Hersteller, wie etwa BMW, rüsteten seit Anfang der 90er Jahre ihre Fahrzeuge ebenfalls sukzessive mit Bus-Systemen aus, die jedoch weitgehend proprietär ausfielen, also mit dem CAN-Bus nur die grundsätzliche Funktionsweise gemein hatten, etwa die I- und K-Bus-Technik bei BMW. Aber auch diese Hersteller sind in den letzten Jahren zum CAN-Bus übergegangen, so BMW ab 2003.

Gleichzeitig erkannte man, dass ein einfacher Bus die in einem modernen Fahrzeug anfallenden Datenmengen – man denke nur an das gleichzeitige Wirken von Motor- und Fahrwerksmanagement – nicht in Echtzeit bewältigen konnte. So bestand dann etwa die Gefahr, dass ABS-Befehle nicht rechtzeitig an den Aktoren ankommen, nur weil vielleicht gleichzeitig der Beifahrer die Klimaanlage bedient ... Dem trug man Rechnung mit der Einführung mehrerer Bus-Systeme, die jeweils speziell ein Fahrzeugsystem zu steuern hatten. So hat der heutige Steuer-Bus für das Motormanagement außer einer Abfrageschnittstelle keine direkte Verbindung etwa zum Innenraum- bzw. Komfort-Bus, der z. B. Radio, Navigationsanlage, Zentralverriegelung usw. steuert. So verfügen also moderne Fahrzeuge über mehrere, autarke Bus-Systeme.

Wie sieht dieser Bus physisch aus und was spielt sich auf ihm ab? Physisch besteht

der CAN-Bus aus zwei einfachen, verdrehten Leitungen, die mit einem Standard-Widerstand von 120 Ω abgeschlossen sind. Auf diesen werden jeweils die gleichen Steuersignale geführt, allerdings als Differenzsignal (Abbildung 2). So unterdrückt man wirkungsvoll den Einfluss von Gleichtaktstörungen – durch verdrehte Leitungsführung wirken sich Störeinkopplungen immer auf beide Signalachsen aus. Es ändert sich zwar der absolute Signalpegel, die Differenz zwischen den Leitungen bleibt jedoch immer gleich. Damit es nicht zu Kollisionen von Datenpaketen auf dem Bus kommt, ist der Datenverkehr hierarchisch durch die so genannte Arbitrierung geregelt. Jede Nachricht auf dem Bus muss mit einem so genannten Identifier beginnen. Dessen Aufbau bestimmt die Priorität der Nachricht gegenüber anderen Nachrichten. Jedes Gerät am Bus muss also zunächst den Bus abfragen, ob gerade eine Nachricht mit einer höheren oder niedrigeren Priorität übertragen wird. Je nach Priorität der anderen Nachricht muss das Gerät also mit der Übertragung warten oder kann eine Nachricht mit einer niedrigeren Priorität abbrechen und quasi nach hinten schieben.

Wie für den Computer-USB können Entwickler auf fertige Interface-Chips zurückgreifen (dazu hatte sich Bosch seinerzeit mit Intel zusammengetan), die eine standardgemäße Anbindung an den CAN-Bus erlauben. Sie werden dann von einem Mikrocontroller angesteuert, der das Steuerprogramm enthält und die Verbindung zu Sensoren und Aktoren realisiert.

Nachrüsten schwieriger

Eines ist durch die Bus-Technik schwieriger geworden – das Nachrüsten von

Zubehör! Denn muss dieses mit den an den CAN-Bus angeschlossenen Geräten kommunizieren, ist ein CAN-Bus-Interface erforderlich. Da nunmehr fast alle Fahrzeuge ab Baujahr 2001 über den CAN-Bus verfügen, haben sich mittlerweile einige Anbieter von hochwertigem Zubehör hierauf eingestellt und bieten CAN-Bus-Adapter an, die bestimmte Funktionen realisieren. Den Anfang haben die Auto-Hi-Fi-Zubehöranbieter gemacht, sie bieten Interfaces z. B. für die Verbindung von Nachrüst-Autoradios mit serienmäßigen Lenkradfernbedienungen an. Auch für die Anbindung von Navigationsgeräten oder anderen Geräten, wie z. B. den ELV-Kfz-Leistungsmesser, gibt es solche Interfaces, so zum Auslesen des Tachosignals (Abbildung 3).

Ran an den Bus!

Will man nun ein Gerät direkt am Bus platzieren, das auch aktiv an diesem



Bild 4: Die Can-Bus-Line-Alarmanlage mit Zubehör und PC-Interface

arbeitet, ist schon etwas mehr Aufwand erforderlich – ein solches Vorhaben endete bisher regelmäßig in der Markenwerkstatt, mit (teurem) Original-Zubehör, da es auf dem freien Zubehörmarkt kaum CAN-Bus-Geräte gab.

Im Fall unserer vorzustellenden Alarmanlage muss diese aktiv mit mehreren Geräten am Bus kommunizieren, z. B. der Zentralverriegelung, der Wegfahrsperrung, der Hupen- und Lichtsteuerung. Der Vorteil: Man spart sehr viel Verkabelungsaufwand, der Einbau kann tatsächlich in wenigen Minuten erledigt werden. Die „Hauptarbeit“ hat man zuvor am Computer bei der Konfiguration der Alarmanlage zu verrichten.

Wir wollen am Beispiel der intelligenten CAN-Bus-Alarmanlage „Can Bus Line“ von Tobé einmal betrachten, wie der Einbau und die Konfiguration eines solchen Gerätes erfolgen.

Can Bus Line – eine für alle

Die Hardware der Anlage (Abbildung 4) kommt unscheinbar als Blackbox daher.

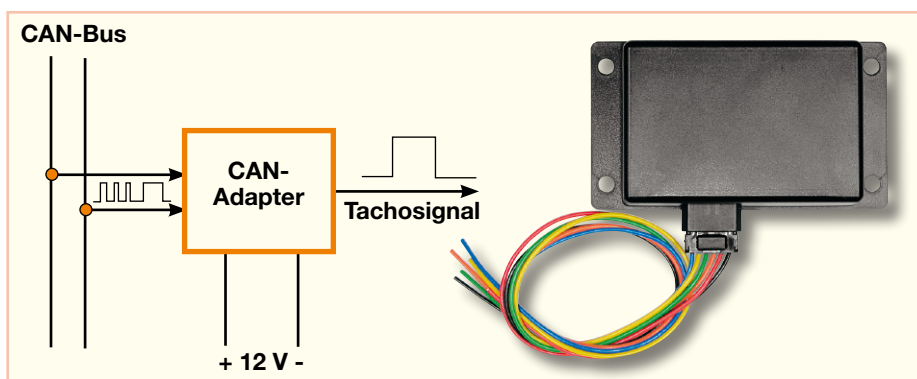


Bild 3: CAN-Adapter koppeln u. a. gezielt das Tachosignal aus und stellen es zur Auswertung zur Verfügung. (Foto: OSMA GmbH)



Bild 5: Ein USB-Seriell-Wandler macht das PC-Interface auch an PCs nutzbar, die allein über USB-Ports verfügen.

Die größere Box kommt später ins Auto, die kleinere ist das Computer-Interface zur Programmierung der Alarmanlage. Zum Computer-Interface gehören die Konfigurationssoftware, ein Kabel für die serielle RS232-Schnittstelle und ein Verbindungskabel zur Alarmanlage.

Der 14-polige Steckverbinder der Alarmanlage, der die Verbindung zum Auto herstellt, ist zwar mit einem beeindruckenden Kabelbaum versehen, tatsächlich benötigt man für die Grundfunktion der Anlage aber lediglich 5 Leitungen: Bordnetz-Klemmen 15/30 und 31 (+12 V geschaltet/Dauerplus/Masse) und zwei Leitungen zum CAN-Bus des Fahrzeugs. Die restlichen Leitungen dienen erweiterten Funktionen, z. B. der Realisierung einer Wegfahrsperrung, dem Anschluss von Komfortfunktionen der Zentralverriegelung, z. B. Schiebedach- oder Fensterheberfunktion, und dem Anschluss weiterer Sensoren. Letztere sind in großer Vielfalt verfügbar, so Felgensensoren, Radar- und Ultraschallsensoren für die Innenraumüberwachung, auch von Cabrios, Magnetsensoren für die Anbindung von Wohnwagen und Anhängern.

Zur Signalisierung des Zustands der

Anlage dient eine extern anzuschließende und abgesetzt im Cockpit installierbare Leuchtdiode.

Einmal installiert, überwacht die Alarmanlage das gesamte Schließsystem des Autos inklusive vorhandener Hauben- und Klappenkontakte. Ein unschätzbare Vorzug dieser Anlage gegenüber vielen anderen Anlagen ist der, dass hier durch einen Aufbrecher nicht die Schlosselektronik „überwunden“ werden kann. Dies ist bei anderen Anlagen, die dem Fahrzeug quasi nur „aufgepfropft“ werden, durchaus möglich.

Bei der CAN-Bus-Anlage wird jedoch in jedem Fall eine Störungsmeldung aktiviert.

Die Bedienung erfolgt allein über die serienmäßige Original-Fernbedienung des Autos, die Bestätigung der Aktivierung/Deaktivierung erfolgt über die Status-LED, die Blinker und einen internen akustischen Signalgeber.

Das clevere Gerät enthält einen Alarmspeicher, der nach einem Alarm die Auslösersache speichert. So kann man schnell ermitteln, wo und wie ein Einbruchversuch stattgefunden hat – oder auch einen defekten Sensor finden.

Falls der Auto-Handsender einmal defekt bzw. dessen Batterie leer ist, kann man die Anlage mit dem Zündschlüssel via PIN-Code aktivieren/deaktivieren.

Für Taxifahrer gibt es für einige Modelle

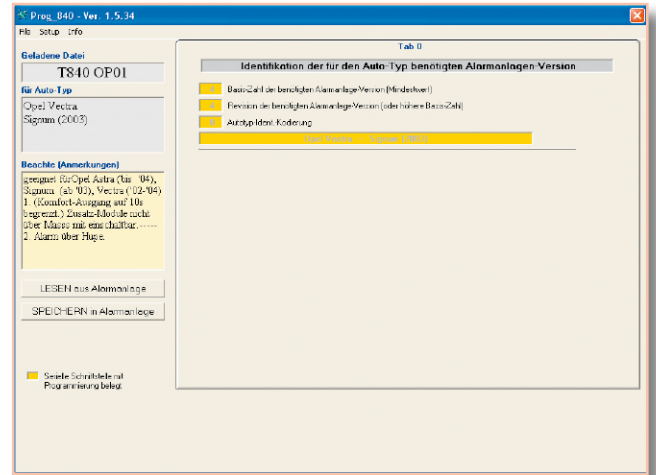


Bild 6: Die einfach zu übersehende Programmoberfläche von „ProDam“, hier ist die Parameterdatei für den Opel schon geladen.

die Option, einen Überfall-Alarm bei fahrendem Auto auszulösen.

Für welche Automodelle die Anlage geeignet ist, findet man detailliert im ELV-Internet-Angebot zur „Can Bus Line“. Hier ist quasi alles von Audi bis VW vertreten.

Aufbau und Konfiguration

Das System besteht aus einer einheitlichen Blackbox für alle nachrüstbaren Automodelle, lediglich für Opel-Modelle ist eine andere Blackbox erforderlich. Die Funktionen für das eigene Automodell stecken in kleinen Parameterdateien, die mit der Konfigurationssoftware, die dem PC-Interface beiliegt, geliefert werden.

Hier muss man später lediglich die zum eigenen Fahrzeug passende Parameterdatei aufrufen, um diese, bei Bedarf mit individuellen Einstellungen versehen, später via PC-Interface in die Blackbox zu laden.

Halt, wird jetzt so mancher Computerbesitzer sagen – was lese ich: „serieller Anschluss“? Ja, das Interface ist an den PC über ein serielles RS232-Kabel anzuschließen. Wenn der eigene PC aber nur noch USB-Ports aufweist, ist auch dies in den meisten Fällen kein Problem. Hier kann man fast immer einen handelsüblichen USB-Seriell-Wandler (Abbildung 5) einsetzen, der via USB dem Programm einen virtuellen COM-Port vorgaukelt und so die serielle Kommunikation möglich macht.

Beginnen wir also mit unserem Testeinbau! Wir

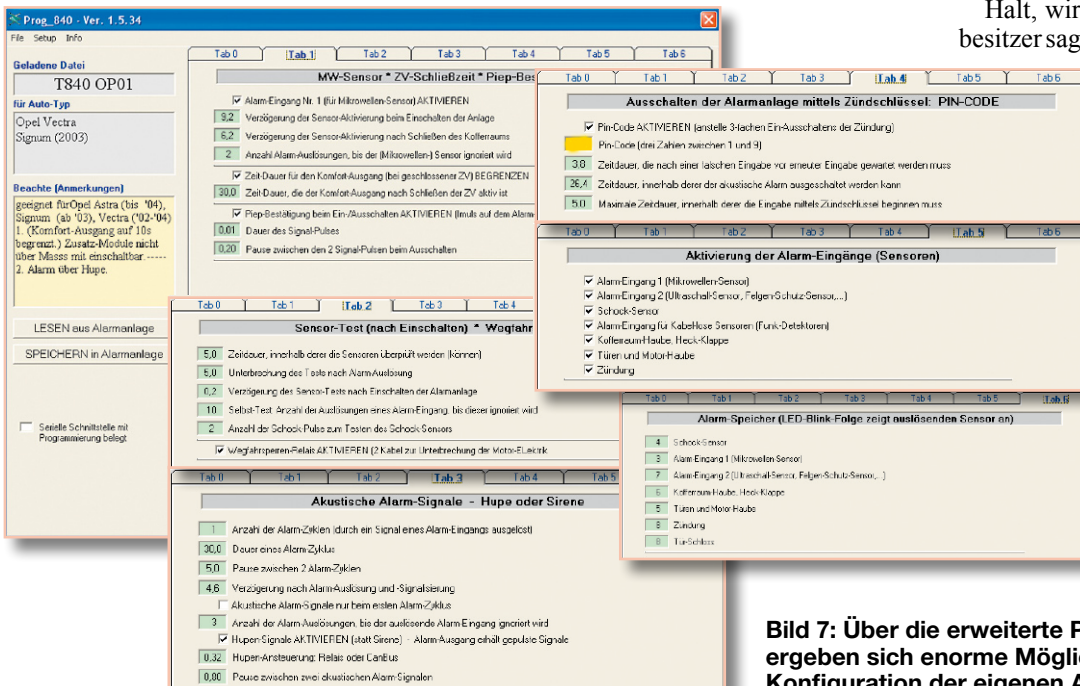


Bild 7: Über die erweiterte Parametereinstellung ergeben sich enorme Möglichkeiten zur individuellen Konfiguration der eigenen Alarmanlage.

PATROLLINE **INBAU-ANLEITUNG**

Anschluss der HPS 840
 Anschluss von HPS + Modulen: 840+35
 Anschluss einer Akku-Straße: 851
 Anschluss von Alarmanlage + Modulen: 851+35

CAN BUS LINE
 benötigte Version: ab 4.4

Auto-Alarmanlage
 (Bedienung über Fernbedienung des Autos)

Das sind Hinweise für eine Anschluss-Möglichkeit. Im einzelnen Auto können aber andere Kabel oder Farben, Farben und Draht-Querschnitte sein!
 Daher die Hinweise unbedingt mittels Messgerät überprüfen, vor allem auch bei geschlossenen (zentralverriegelten) Autos.
 Falls in den ersten 30 Sekunden nach Einstecken des Kabelbündels die LED blinkt, sind Anschluss von +12V Chargebus und Masse gegeben. Bleibt sie hingegen aus, ist die Spannungsversorgung wie folgt richtig.
BEACHTEN: Kabel-Leitungen des Autos nicht durchschneiden!

für **OPEL ASTRA H**
 Bj. bis → 2004

ANSCHLÜSSE DER ALARMANLAGE-KABEL AN DIE AUTO-ELEKTRIK

Spannungsversorgung Siehe Foto 1	rotes Kabel: an des. schwarzes Kabel: an des.	ROTE Kabel (großer Querschnitt) , hinter Fahrerfußraumwand: +12V / +30 an den MASS-STEIN , hinter der Fußraum-Wand (Fahrerseite): Masse / -31
Zündungssperre Siehe Foto 1	grün-schwarzes Kabel: an des.	SCHWARZE Kabel , hinter der Fußraum-Wand (Fahrerseite): Zündung/ +15
CAN BUS Anschlüsse Siehe Foto 1 und 2	gelb-grünes Kabel: an des. weiß-grünes Kabel: an des.	GRÜN-GRAUE Kabel (Gard-Licht) des Kabelbündels vom Licht-Schalter – oder (falls dieses nicht vorhanden) an dessen GRÜN-SCHWARZ Kabel - Foto 2 BEACHTEN: Lichtschalter auf "Automatik" stellen, hinein drücken und dann auf "0" drücken, um so die Anordnung zu lesen, und dann heraus ziehen!
Anschluss der LED	2-pol-Stecker	GRÜNE Kabel des Steckers hinter der Fußraum-Wand (Fahrerseite) - Foto 1 ...für dritten Anschluss der am Armaturenbrett anzubringenden Alarm-LED

Wichtigste Kabel, die natürlich (optional) angeschlossen werden können, an der Astra H (bis 2004) und an Zusatz-Sensoren

Wegfahrsperr-Modul	2 grüne Kabel	Benutzer + Diesel: Das SCHWARZE Kabel (Pin5) an GRÜNE 8-Pin-Stecker in der Nähe des Zündschlosses durchtrennen. Je ein Schmelzeisen an ein grünes Kabel
Konform-Schleifen	Braunes Kabel	An das BRAUN-SCHWARZE Kabel im Kabelbündel auf Fahrerseite anschließen
Zusatz-Module	Blauer Kabel	Versorgt bei aktivierter Alarmanlage auch Zusatzmodule mit Masse, max. Belastung 100 mA
1. Alarm-Eingang	Blauer Kabel	Alarm-Eingang für optische Zusatz-Module (z.B. Mikrowellen-, Folgen-Schutz-Sensoren, ...)
2. Alarm-Eingang	Blauer Kabel	Alarm-Eingang für zusätzliche optische Sensoren (z.B. Ultraschall-Sensoren, ...)

Bild 8: Die ausführliche und bebilderte Einbauanleitung macht das Finden der Anschlüsse im Auto leicht.

haben einen Opel Astra H, Baujahr 2003, gewählt, entsprechend benötigen wir die Blackbox HPS 840 mit dem Bezeichnungszusatz „OP“.

Erstens: Sitzung am PC

An das Auto müssen wir dazu zunächst nicht heran, sofern wir eine Möglichkeit haben, die Blackbox während der Programmierung stabil mit 12 V zu versorgen. Das kann man z. B. mit einem handelsüblichen 12-V-Netzteil oder einem 12-V-Batterie- oder Akku-Satz realisieren.

Also den dem PC-Interface beiliegenden 14-poligen Steckverbinder an die Blackbox angesteckt und die entsprechenden Leitungen (Rot an Plus, Schwarz an Minus) an die Spannungsquelle angeschlossen! Nun ist über das mitgelieferte kurze Kabel das PC-Interface an die Blackbox anzuschließen und diese wiederum über das RS232-Kabel an den PC.

Nachdem die Software „ProDam“ gemäß der beiliegenden, im Übrigen sehr ausführlichen Anleitung installiert ist, kann es schon losgehen. Nach dem Erledigen des Setups, hier sind die verwendete Schnittstelle und die gewünschte Sprache auszuwählen, geht es an das Laden der zum eigenen Wagen passenden Parameterdatei (Abbildung 6). Nachdem wir die zu unserem Opel Astra gehörende Datei geladen haben, informiert ein Fenster über zu beachtende Besonderheiten.

Nun kann bereits das Speichern der Parameterdatei in die Alarmanlage erfolgen – die Anlage ist dann mit den Standardwerten bereits programmiert!

Bei Bedarf sind umgekehrt alle Daten aus der Alarmanlage ausles- und auswertbar, ebenso ist es jederzeit möglich, die Black-

box neu zu programmieren. So kann man die CAN-Bus-Alarmanlage etwa auch zum nächsten Auto mitnehmen (es sei denn, dass dessen Parameterdatei eine aktuellere Hardware-Version voraussetzt, siehe Modellliste) – sie muss nur mit der entsprechenden Parameterdatei programmiert werden! Tobé erweitert die Liste der ausrüstbaren Automodelle übrigens laufend.

Das kann aber noch nicht alles gewesen sein! Nein, per mit der Dokumentation mitgeteiltem Passwort gibt es hinter „Setup“ die Option „Programm-Menü-Parameter“ → „Erweitertes Menü“. Hier erscheinen mehrere auswählbare Tabellen, die für unseren Opel ist in Abbildung 7 zu sehen. Hier kann man völlig individuell alle nur denkbaren Parameter einstellen. Die so erarbeitete Datei ist natürlich auch speicherbar und somit auch später wieder verfügbar. In den Parameter-Tabellen ist alles nur Erdenkliche konfigurierbar, von Bestätigungssignalen, Konfiguration von Alarmeingängen, Wegfahrsperr-Konfiguration, Alarmausgaben, PIN-Codes bis hin zu den Anzeigeregimes des Alarmspeichers.

Hat man die fertige Datei an die Blackbox übertragen, ist die Arbeit am PC erledigt. Nach dem Trennen der Blackbox von der Stromversorgung und vom PC-Interface ist diese nun einbaubereit. Die Daten gehen nicht verloren, sie liegen stromausfallsicher in einem Flash-Speicher.

Zweitens: rein ins Auto!

Bevor man nun die Einbauarbeit am Auto beginnt, ist dessen Akku sicher vom Bordnetz zu trennen (Minus-Pol). Dabei ist zu beachten, dass einige Speicher im Auto, z. B. Uhr oder Radiocode, beim Trennen

von der Spannungsversorgung ihren Inhalt verlieren, also später neu programmiert werden müssen.

Danach legt man die in der jeweiligen Einbauanleitung (Abbildung 8) sehr anschaulich mit Fotos und Lageskizzen sowie weiteren Hinweisen beschriebenen Anschlussstecker im Wagen frei und sucht die in der Anleitung beschriebenen Anschlüsse an Bordnetz und CAN-Bus. Bei unserem Opel waren die schnell hinter der Fußraumabdeckung und am Lichtschalter gefunden. Bevor diese nun mit den entsprechenden Leitungen der CAN-Bus-Alarmanlage verbunden werden, sollte man zum Schutz vor eindringendem Staub die mitgelieferte Gummikappe aufziehen (die LED-Leitung nicht vergessen!). Mit dem Anschluss der wenigen Leitungen (am sichersten per Lötverbindung und sicher isoliert, z. B. per Schrumpfschlauch) und dem Anbringen der Alarmanlage am Montageort sowie dem Ankleben der Status-LED am gewünschten Ort ist der Einbau schon beendet! Abbildung 9 zeigt die Stationen des Einbaus.

Eins noch zum Verbinden der Leitungen: niemals die CAN-Bus-Leitung des Fahrzeugs unterbrechen oder abschneiden, sonst ist später ein Ausfall diverser Steuergeräte vorprogrammiert, da diese ja nun nicht mehr am Bus angeschlossen sind!

Drittens: funktioniert!

Ein kurzer Test zeigt, dass alles funktioniert – nun ist der Wagen sicherer vor Langfingern!

Das Einbaubeispiel zeigt anschaulich, mit wie wenig Aufwand man ein Gerät am CAN-Bus installieren kann, wir sind überzeugt, dass dies erst der Anfang dieser interessanten Nachrüsttechnik ist! **ELV**

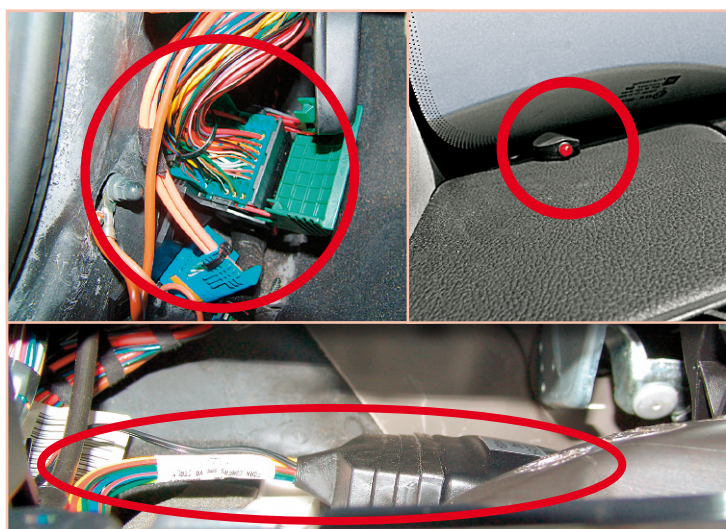


Bild 9: Schnell installiert – der Zentralstecker ist schnell gefunden und angeschlossen (oben links), die Kontroll-LED platziert (oben rechts) und die Anlage selbst findet ihren Platz unterhalb des Sicherungsträgers (unten). Achtung! Den Zentralstecker wieder zuklappen, sonst blockiert die Wegfahrsperr den Motorstart!

230-V-Einschaltstrombegrenzung

3680 VA

Sichere Inbetriebnahme von Leistungsverbrauchern ohne Ansprechen der Netzsicherung im Einschaltmoment

Die Einschaltstrombegrenzung verhindert, dass bei Verbrauchern mit einem hohen Einschaltstrom, wie z. B. größere Motoren, Netzteile oder Verstärker mit einem sehr leistungsfähigen Netztransformator, die Haussicherung für den entsprechenden Leitungskreis anspricht. Dies geschieht dadurch, dass mittels eines NTC-Widerstandes der Einschalt- bzw. Anlaufstrom des angeschlossenen Verbrauchers während der Einschaltphase stark reduziert wird.

Gebremste Leistung

Wohl jeder hat im Haushalt, insbesondere in einem mit etwas älterer Elektroanlage, schon einmal den Effekt erlebt, dass beim Einschalten eines leistungsfähigen Elektrogerätes die Netzsicherung auslöst. Insbesondere Verbraucher mit großen Induktivitäten wie z. B. größere Motoren und

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	230 V _{AC}
Stromaufnahme (Stand-by):	0,002 A
Schaltswelle/Relais:	20 VA
Schaltausgang:	16 A
Abm. (B x H x T):	59 x 39 x 134 mm

Leistungstrafos können Auslöser sein. Diese Verbraucher wirken im Einschaltmoment fast wie ein Kurzschluss, der folglich die zuständige Sicherung auslöst. Obwohl das Gerät z. B. „nur“ 8 A Stromaufnahme hat, übersteigt der Strombedarf im Einschaltmoment diesen Wert um ein Vielfaches, so dass die 16-A-Standard-Absicherung selbstverständlich ihrer angestammten Aufgabe gerecht wird und abschaltet. Für den normalen Betrieb ist sie völlig ausreichend dimensioniert, aber eben nicht intelligent genug, den kurzen Einschaltstromstoß zu „interpretieren“.

Unsere Einschaltstrombegrenzung verhindert dieses sehr wohl funktionsgerechte, aber in diesem Falle eher lästige Ansprechen der Netzsicherung, indem im Einschaltmoment eine Strombegrenzung durch einen speziellen, impulsfesten NTC-Serienwiderstand vorgenommen wird.

Nach dieser Phase unterscheidet das einfach zwischen Steckdose und Last zu schaltende Gerät zwei Zustände bzw. Bereiche, je nach der Höhe der Scheinleistung des angeschlossenen Verbrauchers:

1. Die Scheinleistung beträgt maximal 20 VA („Kleinverbraucher“): In diesem Fall reduziert sich der Serienwiderstand des NTC kontinuierlich, bis ein vom Nennstrom des Verbrauchers abhängiger, stationärer Wert erreicht ist. Der Verbraucher wird in diesem Fall ständig über den NTC-Widerstand betrieben.
2. Die Scheinleistung beträgt mehr als 20 VA: Nach einer Zeitspanne von 0,4 Sek. schaltet ein Relais den Verbraucher direkt ans Netz und überbrückt den NTC-Widerstand. Dabei spielt die Art des Verbrauchers keine Rolle, da der Strom durch einen rein ohmschen Widerstand begrenzt wird, lediglich die

Kontaktbelastbarkeit des Relais mit max. 16 A (3680 VA) ist zu beachten.

Wollen wir die Funktion der Einschaltstrombegrenzung ESB54 etwas näher betrachten.

Wirkungsweise

Mit einem in Reihe zum Verbraucher geschalteten NTC wird im Einschaltmoment der Spitzenstrom begrenzt. Der NTC weist im kalten Zustand einen Widerstandswert von ca. 33Ω auf. Je mehr Strom durch den NTC fließt, desto stärker erwärmt er sich, wobei sich sein Widerstandswert verringert. Um eine übermäßige Erwärmung bzw. eine Zerstörung bei großen Betriebsströmen zu vermeiden, wird dem NTC kurz nach dem Einschalten des Verbrauchers ein Relais parallelgeschaltet, über dessen Schaltkontakt dann der volle Laststrom fließt. Eine Steuerelektronik in der ESB54 erkennt, ob der Verbraucher ein- bzw. ausgeschaltet wird. Ab einer Last von ca. 20 Watt wird automatisch das Relais zugeschaltet, das dann den NTC entlastet. Sobald der Verbraucher ausgeschaltet wird, fällt auch das Relais wieder ab. Der NTC ist wieder auf Normaltemperatur abgekühlt und somit für den nächsten Einschaltvorgang bereit. Der momentane Schaltzustand des Relais wird durch eine LED am Gerät signalisiert.

Schaltung

Das Schaltbild der Einschaltstrombegrenzung ist in Abbildung 1 dargestellt. Betrachten wir zunächst den 230-V-Zweig vom Netzstecker zur Steckdose des Gerätes. Über ST 3 gelangt die Netzspannung zunächst auf einen Shunt-Widerstand, der aus zwei parallel geschalteten Drahtwiderständen (R 3 und R 4) besteht. Über die nachgeschaltete Elektronik wird der Laststrom detektiert und entsprechend das Relais geschaltet. Hat das Relais noch nicht geschaltet, fließt der Laststrom über die Temperatursicherung SI 1 und den NTC-Widerstand NTC 1 zur Netz-Steckdose. Die Temperatursicherung ist thermisch mit dem NTC gekoppelt. Im Fehlerfall, d. h. wenn z. B. das Relais ausfällt oder die Steuerelektronik versagt, erwärmt sich der NTC sehr schnell und gleichzeitig auch die Temperatursicherung. Ist die Temperatur am NTC größer als $105 \text{ }^\circ\text{C}$, löst die Sicherung nach ca. 5 Sekunden aus und unterbricht den Stromkreis. Die Sicherung ist irreversibel, d. h. sie muss nach einem solchen Fehlerfall ausgetauscht werden. Allerdings dürfte ein solcher Fehlerfall wohl eher selten auftreten.

Die Spannungsversorgung für die Auswerte- und Steuerelektronik wird mit einem Schaltnetzteil gewonnen, dessen Hauptbestandteil der SMPS-Controller

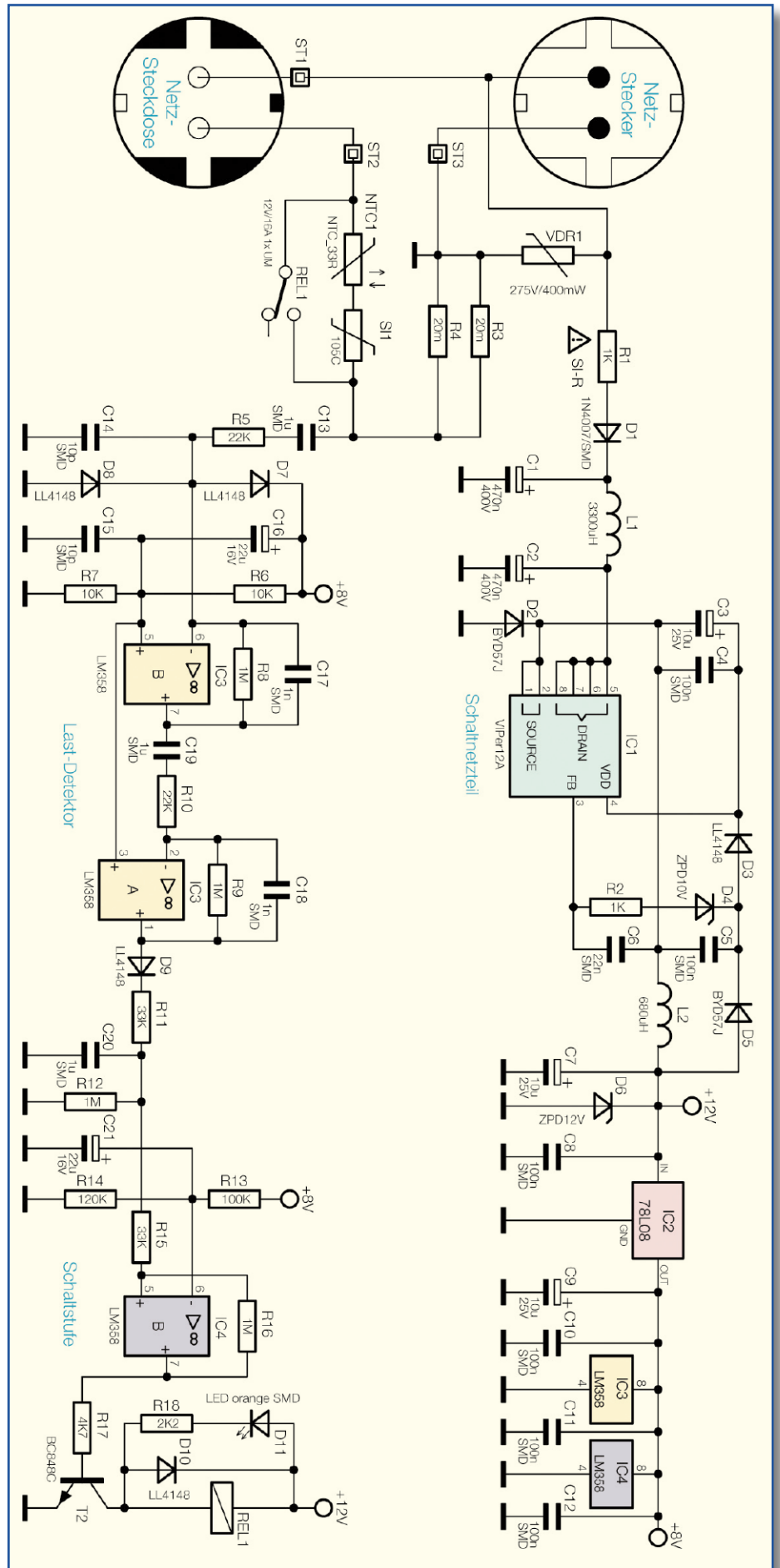
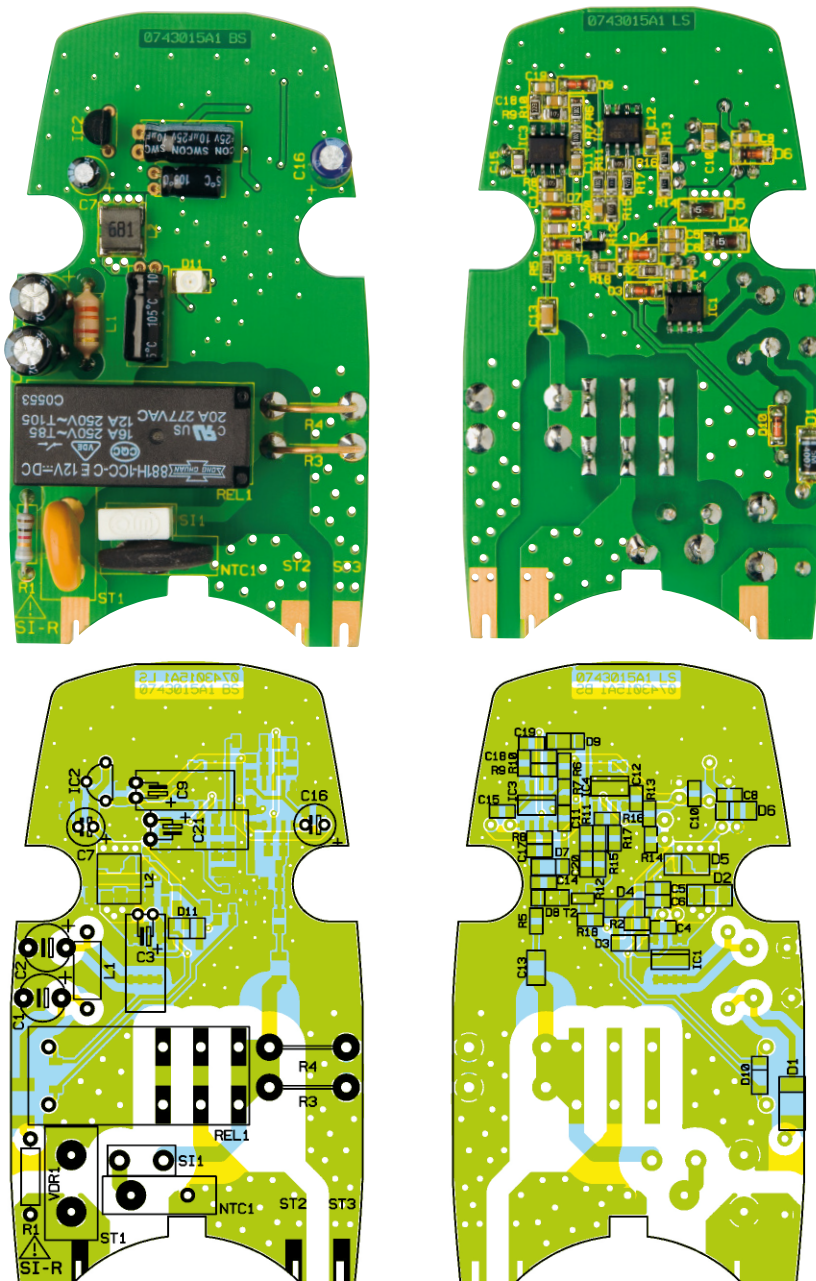


Bild 1: Schaltbild der Einschaltstrombegrenzung



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

(Switch Mode Power Supply) IC 1 ist. Die 230-V-Eingangsspannung gelangt über den Widerstand R 1, D 1 und L 1 auf den Drain-Anschluss von IC 1. Weitere wichtige Bestandteile dieses Step-down-Wandlers sind die Speicherspule L 2 und die Diode D 2. Im Prinzip arbeitet dieser Wandler wie jeder „normale“ Step-down-Wandler auch. Kurz gesagt wird der interne MOSFET von IC 1 so lange durchgeschaltet, bis sich am Kondensator C 7 eine Spannung von 12 V einstellt.

Der Schaltregler IC 1 arbeitet mit einer Taktfrequenz von ca. 60 kHz. Über den Feedback-Anschluss (Pin 3) von IC 1 wird die Ausgangsspannung gemessen, und das Puls-Pause-Verhältnis der Taktfrequenz des internen MOSFETs so nahege-

regelt, bis die Ausgangsspannung (12 V) konstant ist.

Der VDR 1 schützt den Schaltregler vor Überspannungsspitzen aus dem Netz. Die so gewonnene 12-V-Betriebsspannung wird für das Relais REL 1 benötigt. Die Auswerteelektronik benötigt eine stabile

Stückliste: 230-V-Einschaltstrombegrenzung

Widerstände:

- 7 cm Manganindraht, 0,659 Ω/m..... R3, R4
- 1 kΩ/SMD/0805 R2
- Sicherungswiderstand 1 kΩ, 0,5 W, 5 % R1
- 2,2 kΩ/SMD/0805 R18
- 4,7 kΩ/SMD/0805 R17
- 10 kΩ/SMD/0805 R6, R7
- 22 kΩ/SMD/0805 R5, R10
- 33 kΩ/SMD/0805 R11, R15
- 100 kΩ/SMD/0805 R13
- 120 kΩ/SMD/0805 R14
- 1 MΩ/SMD/0805 R8, R9, R12, R16
- NTC, 33 Ω..... NTC1
- Varistor, 275 V, 400 mW VDR1

Kondensatoren:

- 10 pF/SMD/0805 C14, C15
- 1 nF/SMD/0805 C17, C18
- 22 nF/SMD/0805 C6
- 100 nF/SMD/0805 C4, C5, C8, C10-C12
- 0,47 µF/400 V/105 °C C1, C2
- 1 µF/SMD/0805 C19, C20
- 1 µF/SMD/1206 C13
- 10 µF/25 V/105° C C3, C7, C9
- 22 µF/16 V C16, C21

Halbleiter:

- VIPer12A/SMD IC1
- 78L08 IC2
- LM358/SMD IC3, IC4
- BC84C T2
- SM4007/SMD D1
- BYD57J D2, D5
- LL4148 D3, D7-D10
- ZPD10 V/SMD D4
- ZPD12 V/SMD D6
- LED, Orange, SMD D11

Sonstiges:

- Festinduktivität, 3300 µH L1
- SMD-Induktivität, 680 µH/150 mA L2
- Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16 A REL1
- Temperatursicherung S105 SI1
- 1 Tube Wärmeleitpaste
- 1 Stecker-Steckdosen-Gehäuse OM54

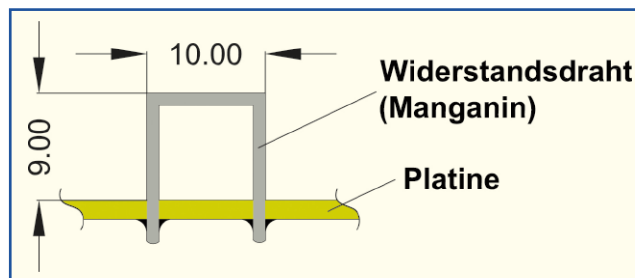
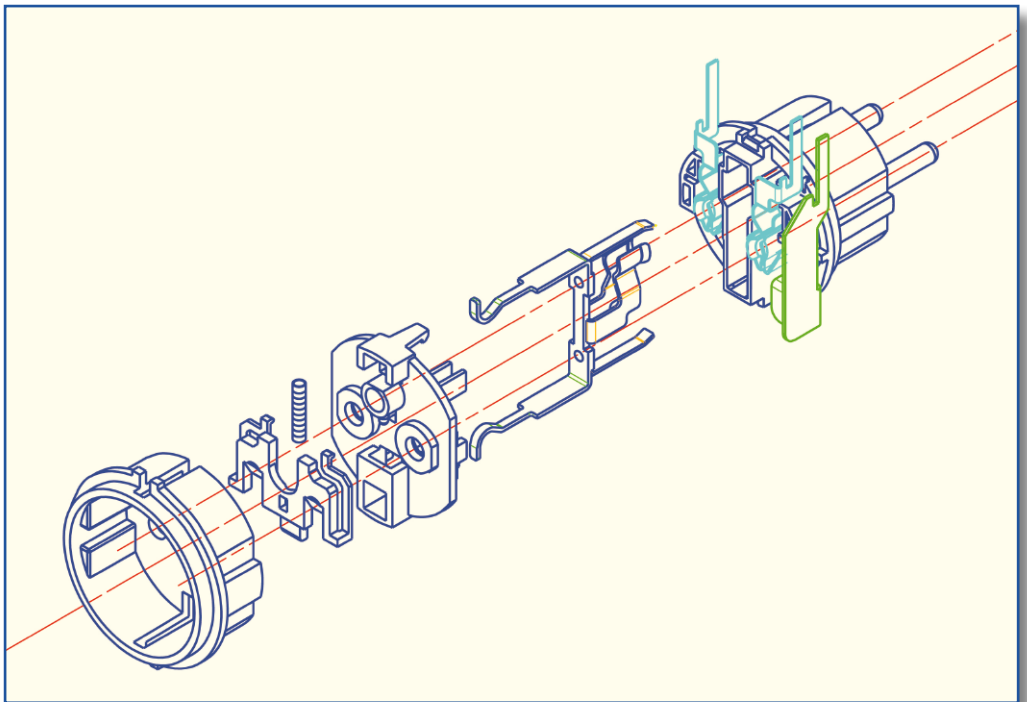


Bild 2: Shunt-Widerstände

**Bild 3:
Zusammenbau des
Steckdoseneinsatzes**



Spannung von 8 V, die mit dem Spannungsregler IC 2 stabilisiert wird.

Wie schon erwähnt, wird der Laststrom mit den beiden Shunt-Widerständen R 3 und R 4 gemessen. Die Wechselspannung über diesen Widerständen ist proportional zum fließenden Strom, jedoch relativ klein. Die Verstärkung erfolgt mit den beiden Operationsverstärkern IC 3 A und IC 3 B. Der Arbeitspunkt für die beiden Verstärkerstufen wird mit dem Spannungsteiler R 6 und R 7 auf 4 V festgelegt. Die beiden Dioden D 7 und D 8 schützen den OP-Eingang vor Spannungsspitzen. Da es sich um Wechselspannung handelt, sind die Koppelkondensatoren C 13 und C 19 notwendig. Der Verstärkungsfaktor jeder OP-Stufe beträgt 45,45, wodurch sich ein Gesamtverstärkungsfaktor von 2066 ($45,45 \times 45,45$) ergibt.

Das verstärkte Wechselspannungssignal wird nun mit der Diode D 9 gleichgerichtet und mit C 20 gesiebt. Der nachfolgende Komparator IC 4 wertet diese Spannung aus und schaltet ab einer definierten Spannung den Ausgang auf High-Pegel, wodurch der Transistor T 2 das Relais REL 1 einschaltet. Dieses Relais überbrückt dann den im Lastzweig liegenden NTC-Widerstand. Wird der angeschlossene Verbraucher wieder ausgeschaltet, sinkt die Spannung über den beiden Shunt-Widerständen, und das Relais fällt wieder ab.

Nachbau

Zum Nachbau ist folgender Sicherheitshinweis zu beachten:

Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netz-Trenntransformator zu verwenden.

Die Bestückung der Platine erfolgt gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauteilen. Die SMD-Bauteile sind schon vorbestückt, so dass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdruckes und des Schaltbildes. Die Bauteile werden auf der Platinenunterseite verlötet, überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider gekürzt. Beim Bestücken der Elkos ist auf die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind auf dem Gehäuse am Minus-Pol gekennzeichnet. Nachdem der Spannungsregler IC 2, der Widerstand R 1 und Spule L 1 bestückt und verlötet sind, erfolgt die Bestückung der stromführenden Bauteile. Hierbei ist darauf zu achten, dass beim Verlöten ausreichend Lötzinn verwendet wird. Die beiden Shunt-Widerstände R 3 und R 4 werden aus Manganindraht hergestellt. Jeder Widerstand besteht aus einem 35 mm langen Stück Widerstandsdraht, der, wie in Abbildung 2 dargestellt, in die Platine einzusetzen ist. Auch hier gilt: beim Verlöten reichlich Lötzinn hinzugeben und die Lötstelle ausreichend lang erhitzen, bis das Lötzinn sauber verläuft.

Der NTC-Widerstand und die Temperatursicherung werden thermisch gekoppelt montiert. Hier werden beide Bauteile so eingebaut und verlötet, dass sie auf gleicher Höhe stehen und sich möglichst großflächig berühren. Zur besseren Wärmeübertragung wird zwischen beiden Bauteilen etwas Wärmeleitpaste aufgetragen. Zum Schluss wird das Relais bestückt und verlötet.

Gehäuseeinbau und Endmontage

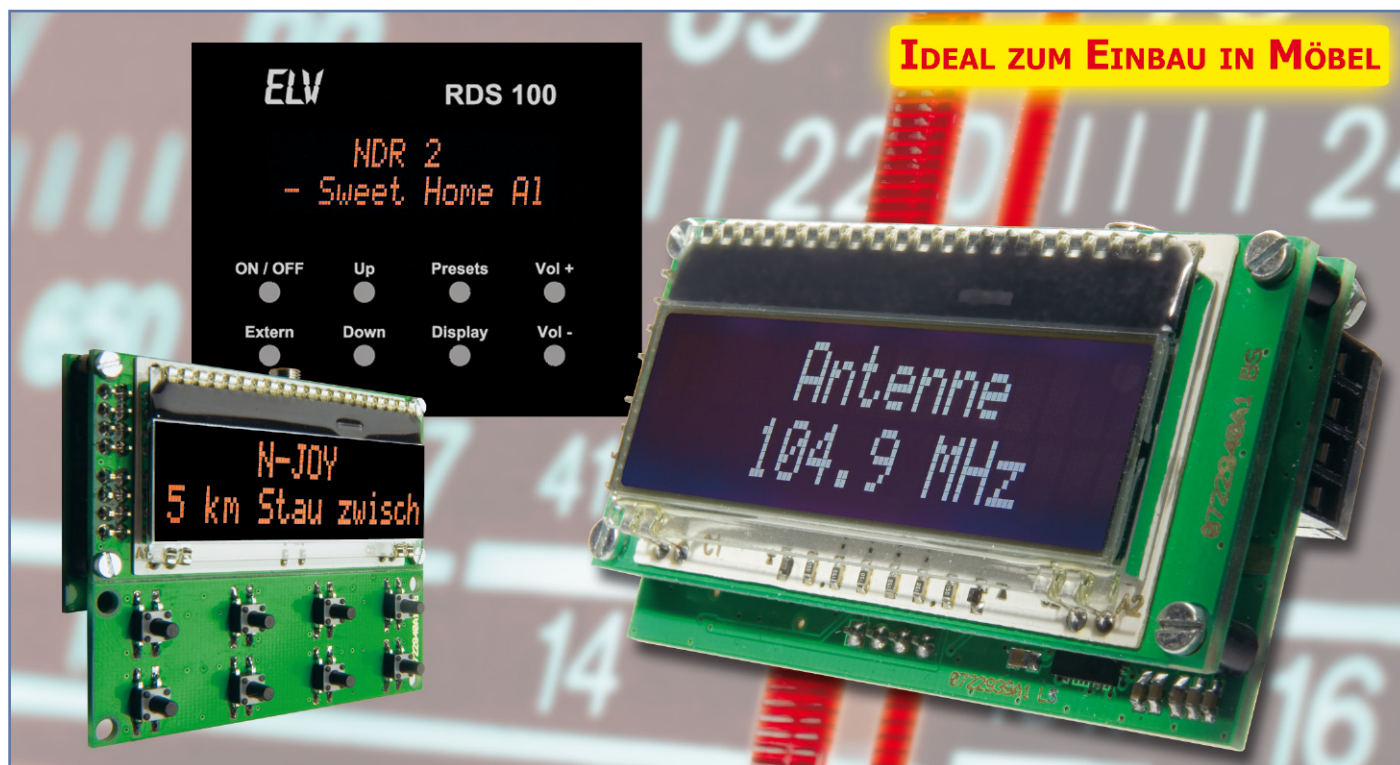
Zunächst wird die in Abbildung 3 dargestellte Steckereinheit zusammengesetzt. Als Nächstes ist die Basisplatte mit den drei Leitblechen der Steckereinheit zu verbinden. Die Leitbleche für die Kontakte ST 2 und ST 3 sind entsprechend auf die Länge der Lötfläche zu kürzen. Anschließend setzt man die Platine mit der Bestückungsseite nach oben auf die Leitbleche und schiebt diese so weit in Richtung Steckdoseneinsatz, dass die Leitbleche bis zum Anschlag in die dafür vorgesehenen Platinenschlitze eintauchen. Durch ein provisorisches Einsetzen dieser Einheit in die untere Gehäusehalbschale lässt sich der korrekte Sitz der Verbindung nochmals prüfen, bevor dann die Leitbleche mit ausreichend Lötzinn über die gesamte Länge (!) mit den zugehörigen Lötflächen verbunden werden.

Bevor man das Gehäuse zusammenbauen kann, ist in die Gehäuseoberschale die Lichtleiter-Taster-Kombination einzusetzen. Schließlich wird das Gehäuseoberteil auf das Unterteil aufgesetzt und man verschraubt beide Gehäuseteile mit den drei zugehörigen Gehäuseschrauben. Damit ist das Gerät einsatzbereit.

Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme ist zu beachten, dass zunächst die Einschaltstrombegrenzung in eine Netzsteckdose zu stecken und danach erst die Last anzuschließen ist. Damit ist sichergestellt, dass die Einschaltoptimierung bereits komplett betriebsbereit ist, wenn der Verbraucher zugeschaltet wird.

ELV



Mini-Stereo- RDS-Radio-Modul Teil 3

Das RDS-Radio-Modul zeichnet sich durch gute Empfangseigenschaften, Stereo, RDS und viele Sonderfunktionen aus und ist aufgrund der sehr kompakten Abmessungen flexibel einsetzbar. Im abschließenden dritten Teil des Artikels wird nun die Bedienung beschrieben und auf flexible Einsatzmöglichkeiten eingegangen.

Bedienung

Die Bedienung des RDS-100-Radio-Moduls erfolgt über insgesamt acht Tasten und ist im Grunde genommen intuitiv. Alle Informationen werden auf einem großen, hinterleuchteten Zwei-Zeilen-Display mit 2 x 16 Zeichen dargestellt. Bei der Entwicklung des Radios wurde auf eine hohe Flexibilität und eine modulare Bauweise Wert gelegt. Dadurch können das eigentliche Radio, das Display und die Tasten getrennt voneinander positioniert werden. Um die Tasten durch beliebige eigene Tasten ersetzen zu können, sind diese nicht in einer Matrix verschaltet. Doch nun zur eigentlichen Bedienung:

Die Bedienung orientiert sich am bestehenden Tastenfeld, wo mit dem Taster oben links das Gerät ein- und ausgeschaltet wird. Nach dem Einschalten führt das Gerät eine

kurze Initialisierungsphase durch, wobei in der oberen Displayzeile die Versionsnummer der Firmware und in der unteren Displayzeile „ELV“ angezeigt wird.

Display-Hauptanzeige

Nach der Initialisierung wird der zuletzt gehörte Sender automatisch wieder aufgerufen. Bei der ersten Inbetriebnahme startet automatisch der Sendersuchlauf und stoppt beim ersten Sender mit ausreichender Feldstärke. Sofern der Sender RDS-Informationen abstrahlt, erscheint nun in der oberen Displayzeile der Sendername in Klartext (8 Zeichen) und in der unteren Displayzeile die abgestimmte Senderfrequenz.

Uhrzeit/Datum

Insbesondere die öffentlich-rechtlichen Sendeanstalten unterstützen die Synchronisation der Uhrzeit und des Datums über das RDS-Signal (CT Current Time). Mit diesem

Signal wird die interne Uhr des RDS-100-Radios automatisch synchronisiert und gestellt. Die Uhrzeit erscheint dann automatisch rechts neben dem Sendernamen in der oberen Displayzeile.

Bei RDS-Empfang wird die Uhrzeit ständig neu synchronisiert und ist daher sehr genau. Sobald eine einmalige Synchronisation über das RDS-Signal erfolgt ist, läuft die Uhr intern mit Quarzgenauigkeit weiter, auch wenn kein RDS-Signal mehr zu empfangen ist.

Natürlich gilt das auch, wenn das Radio auf einen Sender abgestimmt wird, der kein RDS unterstützt.



Bild 17: Die Hauptanzeige des RDS 100

Abbildung 17 zeigt das Hauptdisplay in der defaultmäßigen Anzeigefunktion.

Sendersuchlauf

Über die Tasten „Up“ und „Down“ kann der Sendersuchlauf des RDS 100 gestartet werden. Mit jeder Betätigung der Taste „Up“ stoppt der Sendersuchlauf beim nächsten empfangbaren Sender mit höherer Frequenz, und mit jeder Betätigung der Taste „Down“ wird der nächste empfangbare Sender mit niedrigerer Frequenz aufgerufen. Sobald die RDS-Daten des neu gewählten Senders decodiert sind, erscheint der zugehörige Sendername in der oberen Displayzeile.

Lautstärke-Einstellung

Über die beiden Tasten „Vol +“ und „Vol -“ erfolgt die Einstellung der Lautstärke. Hier stehen insgesamt 25 Abstufungen zur Verfügung. Die aktuell eingestellte Lautstärke erscheint während der Einstellung anstatt des Sendernamens in der oberen Displayzeile (Abbildung 18). Bei ständig gedrückter „Vol +“-Taste wird die Lautstärke kontinuierlich erhöht und bei ständig gedrückter „Vol -“-Taste kontinuierlich verringert. Wenn länger als zwei Sekunden keine Taste mehr betätigt wird, kehrt das Gerät zur ursprünglichen Anzeige zurück (Anzeige des Sendernamens in der oberen Displayzeile). Solange die Betriebsspannung angeschlossen bleibt, übernimmt das Gerät nach dem Aus- und Wiedereinschalten (mit Hilfe des Tasters „On/Off“) die zuletzt eingestellte Lautstärke. Nach dem Abschalten der Betriebsspannung wird nach dem erneuten Anlegen der Be-



Bild 18: Die Lautstärke-Einstellung

triebsspannung und dem Einschalten mit der Taste „On/Off“ als Default-Wert die Lautstärkestufe 5 eingestellt.

Stationsspeicher

Zur individuellen Abspeicherung der Lieblingssender stehen 20 Speicherplätze (Stationsspeicher) zur Verfügung.

Stationsspeicher aufrufen

Das Aufrufen des Stationsspeichers erfolgt mit der Taste „Presets“ und die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes



Bild 19: Aufrufen des Stationsspeichers

mit Hilfe der Tasten „Up“ und „Down“. Die Speicherplatznummer wird dann links neben dem Sendernamen im Display angezeigt (Abbildung 19).

Sender speichern

Das Abspeichern von individuellen Sendereinstellungen erfolgt ebenfalls mit der Taste „Presets“. Zunächst ist der gewünschte Sender mit Hilfe des Sendersuchlaufs („Up“, „Down“) auszuwählen. Dann ist die Taste „Presets“ länger als 3 Sekunden gedrückt zu halten.

Die Speicherplatznummer links neben der Anzeige des Sendernamens wird nun mit einem Unterstrich angezeigt und mit den Tasten „Up“, „Down“ ist die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes vorzunehmen. Mit einer kurzen Betätigung der Taste „Presets“ wird der eingestellte Sender unter dem ausgewählten Speicherplatz (Stationsspeicher) abgespeichert und die Speicherplatznummer wieder ohne Unterstrich angezeigt.

Externer Audio-Eingang

An einer 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchse steht ein externer Audio-Eingang zur Verfügung.

Hier kann z. B. ein externer CD-Player oder ein MP3-Player angeschlossen werden.

Die Auswahl dieses Eingangs erfolgt mit der Taste „Extern“ (unten links) und Abbildung 20 zeigt die zugehörige Displayanzeige.

In diesem Betriebsmodus wird die aktuell eingestellte Lautstärkestufe ständig in der oberen Displayzeile angezeigt.

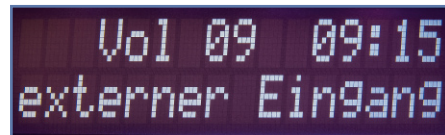


Bild 20: Externer Signal-Eingang

Displaymodus (Display)

Die Taste „Display“ des RDS 100 hat eine Toggle-Funktion, mit der die nachfolgend beschriebenen Funktionen nacheinander aufzurufen sind:

Datumsanzeige

Ausgehend von der Hauptanzeige ist die Taste „Display“ einmal kurz zu betätigen, um anstatt der Senderfrequenz das aktuelle Datum in der unteren Displayzeile anzuzeigen (Abbildung 21).



Bild 21: Die Datumsanzeige

Radiotext

Bei einer weiteren Betätigung der Taste „Display“ wird in der unteren Displayzeile der Radiotext angezeigt, sofern der eingestellte Sender diese Funktion unterstützt (Abbildung 22).

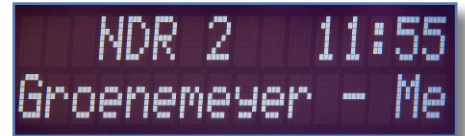


Bild 22: Die Anzeige mit Radiotext

Programm-Typus

Wird ausgehend von der Haupt-Displayanzeige (Senderfrequenz in der unteren Displayzeile) die Taste „Display“ dreimal betätigt, erfolgt die Anzeige des Programm-Typus des aktuell eingestellten Senders. Diese Funktion wird allerdings nicht von allen Sendeanstalten, die RDS übertragen, unterstützt. Beim RDS-System erfolgt die Einteilung der Sender nach 32 Sparten, die beim RDS 100 in Klartext angezeigt werden (Abbildung 23).



Bild 23: Die Programm-Typus-Anzeige

TP/TA

Durch eine weitere Betätigung der Toggle-Taste „Display“ gelangt man in den Displaymodus, in dem angezeigt wird, ob der eingestellte Sender Verkehrsfunk anbietet. Bei Sendern mit Verkehrsfunk erfolgt die Anzeige „TP“ (Traffic Program), während aktuelle Verkehrsdurchsagen zusätzlich mit „TA“ (Traffic Announcement) angezeigt werden (Abbildung 24).



Bild 24: Ein Sender mit Verkehrsfunk und Durchsagekennung

Stereo-/Mono-Anzeige

Ob das Radio im Stereo- oder im Mono-Betrieb arbeitet, ist durch eine weitere Betätigung der Taste „Display“ abzufragen.

Wie in Abbildung 25 zu sehen, wird



Bild 25: Stereo- oder Mono-Anzeige

die aktuelle Betriebsart in der unteren Displayzeile angezeigt.

Suchlauf-Empfindlichkeit

Beim RDS 100 kann die Empfindlichkeit beim Sendersuchlauf in vier Stufen verändert werden, wobei Level 0 die höchste und Level 3 die geringste Empfindlichkeit hat. Bei Level 0 stoppt der Suchlauf somit bereits bei sehr schwach einfallenden Sendern (u. U. auch bei Störungen), während bei Level 3 nur Sender mit sehr hoher Signalstärke akzeptiert werden. Defaultmäßig ist Level 2 eingestellt (empfohlene Einstellung).

Zum Verändern des Suchlauf-Levels ist die Taste „Down“ so lange gedrückt zu halten (ca. 10 Sekunden), bis in der unteren Displayzeile der aktuell eingestellte Level angezeigt wird (Abbildung 26). Die Auswahl des gewünschten Levels erfolgt mit den Tasten „Vol +“ und „Vol -“. Durch eine kurze Betätigung der Taste „Down“ wird die neue Einstellung übernommen und das Gerät kehrt in den ursprünglichen Anzeigemodus zurück.



Bild 26: Der Suchlauf-Level

Uhrzeit und Datum stellen

Unter normalen Betriebsbedingungen (mit RDS-Empfang) werden die Uhrzeit und das Datum automatisch über das RDS-Signal synchronisiert und das Stellen von Hand ist nicht erforderlich. Nur unter sehr schlechten Empfangsbedingungen oder wenn ausschließlich Sender ohne RDS-Unterstützung gehört werden, ist es erforderlich, die Uhrzeit und das Datum von Hand einzustellen.

Um in den Einstellmodus zu gelangen, ist die Taste „Extern“ so lange gedrückt zu halten, bis im Display die Uhrzeit und das Datum in der oberen Displayzeile mit einem Unterstrich bei der ersten Stelle der Stunden angezeigt wird (Abbildung 27).



Bild 27: Der Einstellmodus für Datum und Uhrzeit

Mit der „Down“-Taste kann nun die zu stellende Ziffer ausgewählt werden, angezeigt durch den Unterstrich. Das Verändern der jeweils selektierten Stelle erfolgt mit den Tasten „Vol -“ und „Vol +“. Zur Übernahme der eingestellten Daten und zum gleichzeitigen Verlassen des Einstellmodus ist kurz die Taste „Extern“ zu betätigen.

Stereo-Mono-Umschaltung

Das RDS 100 arbeitet defaultmäßig im Stereo-Betrieb und schaltet automatisch auf Mono um, wenn die Signalstärke des abgestimmten Senders zu schwach ist.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den Mono-Betrieb dauerhaft zu aktivieren. Der Mono-Betrieb ist sinnvoll, wenn das Gerät zum Beispiel nur mit einem Lautsprecher betrieben wird. Um in den Einstellmodus zu gelangen, ist die Taste „Up“ so lange gedrückt zu halten, bis in der unteren Displayzeile nur noch Stereo oder Mono (je nachdem, welche Betriebsart aktuell ausgewählt ist) angezeigt wird. Die Auswahl der gewünschten Betriebsart erfolgt dann mit den Tasten „Vol -“ und „Vol +“. Zum Abspeichern der ausgewählten Einstellung und zum Verlassen des Einstellmodus ist die Taste „Up“ kurz zu betätigen.

FS20-Fernbedienung

Das RDS-100-Radio-Modul kann über eine FS20-Funk-Fernbedienung betätigt werden, wenn ein optionales 868-MHz-HF-Empfangsmodul bestückt ist. Wie bereits im zweiten Teil des Artikels beschrieben, wird das Empfangsmodul seitlich an die Basisplatine angelötet.

Beliebige Tasten des Radio-Moduls können dabei beliebigen Tasten einer FS20-Funk-Fernbedienung zugeordnet werden. Für die gewünschten Tasten des Radios

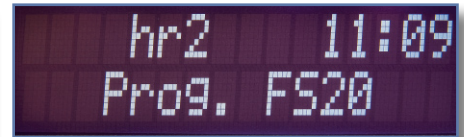


Bild 28: Der Programmiermodus für die Fernbedienung



Bild 29: Die Programmierung der Tastenfunktion der Fernbedienung

sind dann die Codes des zugehörigen FS20-Fernbedienungssenders zu programmieren. Verwendet werden können zum Beispiel die Fernbedienungen FS20 S8 oder FS20 S20.

Anlernen der Fernbedienung

Damit das Radio auf die Fernbedienungscodes reagieren kann, muss der Mikrocontroller des RDS 100 die Fernbedienungscodes der FS20-Funk-Fernbedienung speichern. Um in den Programmiermodus für die Fernbedienung zu gelangen, ist die Taste „Display“ so lange gedrückt zu halten, bis in der unteren Displayzeile „Prog. FS20“ angezeigt wird (Abbildung 28). Mit den Tasten „Vol -“ und „Vol +“ wird nun die zu programmierende Tastenfunktion (z. B. Up/On/Off usw.) ausgewählt (Abbildung 29).

Wird nun die dieser Funktion zugeordnete Taste auf der Fernbedienung betätigt, erscheint wieder „Prog. FS20“ im Display. Dies signalisiert, dass der FS20-Code für diese Funktion gespeichert wurde und das Gerät zur Speicherung von weiteren Fernbedienungscodes bereit ist. In der gleichen Weise können alle Funktionen programmiert werden, wobei es aber nicht zwingend erforderlich ist, alle Funktionen des RDS 100 auch FS20-Fernbedienungscodes zuzuordnen. Wenn z. B. nur die „On/Off“-Funktion über das FS20-System genutzt werden soll, ist auch nur diese Taste zu programmieren.

Um alle gespeicherten Fernbedienungscodes zu löschen, ist im FS20-Programmiermodus die Taste „Down“ kurz zu betätigen. Im Display wird kurz „FS20“ gelöscht und danach wieder „Prog. FS20“ angezeigt.

Zum Verlassen des FS20-Programmiermodus ist die Taste „Display“ kurz zu betätigen.

Modulare Konstruktion

Aufgrund der modularen Konstruktion können die eigentliche Radioplatine, die Displayplatine und die Bedientasten getrennt voneinander untergebracht werden.

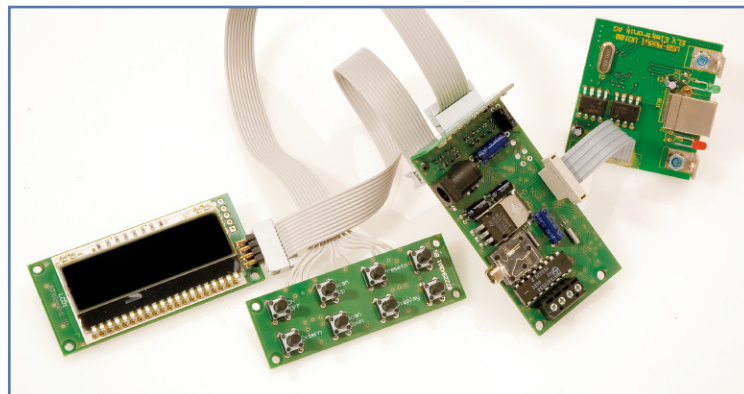


Bild 30: Der Einbau der einzelnen Leiterplatten des RDS 100 ist sehr flexibel möglich.

Tabelle 3: Tastenfunktionen des Stereo-RDS-Radio-Moduls RDS 100

Betriebsmodus		
Taste		Funktion
ON /OFF	kurzer Tastendruck	Radio ein- oder ausschalten
Extern	kurzer Tastendruck	Umschaltung zwischen Radio und externer Stereoquelle
Up	kurzer Tastendruck	nächsten Sender mit höherer Frequenz suchen (Suchlauf stoppt automatisch bei allen Sendern, deren Feldstärke über der vorgegebenen Schwelle liegt)
Down	kurzer Tastendruck	nächsten Sender mit niedrigerer Frequenz suchen (Suchlauf stoppt automatisch bei allen Sendern, deren Feldstärke über der vorgegebenen Schwelle liegt)
Presets	kurzer Tastendruck	Aufruf des Stationsspeichers (Speicherplatzanzeige links oben im Display), Speicherplatzauswahl mit „Up“ oder „Down“
Display	kurzer Tastendruck	sequenzielle Anzeige von Sonderfunktionen in der unteren Displayzeile (Empfangsfrequenz, Datum, Radiotext, Programm-Typus, Verkehrsfunk, Stereo/Mono)
Vol +	kurzer Tastendruck	Lautstärke erhöhen
	langer Tastendruck	kontinuierliche Lautstärkerhöhung
Vol -	kurzer Tastendruck	Lautstärke verringern
	langer Tastendruck	kontinuierliche Lautstärkeverringern
Einstellmodus		
Taste		Funktion
Presets	langer Tastendruck	Eingestellten Sender abspeichern: - Speicherplatznummer (links oben im Display mit Unterstrich) - Speicherplatz mit „Up“ oder „Down“ auswählen - speichern und Modus verlassen mit der Taste „Presets“ (kurzer Tastendruck)
Extern	langer Tastendruck	Uhr stellen: - Auswahl der zu stellenden Stelle mit „Down“ - Einstellen mit „Vol -“ und „Vol +“ - Modus verlassen mit der Taste „Extern“ (kurzer Tastendruck)
Down	langer Tastendruck	Suchlauf-Empfindlichkeit (Level 0 bis 3) einstellen: - Einstellen mit „Vol -“ und „Vol +“ - Modus verlassen mit der Taste „Down“ (kurzer Tastendruck)
Up	langer Tastendruck	Stereo-Mono-Umschaltung: - Einstellen mit „Vol -“ und „Vol +“ - Modus verlassen mit der Taste „Up“ (kurzer Tastendruck)
Display	langer Tastendruck	Programmiermode für FS 20 Fernbedienungen: - Anzeige im Display: Prog. FS 20 - Tastenfunktion mit „Vol -“ und „Vol +“ auswählen - Anzeige der ausgewählten Tastenfunktion in Display - gewünschte Fernbedienungstaste betätigen - Anzeige im Display: Prog. FS 20 - Alle FS 20 Codes löschen mit der Taste „Down“ (kurzer Tastendruck) - Mode verlassen mit der Taste „Display“ (kurzer Tastendruck)


Dadurch ist je nach Anwendung und nach den individuellen Platzverhältnissen der Einbau der einzelnen Platinen sehr flexibel möglich.

Abbildung 30 zeigt an einem Beispiel die Verbindung der Platinen mit Hilfe von Stiftleisten, Flachbandkabeln und Pfostenverbindern.

USB-Modul-Anschluss

Zum Anschluss eines optionalen USB-Moduls steht eine 4-polige Stiftleiste zur Verfügung. Hier kann das optisch getrennte ELV-USB-Modul OU 100 angeschlossen werden. Zwischen der Ra-

dioplatine und dem USB-Modul sind nur 4 Verbindungen erforderlich. Das Beispiel in Abbildung 30 zeigt auch den Anschluss des USB-Moduls.

In der Bauanleitung des RDS 100, die jedem Bausatz beiliegt, ist das Datenprotokoll für die USB-Kommunikation veröffentlicht. 

CLIP-Rufnummern-Erkennung

Der Rufnummern-Detektiv



oder macht gute Laune.

Erkennen Sie schon am Klingelton, wer anruft!

Dieses Komfortmerkmal modernster Handys kann man mit der CRE 100 via TAE an jedem analogen Telefonanschluss und somit unabhängig vom verwendeten Telefon realisieren. Die CRE 100 kann bis zu acht verschiedene Telefonnummern speichern und diese mit der Telefonnummer des Anrufers vergleichen. Gibt es eine Übereinstimmung, spielt das Gerät einen zuvor zugeordneten Soundfile ab. Insgesamt steht ein Soundspeicher für 90 Sekunden Abspielänge zur Verfügung. Zudem besteht die Möglichkeit, externe Komponenten wie Relais oder LEDs über einen universellen Open-Collector-Ausgang zu schalten. Die Konfiguration erfolgt via USB über ein mitgeliefertes Windows-Programm, und vom Rechner stammen auch die Soundfiles.

Big Ben: Schwiegermutter ruft an!

Wie das jeder für sich empfindet, sei jedem selbst überlassen, aber in vielen Fällen ist es wirklich sehr nützlich, wenn man schon anhand des „Klingeltons“ identifizieren kann, wer anruft, um sich darauf einstellen zu können, eventuell sogar gar nicht erst abzunehmen (Thema „Stalking“) usw.

Bei modernen Handys und auch gut ausgestatteten Festnetztelefonen kennt man die Zuordnung zwischen Anrufernummer und einem entsprechenden Display-Text („Chef ruft“) schon einige Zeit. Modernste Handys erlauben es auch, Anrufern be-

stimmte Klingeltöne oder sogar beliebige Soundfiles zuzuordnen.

Und genau dies realisiert die CRE 100 für Ihren normalen Analog-Telefonanschluss! Das kleine Gerät wird einfach zwischen

TAE-Anschlussdose und das Telefon geschaltet und benötigt nur noch ein Stecker-netzteil zur Spannungsversorgung. Der Telefonanschluss wird durch das Zwischen-schalten in keiner Weise eingeschränkt—die

Technische Daten: CRE 100

Spannungsversorgung:	6–18 V _{DC}
DC-Versorgungsanschluss:	Hohlstecker 3,5/1,3 mm
Max. Stromaufnahme:	500 mA bei 8 Ω Lautsprecherimpedanz
Max. Ausgangsleistung:	390 mW bei 8 Ω Lautsprecherimpedanz
Max. Sound-Speicherkapazität:	90 Sek.
Open-Collector-Ausgang:	U _{max} = 30 V
Abmessungen (B x H x T):	115 x 65 x 28 mm

CRE 100 „hört“ gewissermaßen nur mit, wird durch die Rufspannung aktiviert und identifiziert die Rufnummer des Anrufers (CLIP-Funktion).

CLIP?

Die Abkürzung CLIP steht für **C**alling **L**ine **I**dentification **P**resentation. Dies ist ein Leistungsmerkmal für ankommende Rufe, bei dem die Rufnummer des rufenden Teilnehmers übermittelt wird. Dafür wird ein digitales Signal nach V.23-Norm mittels Frequenz-Shift-Keying (FSK) verwendet. Die Daten werden zwischen dem ersten und zweiten Rufsignal (Klingeln) übertragen.

Wie geht das?

Die CRE 100 verfügt über ein Spezial-IC, das diese Daten herausfiltern und decodieren kann. Der Rest ist einfach – ein Mikrocontroller vergleicht die decodierten Daten mit den im EEPROM des Mikrocontrollers abgelegten Rufnummern. Findet sich hier eine Übereinstimmung, erfolgt die Ausgabe des abgespeicherten und zuvor am PC zugeordneten Soundfiles über einen kleinen Lautsprecher.

Für bestimmte Anwendungen, etwa in lauter Umgebung oder für Hörbehinderte, ist es möglich, eine oder mehrere Anrufnummern einem Schaltausgang zuzuordnen, so dass dieser etwa ein Lichtsignal oder eine Außenklingel ansteuern kann. So weiß man auch unter o. g. Umständen sofort, dass jemand aus dem gespeicherten Personenkreis von max. 8 Rufnummern anruft und nicht irgendwer sonst. Ein Blick auf das Display des (CLIP-fähigen) Telefons sagt dann auch, wer konkret aus diesem Kreis anruft.

Zusammen mit dem Gerät bzw. Bausatz wird eine Windows-Software ausgeliefert, über die man das Gerät sehr einfach konfigurieren kann. Über diese Software ist es möglich, auch beliebige (allerdings in ein bestimmtes Format zu bringende) Soundfiles im WAV-Format, die auf dem PC gespeichert sind, den einzelnen Rufnummern zuzuordnen und diese auf die CRE 100 zu übertragen. Letzteres erfolgt über die heute allgegenwärtige USB-Verbindung, die auch die Spannungsversorgung der CRE 100 übernimmt, solange sie am PC angeschlossen ist.

Sind die Konfigurations- und Sounddaten übertragen, kann man die CRE 100 vom PC trennen und an ihrem Einsatzort installieren. Dort erfolgt die Spannungsversorgung über ein externes Netzteil.

Die Daten gehen nach der Trennung von der Stromversorgung nicht verloren, da sie ausfallsicher in einem Flash-Speicher liegen.

Wollen wir uns zunächst einmal mit der Software, der Installation und Konfiguration des Gerätes befassen.

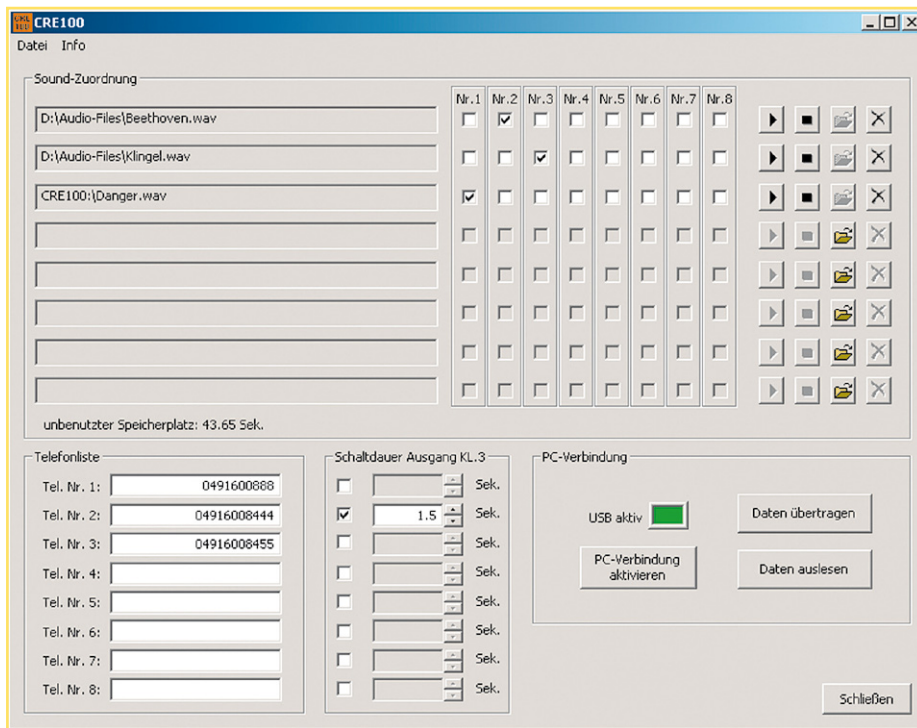


Bild 1: Das Programmfenster des Konfigurationsprogramms

Installation und Bedienung

Zuerst sind der USB-Treiber und die Software auf dem PC zu installieren. Nutzer des Betriebssystems Windows XP und Windows 2000 können die CRE 100 zur ersten Inbetriebnahme an einem freien USB-Port des Computers anschließen. Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber. Dieser Treiber (CRE100.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Ordner „ELV_CRE100_Drivers“. Die zwischenzeitliche Warnung, dass es sich um einen unsignierten Treiber ohne Windows-Logo handelt, ist dabei zu ignorieren.

Extratour für Windows 98 SE/Me

Unter Windows 98 SE bzw. Me ist vor dem Anschließen der CRE 100 die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV_CRE100_Drivers“. Anschließend kann die CRE 100 mit dem PC verbunden werden.

Nach der Installation des Treibers installiert man die ebenfalls auf der CD befindliche PC-Software. Um die Software optimal bedienen zu können, ist eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten notwendig.

Programmstart

Nach dem Programmstart öffnet sich das Dialogfenster (Abbildung 1).

Über dieses Fenster werden alle Einstellungen am Gerät vorgenommen, es ist in mehrere Abschnitte unterteilt, die wir im Folgenden erläutern.

Um die Verbindung zwischen dem PC und der CRE 100 herzustellen, ist zunächst der Button „PC-Verbindung aktivieren“ zu drücken. Eine aktive USB-Verbindung erkennt man daran, dass die Farbfläche neben der Beschriftung „USB aktiv“ von Rot nach Grün wechselt. Ein nochmaliger Druck auf den Button trennt die USB-Verbindung wieder.

Mit dem Button „Daten auslesen“ besteht die Möglichkeit, die aktuellen Einstellungen aus der CRE 100 auszulesen.

Hinweis: Während die PC-Verbindung aktiviert ist, ist die Rufnummern-Erkennung deaktiviert.

Sound-Zuordnung

In diesem Abschnitt des Programmfensters wird festgelegt, welcher Sound bei welcher erkannten Telefonnummer starten soll. Um eine WAV-Datei auf die CRE 100 zu übertragen, ist zunächst über den Ordner-Button die Audiodatei auf dem PC auszuwählen. Nach erfolgreicher Auswahl erscheint in dem Textfeld auf der linken Seite der zugehörige Datei-Pfad. Mit dem Play-Button ist eine Wiedergabe des Soundfiles zur Kontrolle möglich, der Stop-Button beendet die Wiedergabe.

Damit die Sound-Dateien zur CRE 100 übertragen werden können, müssen diese in einem bestimmten Format auf dem PC vorliegen:

Format:	WAV (PCM)
Samplingrate:	22,050 kHz
Auflösung:	8 Bit
Anzahl an Kanälen:	1 (Mono)

Nur unter diesen Bedingungen ist es der CRE 100 möglich, die Sounds auszuge-

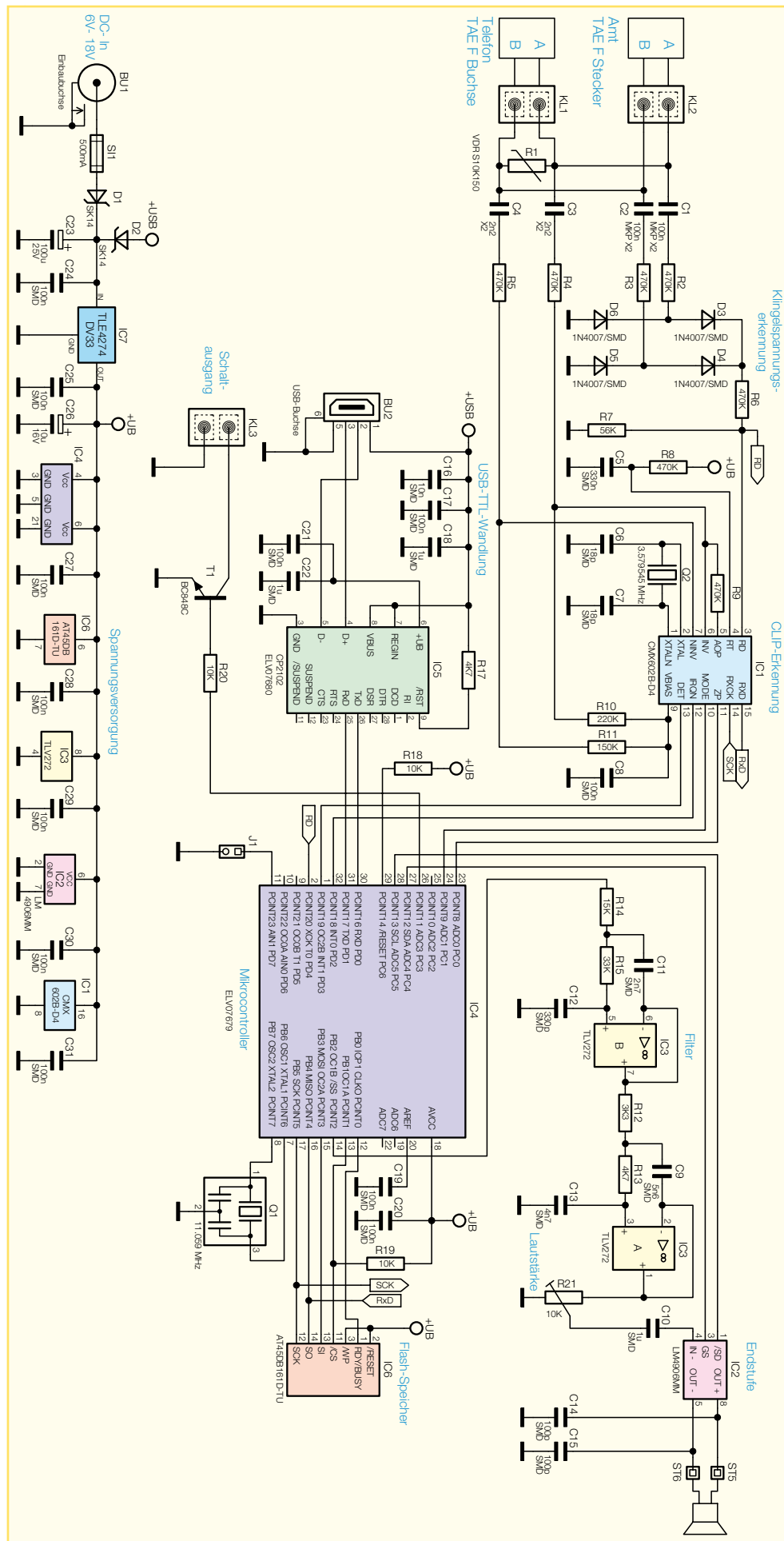


Bild 2: Das Schaltbild der CRE100

ben. Um eine solche Sound-Datei zu erstellen, kann man z. B. den im Windows-Betriebssystem vorhandenen Audiorecorder einsetzen. Außerdem gibt es im Internet diverse kostenfreie Programme, die eine Umwandlung selbst von anderen Audio-Formaten in das erforderliche Format ermöglichen oder die Lautstärke des Soundfiles verändern.

Im nächsten Schritt erfolgt die Festlegung, welche Telefonnummer mit dem Sound verknüpft werden soll, dazu wird das jeweilige Häkchen neben dem Textfeld gesetzt. In Abbildung 1 kann man z. B. erkennen, dass der Rufnummer 04916008444 der Sound „Beethoven.wav“ zugeordnet ist.

Eine WAV-Datei ist auch für mehrere Telefonnummern einsetzbar. Dafür sind einfach die entsprechenden Häkchen neben dem Textfeld zu setzen. Um einen Sound aus der Zuordnung zu entfernen, muss der Button „Sound Löschen“ betätigt werden. Beginnt der Pfad eines Soundfiles mit „CRE100:\...“, so befindet sich dieser im Datenflash der CRE 100.

Im unteren Bereich des Abschnitts erscheint der unbenutzte Speicherplatz in Sekunden. Diese Anzeige wird nach jeder Änderung automatisch angepasst und liefert so schnell und präzise die noch zur Verfügung stehende Zeit.

Telefonliste

In diesem Bereich sind die Rufnummern einzutragen, auf die die CLIP-Rufnummern-Erkennung reagieren soll. Die Rufnummer ist einfach fortlaufend, ohne Zwischenräume, Trennstriche usw. in ein leeres Feld einzutragen. Um eine Rufnummer zu entfernen, markiert man sie mit der Maus und löscht sie mit der „Entf“-Taste auf der Tastatur.

Schaltausgang definieren

Neben der Telefonliste befindet sich der Bereich zum Einstellen des Schaltausgangs. Mit dem Setzen des Häkchens neben der Rufnummer wird nun bei Erkennung der Rufnummer der Open-Collector-Ausgang an Klemme KL 3 durchgeschaltet. Dabei kann man die Zeitdauer angeben, wie lange der Ausgang durchgeschaltet bleiben soll. Die Zeit ist dabei auf maximal 5 Sek. in 0,1-Sek.-Schritten einstellbar.

Daten übertragen

Sind alle Einstellungen vorgenommen, kann die Konfiguration mit dem Button „Daten übertragen“ auf der CRE 100 gespeichert werden. Nachdem alle Daten übertragen sind, öffnet sich ein Hinweifenster zur Bestätigung. Die Datenübertragung kann je nach Datenmenge mehrere Minuten dauern.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung der CRE 100 ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Spannungsversorgung der CRE 100 erfolgt über die USB-Schnittstelle oder über ein separates Netzteil mit 6 bis 18 VDC. Mit den zwei Schottky-Dioden D 1 und D 2 vom Typ SK14 werden die Spannungsschienen voneinander entkoppelt, zusätzlich schützt die SMD-Sicherung SI 1 ein angeschlossenes Netzteil vor einem Kurzschluss auf der Platine. Die gesamte Schaltung arbeitet mit einer Betriebsspannung von +3,3 V. Diese Spannung +U_B wird mit dem Spannungsregler IC 7 vom Typ TLE4274DV33 erzeugt. Dieser Spannungsregler benötigt eine Eingangsspannung von minimal 4,7 V und ist somit auch für den Betrieb an einem USB-Port geeignet. Die Kondensatoren C 23 und C 24 glätten die Eingangsspannung. Mit den Kondensatoren C 25 bis C 31 wird die Betriebsspannung +U_B geglättet und hochfrequente Störspannungen werden herausgesiebt sowie Schwingneigungen des Spannungsreglers unterdrückt.

Am Mikrocontroller IC 4 befindet sich der Keramikschwinger Q 1, der den Systemtakt erzeugt. Über den an +U_B angeschlossenen Widerstand R 18 wird ein definierter Reset nach dem Anlegen der Spannungsversorgung ermöglicht. Das am Pin 11 des Mikrocontrollers befindliche Jumperpad J 1 benötigt man, um für ein eventuelles Firmware-Update den Bootloader des Controllers zu laden. Dazu müssen die Pads beim Anlegen der Versorgungsspannung kurzgeschlossen werden. Anschließend befindet sich der Controller im Bootloader-Modus und wartet auf ein Firmware-Update. Um den Bootloader-Modus wieder zu verlassen, genügt es, die Spannungsversorgung zu unterbrechen.

Die als Open-Collector-Ausgang ausgelegte Transistorstufe mit T 1 wird über Pin 26 von IC 4 gesteuert. Sein Kollektor ist mit der Klemme KL 3 verbunden, der Widerstand R 20 dient als Vorwiderstand.

Um die vom PC kommenden Soundfiles zu speichern, wird zusätzlicher Speicherplatz benötigt, den der Flash-Speicher IC 6 zur Verfügung stellt. Dieser 16 MBit große Datenspeicher kann bis zu 90 Sekunden an Sounddaten speichern.

Die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem Flash-Speicher erfolgt über die SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface). Dabei ist der Mikrocontroller der Master und der Flash-Speicher der Slave. Über die Chip-Select-Leitung (Pin 11 von IC 6) kann der Mikrocontroller den Flash-Speicher ansprechen und seine Daten von MOSI (Master out Slave in) nach SI (Slave in) transportieren. Das Auslesen der Sounddaten erfolgt von SO (Slave out) nach MISO (Master in Slave out). Der für beide Richtungen benötigte Takt wird vom Master an der SCK-Leitung erzeugt (Serial Clock). Über Pin 12 kann der Mikrocontroller sofort erkennen, ob der Flash-Speicher im Moment beschäftigt ist oder neue Befehle von Controller empfangen kann. Der Widerstand R 19 ist als Pull-up-Widerstand eingesetzt.

Die Datenverbindung zwischen der PC-Software und der CRE 100 wird über den USB-TTL-Wandler IC 5 hergestellt. Dazu besteht zwischen dem Mikrocontroller IC 4 und dem IC 5 eine serielle Datenverbindung via „RxD“ und „TxD“. Die Kondensatoren C 16 bis C 18 sowie C 21 und C 22 dienen zur Entstörung und Stabilisierung der Versorgungsspannung +USB. Ein definierter Reset des Wandlers nach dem Anschließen an einem USB-Port wird durch den auf +USB gelegten Widerstand R 17 am Reset-Pin 9 erreicht.

Kommen wir nun zum eigentlichen Herzstück der CRE 100, der CLIP-Erkennung. Wie schon eingangs erwähnt, werden die CLIP-Daten als FSK-moduliertes Signal zwischen dem ersten und zweiten Klingeln übertragen. Das IC 1 vom Typ CMX602B demoduliert diese Daten und gibt sie über die Signalleitung RxD zum Pin 16 des Mikrocontrollers aus. Der CMX602B wird mit dem Quarz Q 2 betrieben, der den Systemtakt auf 3,579 MHz stabilisiert.

Die Anbindung an das Telefonnetz erfolgt über die Klemmen KL 1 und KL 2. Der eingesetzte Varistor R 1 schützt die Schaltung vor Überspannungen aus eventuellen Blitzeinschlägen oder Störungen im Telefonnetz. Mit den Kondensatoren C 1 bis C 4 wird der Gleichspannungsanteil abgeblockt und die Widerstände R 2 bis R 5 dienen als Schutzwiderstände. Das Klingeln eines Telefons wird durch ein die Telefon-Gleichspannung überlagerndes Wechsellspannungssignal ausgelöst. Um dieses Wechsellspannungssignal zu detektieren, erfolgt zunächst eine Gleichrichtung mit einem Brückengleichrichter, bestehend aus den Dioden D 3 bis D 6. Damit das so gleichgerichtete Spannungssignal auch am Pin 3 (RD) vom CMX602B auswertbar ist, ist es noch mit dem Spannungsteiler aus R 6 und R 7 auf einen für die Elektronik ungefährlichen Spannungspegel zu bringen. Gleichzeitig wird dieses Signal

über die Signalleitung RD zum Pin 2 des Mikrocontrollers gegeben.

Nach dem Klingeln werden die Pins 10 und 11 des IC 1 so vom Mikrocontroller angesteuert, dass der CMX602B sich im Modus zur FSK-Demodulierung befindet.

Das nachfolgende Signal aus FSK-modulierten CLIP-Daten gelangt über die Kondensatoren C 3 und C 4 und die Widerstände R 4 und R 5 an die Pins 6 und 7 des CMX602B. An diesen Pins befinden sich die Eingänge eines On-Chip-Operationsverstärkers. Ab hier beginnt der CMX602B mit der Demodulation des Datensignals. Mit einem vom Mikrocontroller IC 4 über die SCK-Leitung zur Verfügung gestellten Taktsignal werden die demodulierten CLIP-Daten vom CMX602B übermittelt.

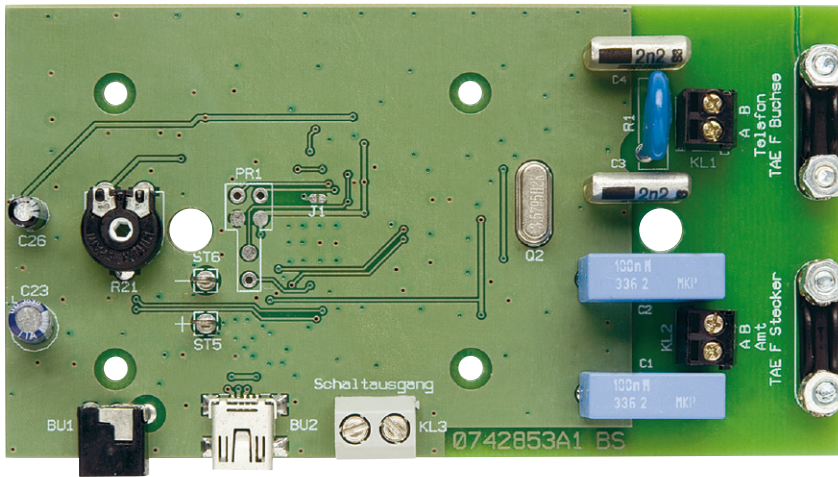
Damit nach dem Erkennen einer Telefonnummer die CRE 100 einen Klingelton abspielen kann, werden die Sounddaten aus dem Flash-Speicher ausgelesen und am Pin 14 des Mikrocontrollers als PWM-Signal (Pulsweitenmodulation) ausgegeben. Um aus diesem digitalen Signal wieder ein analoges Audio-Signal zu erzeugen, erfolgt die Einspeisung des PWM-Signals in das nachfolgende Filter. Das gesamte Filter um IC 3 A und B ist ein Butterworth-Filter 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca. 8 kHz. Das nun am Pin 1 von IC 3 A anliegende analoge Audio-Signal wird über das Potentiometer R 21, das zur Lautstärkeinstellung dient, und den Kondensator C 10 auf den Eingang der Endstufe geführt. Der Kondensator C 10 befreit das Audio-Signal vom Gleichspannungsanteil.

Die verwendete Endstufe vom Typ LM4906 ist ein Audio-Verstärker, der komplett ohne externe Bauteile auskommt. Die beiden Kondensatoren C 14 und C 15 sind eingesetzt, um eventuelle hochfrequente Störspannungen zu eliminieren. Durch einen Low-Pegel an der Steuerleitung \overline{SD} kann die Endstufe in den Shutdown-Mode gebracht werden. In dieser Einstellung ist der Ausgang abgeschaltet und die Stromaufnahme des Verstärkers wird auf ca. 0,1 μ A gesenkt. Die Steuerung des Shutdown-Mode übernimmt der Mikrocontroller.

Mit der anderen Steuerleitung (GS) ist es möglich, zwei Verstärkungsfaktoren einzustellen. Bei einem High-Pegel ist die Verstärkung auf 12 dB (4 V/V) eingestellt, mit anliegendem Low-Pegel sind es 6 dB (2 V/V). Bei der CRE 100 sind die 12 dB fest eingestellt. An den beiden Lötstiften ST 5 und ST 6 wird der Lautsprecher angeschlossen. Kommen wir nun zum Aufbau des Gerätes.

Nachbau

Der Aufbau des Gerätes gestaltet sich unkompliziert, da alle SMD-Bauteile



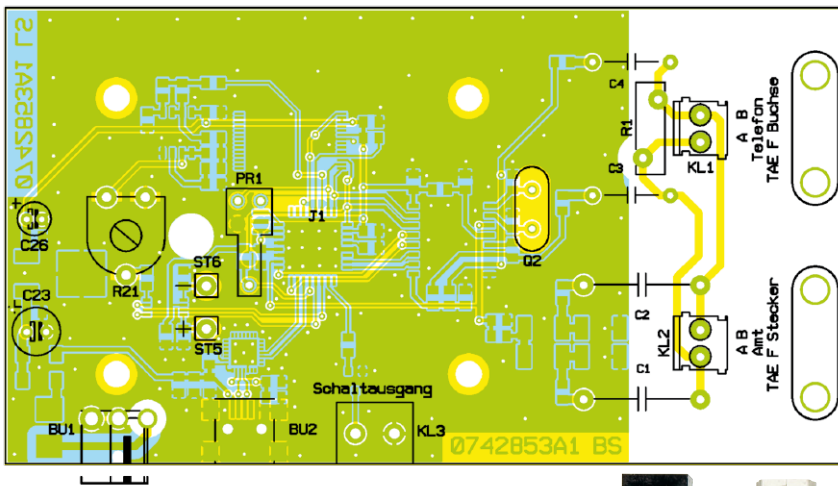
Ansicht der fertig bestückten Platine der CRE 100 von der Bestückungsseite

Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen, sie ist jetzt nochmals auf Bestückungsfehler, vergessene Bauelemente und Lötfehler zu kontrollieren.

Anschlusskabel vorbereiten

Dem Bausatz liegt ein Telefon-Verlängerungskabel mit TAE-Stecker und -Buchse bei. Dieses Verlängerungskabel ist in der Mitte durchzuschneiden, so dass man jeweils ein TAE-Stecker-Kabel und ein TAE-Buchsen-Kabel mit etwa einem Meter Länge erhält. Dann wird von jedem der beiden Enden mit einem Messer vorsichtig ca. 1,5 cm der schwarzen Isolierung entfernt. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass man die Isolierung der einzelnen Adern nicht beschädigt. Danach werden bei beiden Kabelenden die Adern, die zu den Anschlüssen 1 und 2 führen, ca. 5 mm abisoliert und verdreht. In Abbildung 3 ist die Nummerierung der Anschlüsse von Stecker und Buchse dargestellt. Im Folgenden werden wir uns nur noch auf diese Anschluss-Nummerierung beziehen.

Als Nächstes werden die Anschlussleitungen von außen durch die entsprechenden Ausfräsungen in das Gehäuseunterteil

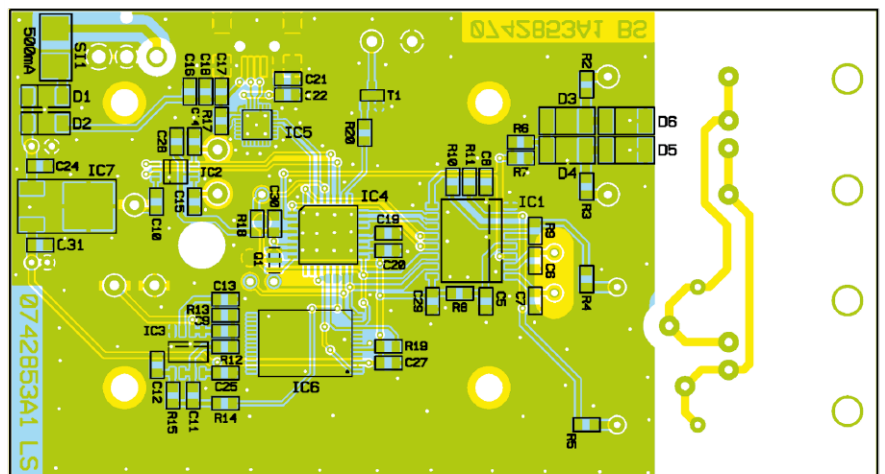
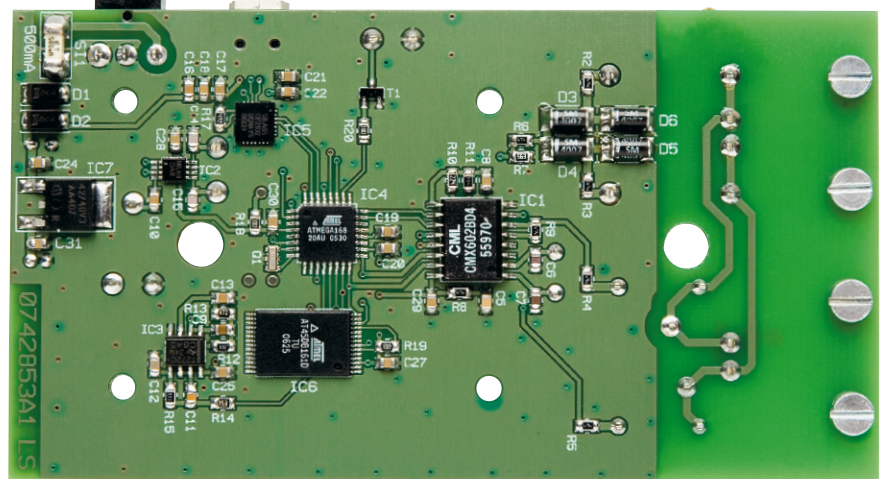


bereits vorbestückt sind. Dies erspart den Umgang mit den mitunter nicht leicht zu handhabenden SMD-Bauteilen. Dennoch ist die Bestückung wie üblich auf Bestückungsfehler, Lötzinnbrücken und vergessene Lötstellen zu prüfen.

Die Bestückung der restlichen Bauelemente erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos. Dabei ist auf die richtige Polarität der beiden Elkos C 23 und C 26 zu achten. Ebenso sollten die Buchse (BU 1) und die Klemmen (KL 1 bis KL 3) plan aufgesetzt und sauber ausgerichtet angelötet werden.

Die beiden Zugentlastungsbügel werden jeweils mit zwei Schrauben M3 x 14 mm, zugehörigen Muttern und Fächerscheiben befestigt, dazu sind die Schrauben von der Lötseite durch die entsprechenden Bohrungen zu führen, die Zugentlastung von der Bestückungsseite her auf die Schrauben zu setzen und mit Fächerscheibe und Mutter locker zu befestigen. Die endgültige Montage erfolgt, nachdem die Anschlussleitungen durchgeführt und an die Platine angelötet sind. Zum Schluss wird R 21 mit der Poti-Achse versehen.

Ansicht der fertig bestückten Platine der CRE 100 von der Lötseite



Stückliste: CLIP-Rufnummern-Erkennung CRE 100

Widerstände:

3,3 kΩ/SMD/0805	R12
4,7 kΩ/SMD/0805	R13, R17
10 kΩ/SMD/0805	R18–R20
15 kΩ/SMD/0805	R14
33 kΩ/SMD/0805	R15
56 kΩ/SMD/0805	R7
150 kΩ/SMD/0805	R11
220 kΩ/SMD/0805	R10
470 kΩ/SMD/0805	R2–R6, R8, R9
Varistor, S10K150	R1
PT10 für Sechskantachse, liegend, 10 kΩ	R21

Kondensatoren:

18 pF/SMD/0805	C6, C7
100 pF/SMD/0805	C14, C15
330 pF/SMD/0805	C12
2,2 nF/250 V~/Y2	C3, C4
2,7 nF/SMD/0805	C11
4,7 nF/SMD/0805	C13
5,6 nF/SMD/0805	C9
10 nF/SMD/0805	C16
100 nF/SMD/0805	C8, C17, C19–C21, C24, C25, C27–C31
100 nF/250 V/MKP/X2	C1, C2
330 nF/SMD/0805	C5
1 µF/SMD/0805	C10, C18, C22
10 µF/16 V	C26
100 µF/25 V/105 °C	C23

Halbleiter:

CMX602BD4/SMD	IC1
LM4906MM/SMD	IC2
TLV272/SMD	IC3
ELV07679/SMD/Hauptcontroller	IC4
ELV07680/SMD/USB-Controller	IC5
AT45DB161D-TU/SMD	IC6
TLE4274DV33/SMD	IC7

BC848C	T1
SK14/SMD	D1, D2
SM4007/SMD	D3–D6

Sonstiges:

Keramikschwinger, 11,059 MHz, SMD	Q1
Quarz, 3,579545 MHz, HC49U4	Q2
DC-Buchse, print	BU1
USB-B-Buchse mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD	BU2
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL3
Sicherung, 500 mA, träge, SMD	SI1
1 Lautsprecher, 8 Ω/0,5W, ø 40 mm	ST5, ST6
1 Kunststoff-Steckachse 6 ø x 16,8 mm, Schwarz	
2 Zugentlastungsbügel, 20 mm, RM = 14 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm	
2 Holzschrauben, 3,5 x 30 mm	
4 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M3	
2 Dübel, 6 mm	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Typ 2060, Lichtgrau, kpl., bearbeitet u. bedruckt	
1 CD CRE-100-Software	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini), 2 m, Schwarz	
1 Telefon-TAE-Verlängerungskabel, Stecker und Buchse	
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Rot	
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Schwarz	

Achtung!

Schließen Sie die Telefonleitung erst an, wenn alle Löt- und Montagearbeiten abgeschlossen sind und das Gehäuse verschlossen ist. Auf der Telefonleitung und damit an der CRE 100 können hohe Signal- und Überspannungen auftreten, die bei Berühren spannungsführender Teile Gesundheitsschäden hervorrufen können!

Schrauben der Zugentlastung so weit an, dass man die Kabel nicht mehr herausziehen kann. Die vier nicht angeschlossenen Adern der Anschlussleitungen sind zu kürzen und so zu verlegen, dass sie keinen Kontakt untereinander bekommen können. Jetzt werden die Kabel vorsichtig zurückgezogen und die Platine im Gehäuseunterteil platziert. Liegt die Platine in der richtigen Position, ist sie mit den vier Schrauben 2,2 x 5 mm im Gehäuse zu befestigen.

Zum Schluss erfolgt noch das Verlöten der Anschlüsse des im Gehäuseoberteil eingeklebten Lautsprechers mit den Lötstiftösen ST 5 und ST 6 über die zwei kurzen Leitungsstücke (ST 5: Rot/ST 6: Schwarz).

Inbetriebnahme

Hat man die CRE 100, wie im Abschnitt „Installation und Bedienung“ beschrieben, konfiguriert, kann das Gerät nun in Betrieb gehen. Wie gesagt, für den Betrieb am PC ist kein Netzteilanschluss notwendig, hier wird das Gerät per USB versorgt.

Anschließend erfolgt der Anschluss an das Telefonnetz.

Zunächst ist der TAE-Stecker des Telefons aus der zugehörigen TAE-Dose zu ziehen und in die TAE-Buchse der CRE 100 zu stecken. Dann steckt man den TAE-Stecker der CRE 100 in die TAE-Anschlussdose.

Für die Inbetriebnahme ist die CRE 100 mit einer Gleichspannung im Bereich von 6 V bis 18 V zu versorgen. Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung handeln, die nicht mehr als 15 VA liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von einfachen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt. Schaltnetzteile sind als Spannungsversorgung für diese Schaltung nicht zu verwenden, da es dabei zu Störungen der Sprachübertragung kommen kann.

Ein kurzer Anruftest von den gespeicherten Telefonnummern liefert nun die Bestätigung, dass das Gerät funktioniert und ab jetzt seinen Dienst verrichten kann.

ELV

geführt. Das TAE-Steckerkabel ist dabei durch die Öffnung mit der Beschriftung „Amt“ und das TAE-Buchsenkabel durch die Öffnung mit der Beschriftung „Telefon“ zu führen. Die Kabel können zunächst so weit durchgeschoben werden, dass man sie bequem auf der Platine verschrauben kann. Dazu werden erst beide Leitungen durch die zugehörige Zugentlastungsschelle (liegt, wenn die Platine in das Gehäuse eingelegt ist, direkt vor der jeweiligen Gehäuseöffnung) geführt, dann die abisolierten Enden

in die entsprechende Schraubklemme auf der Platine eingeführt und verschraubt. Hierbei sind Anschluss 1 des TAE-Steckers mit Klemme KL 2 A, Anschluss 2 des TAE-Steckers mit Klemme KL 2 B sowie Anschluss 1 der TAE-Buchse mit Klemme KL 1 A und Anschluss 2 der TAE-Buchse mit Klemme KL 1 B zu verbinden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kabel nach der Gehäusedurchführung nicht verdreht werden, so dass man die Leitungen später wieder zurückziehen kann. Nach dem Verschrauben der Adernenden werden die Anschlussleitungen mittig unter den Zugentlastungsschellen ausgerichtet und so weit darunter geschoben, dass die schwarze Isolierung mindestens 1 mm unter der Schelle hervorragt. Dann zieht man die

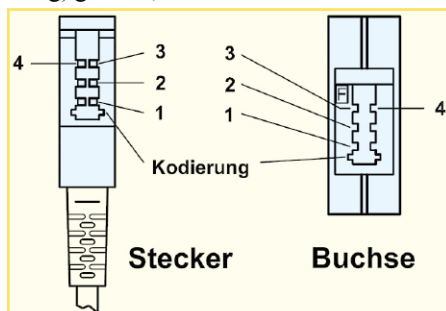
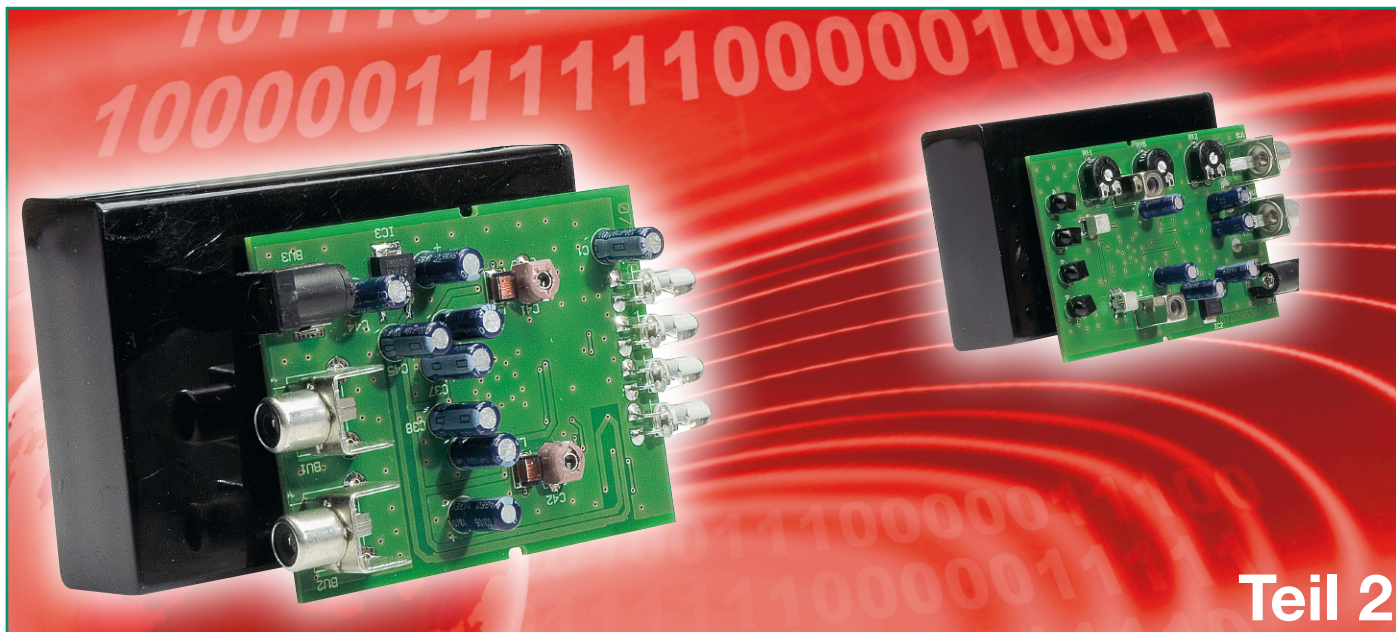


Bild 3: Die Anschlussbeschaltung von TAE-Stecker und TAE-Buchse



Teil 2

Stereo-IR-Übertragungssystem

Das System dient zur drahtlosen Übertragung eines Stereo-Audio-Signals innerhalb eines Raumes mit bis zu 18 m Reichweite und kann aufgrund der verwendeten Trägerfrequenzen von 2,3 MHz und 2,8 MHz in Kombination mit den meisten Infrarot-Kopfhörer-Systemen genutzt werden. Wenn im Haus bereits Funk-Systeme im 868-MHz-Bereich im Einsatz sind, besteht bei Infrarot, im Gegensatz zum Einsatz von Funk-Kopfhörern, nicht die Gefahr, dass diese Systeme gestört werden. Beliebige Audiogeräte sind einfach über Cinch-Buchsen anzuschließen.

Schaltung des Stereo-IR-Empfängers

Die Schaltung des Stereo-Infrarot-Empfängers ist in Abbildung 6 dargestellt. Auch hier kommt ein hoch integriertes IC zum Einsatz, dessen interne Stufen in Abbildung 7 zu sehen sind.

Mit Hilfe der schnellen Infrarot-Empfangsdioden D 1 bis D 4 wird das vom Sender abgestrahlte Infrarotlicht detektiert und in elektrische Signale umgesetzt. Das mit L 3 bis L 5 und C 41, C 42 aufgebaute Bandpassfilter unterdrückt Infrarot-Signale, die außerhalb des gewünschten Frequenzbereichs liegen. Über C 4 gelangt das empfangene Signal direkt auf den Eingang eines in IC 1 integrierten rauscharmen Verstärkers (LNA, Low-Noise-Amplifier), dessen Verstärkung 20 dB beträgt.

Zur Störunterdrückung wird der empfindliche IR-Verstärker mit einer separaten Betriebsspannung an Pin 5 versorgt, wobei die Komponenten R 14 und C 24 zur Filterung dienen. Der Infrarot-Verstärker verfügt über zwei identische Ausgänge, die an Pin 4 und Pin 8 zur Verfügung stehen.

Über C 5 und C 6 werden die Ausgangssignale dann auf weitere integrierte Verstärker gekoppelt. Der Verstärker, dessen Eingang an Pin 2 zugänglich ist, ist für den rechten Stereokanal und der andere Verstärker für den linken Stereokanal zuständig. Die typische Verstärkung dieser Stufen liegt bei 20 dB.

Das an Pin 12 anliegende Ausgangssignal wird über C 8 auf den Bandpassfilter BPF 1 gekoppelt, während das an Pin 44 anliegende Signal über C 10 auf den Bandpassfilter BPF 2 gelangt. Hier werden nun die jeweiligen FM-modulierten Trägerfrequenzen für den rechten und linken Kanal ausgefiltert.

Über C 7 und C 9 gelangen die ausgefilterten Signale auf Begrenzerschaltungen (Limiter), die für eine konstante Signalamplitude sorgen. Der Regelungsumfang dieser Stufen beträgt 60 dB, so dass parasitäre AM-Effekte vor der Einspeisung in die FM-Demodulatoren sicher unterdrückt werden.

Bei den FM-Demodulatoren handelt es sich um klassische Quadratur-Demodulatoren. Diese benötigen die Signale direkt (intern zugeführt) und um 90° in der Phase

gedreht. Für die Phasendrehung sind die mit L 1 und L 2 aufgebauten Schwingkreise zuständig.

Das demodulierte NF-Signal des rechten Kanals steht letztendlich an Pin 36 und das demodulierte NF-Signal des linken Kanals an Pin 20 zur Verfügung.

Die Komponenten R 9, C 32 bzw. R 8, C 31 sorgen für die erforderliche De-Emphasis.

R 11 und R 15 dienen zur getrennten Lautstärkeinstellung für die beiden Ausgangskanäle. Von den Schleiferabgriffen der Lautstärkeinsteller (R 11, R 15) werden die NF-Signale auf weitere im IC integrierte Verstärker gekoppelt, die dann die Ausgangssignale des rechten und linken Stereokanals zur Verfügung stellen. Über C 39, C 40 gelangen letztendlich die Signale auf die Ausgangsbuchsen BU 1 und BU 2.

Wenn am linken Kanal keine Trägerfrequenz empfangen wird, können die Ausgangsverstärker über eine Squelch-Funktion stummgeschaltet werden. Die Squelch-Schaltung detektiert das breitbandige FM-Rauschen über das mit C 1 bis C 3 und R 1, R 2 aufgebaute Hochpass-RC-Fil-

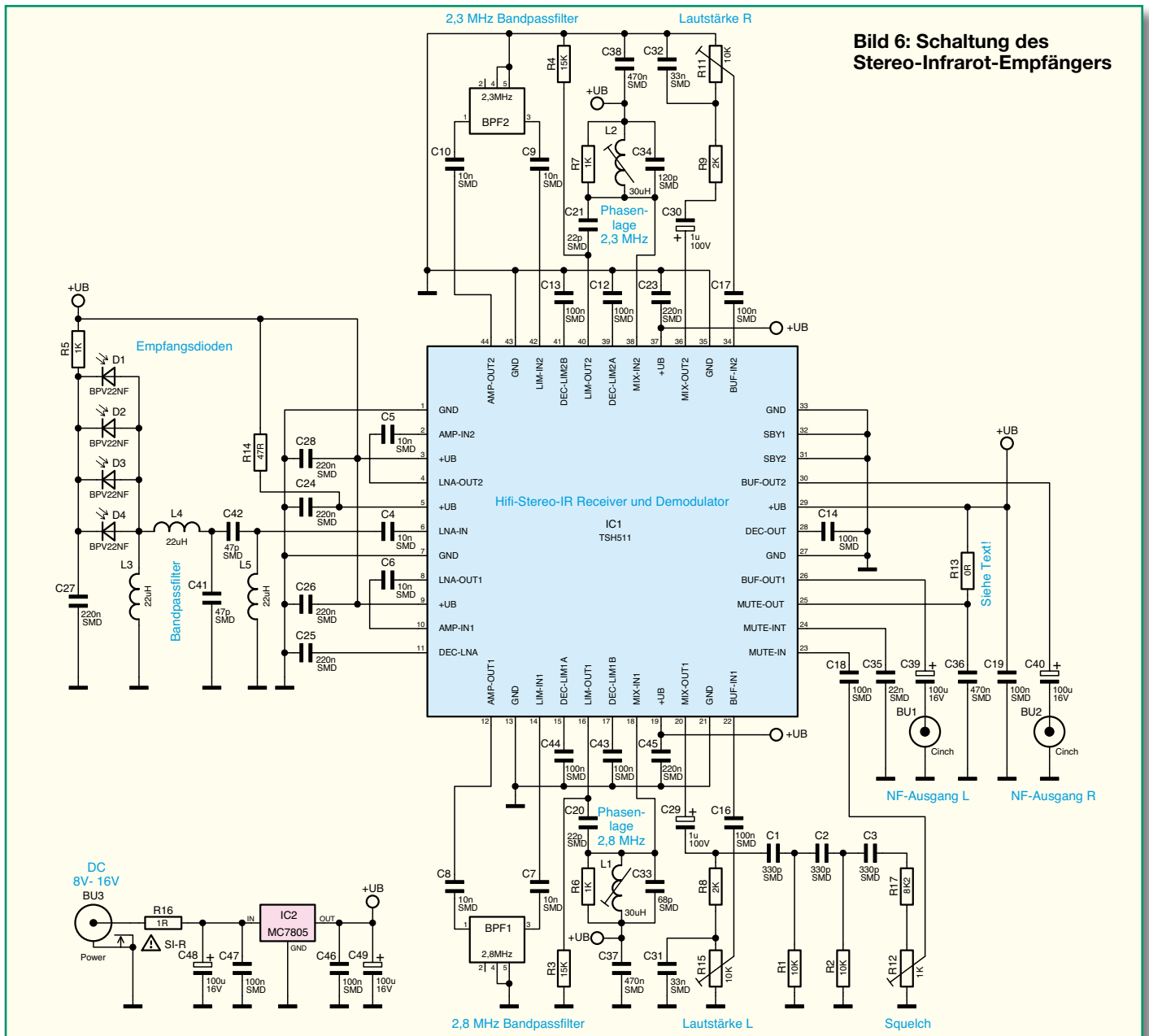


Bild 6: Schaltung des Stereo-Infrarot-Empfängers

ter. Der Squelch-Pegel ist dann abhängig von der Einstellung des Trimmers R 12. Die Rampe für das „Ein- und Ausfaden“ des Audio-Signals wird durch den Kondensator C 36 bestimmt. Durch Bestücken des Widerstands R 13 kann die Squelch-Funktion deaktiviert werden.

Die Spannungsversorgung der Empfangseinheit ist recht einfach und unten links im Hauptschaltbild dargestellt.

Eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V wird an BU 3 zugeführt und gelangt über den Schutzwiderstand R 16 auf den Pufferelko C 48 und den Eingang des Festspannungsreglers IC 2.

Am Ausgang stehen dann stabilisiert 5 V zur Verfügung. Der Elko C 49 dient zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung und C 46, C 47 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

Nachbau des Stereo-IR-Senders

Der praktische Aufbau des Infrarot-Senders ist sehr einfach, da alle Komponenten auf einer einzigen Leiterplatte mit den Abmessungen 69,1 x 53,6 mm Platz finden. Der wesentliche Teil der Komponenten ist in SMD-Technik ausgeführt und diese sind bereits werkseitig vorbestückt. Da von Hand nur noch wenige Komponenten in konventioneller bedrahteter Bauweise zu bestücken sind, ist der praktische Aufbau schnell erledigt.

Zuerst werden die beiden

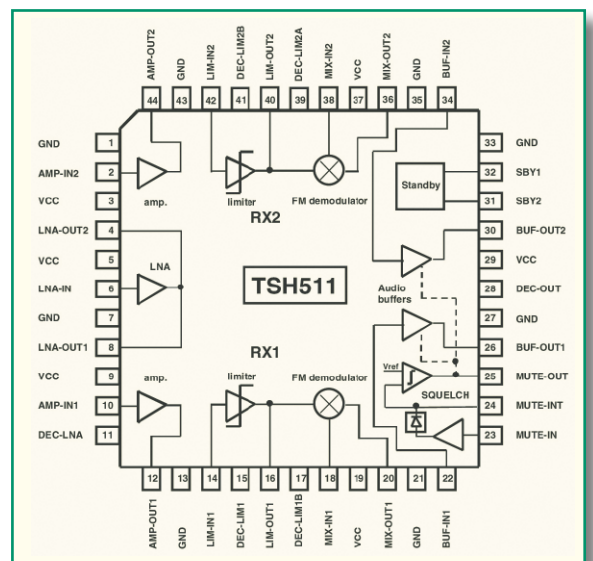
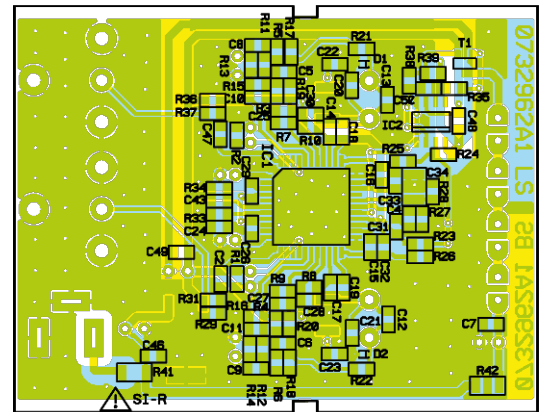
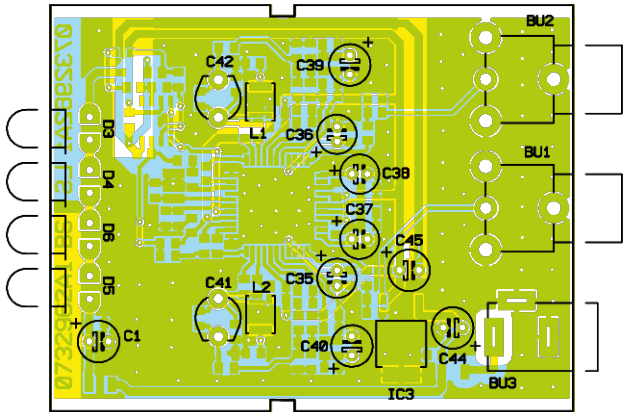
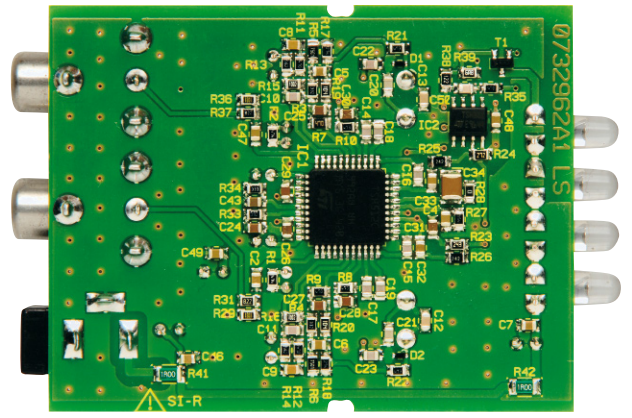
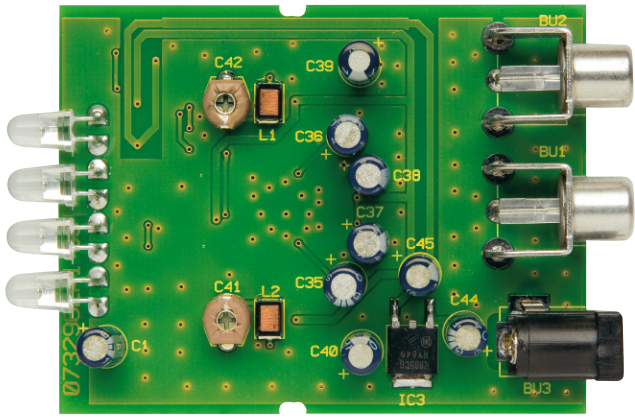
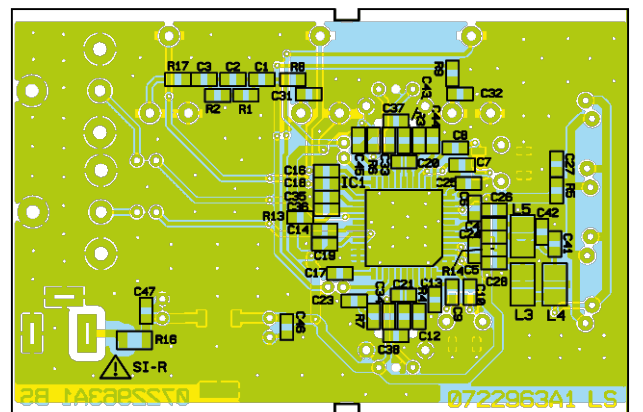
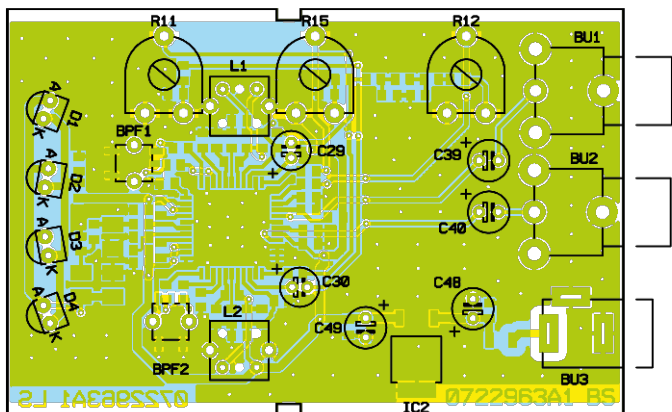
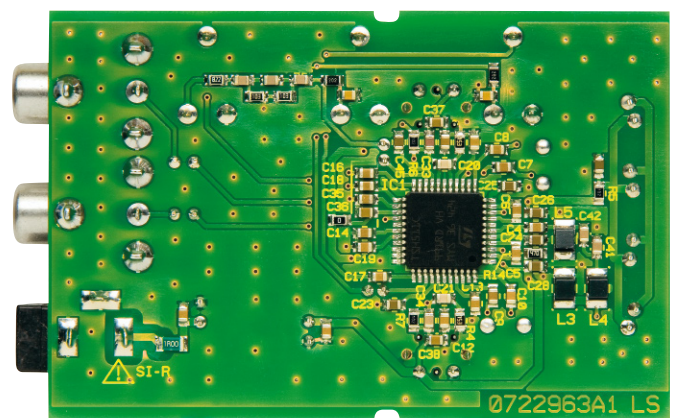
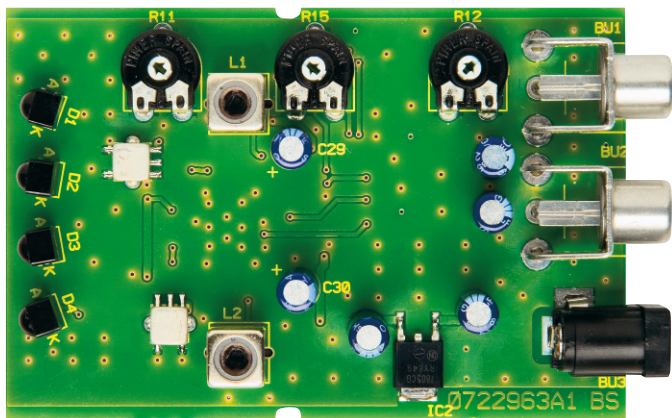


Bild 7: Interne Stufen des Stereo-Infrarot-Empfängers



Platinenfoto des Stereo-Infrarot-Senders mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Platinenoberseite, rechts von der SMD-Seite



Platinenfoto des Stereo-Infrarot-Empfängers mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Platinenoberseite, rechts von der SMD-Seite

C-Trimmer C 41, C 42 von der Platinenoberseite eingesetzt und an der Platinenunterseite sorgfältig verlötet.

Danach sind die Elektrolyt-Kondensatoren an der Reihe, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Nach dem Einsetzen und Verlöten an der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Die Anschlüsse der beiden Cinch-Buchsen werden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite mit ausreichend Lötzinn

festgesetzt. Das Gleiche gilt auch für die DC-Buchse BU 3.

Bei den Infrarot-Sendediode D 3 bis D 6 ist die Anodenseite (+) durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die Anschlüsse sind polaritätsrichtig abzuwickeln und dann, wie auf dem Platinenfoto zu sehen, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Wenn das Bauteil die korrekte Position erreicht hat, erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite. Auch hier sind die überstehenden Drahtenden im Anschluss direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden.

Nachdem nun die Bestückung abgeschlossen ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern.

Stückliste: Stereo-IR-Übertragungssystem Empfängerinheit SIR 1000R

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R13
Sicherungswiderstand	
1 Ω/SMD/1206	R16
47 Ω/SMD/0805	R14
1 kΩ/SMD/0805	R5–R7
2 kΩ/SMD/0805	R8, R9
8,2 kΩ/SMD/0805	R17
10 kΩ/SMD/0805	R1, R2
15 kΩ/SMD/0805	R3, R4
PT10, liegend, 1 kΩ	R12
PT10, liegend, 10 kΩ	R11, R15

Kondensatoren:

22 pF/SMD/0805	C20, C21
47 pF/SMD/0805	C41, C42
68 pF/SMD/0805	C33
120 pF/SMD/0805	C34
330 pF/SMD/0805	C1–C3
10 nF/5/SMD/0805	C4–C10
22 nF/SMD/0805	C35
33 nF/SMD/0805	C31, C32
100 nF/SMD/0805	C12–C14, C16–C19, C43, C44, C46, C47
220 nF/SMD/0805	C23–C28, C45
470 nF/SMD/0805	C36–C38
1 µF/100 V	C29, C30
100 µF/16 V	C39, C40, C48, C49

Halbleiter:

TSH511CF/SMD	IC1
MC7805CDT/SMD	IC2
BPV22NF	D1–D4

Sonstiges:

Bandpassfilter, 2,8 MHz, SMD	BPF1
Bandpassfilter, 2,3 MHz, SMD	BPF2
Spule, 30 µH	L1, L2
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA	L3–L5
Cinch-Einbaubuchse, print	BU1, BU2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU3

Nachbau des Stereo-IR-Empfängers

Auch beim IR-Empfänger sind alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt. Beim Empfänger bleiben daher auch nur wenige konventionelle Bauteile von Hand zu verarbeiten.

Hier werden zuerst die vier Infrarot-Empfangsdioden bestückt. Die korrekte Polarität ist einfach an der gewölbten Linse des Bauteils zu erkennen, die nach vorne weisen muss (siehe Platinenfoto). Die überstehenden Drahtenden sind nach dem Verlöten in der gewohnten Weise an der Platinenunterseite abzuschneiden.

Es folgen die Einstelltrimmer, die vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Vorsicht! Eine zu lange Hitzeeinwirkung auf die Bauteile ist zu vermeiden.

Die Verarbeitung der Elektrolyt-Kondensatoren, der Cinch-Buchsen und der DC-Buchse erfolgt in der gleichen Weise wie beim Sender.

Jetzt bleiben nur noch die beiden Spulen L 1 und L 2 von der Platinenoberseite einzusetzen und an der Platinenunterseite zu verlöten.

Abgleich

Der Abgleich des Infrarot-Audiosystems ist einfach und recht schnell erledigt. Besonders unproblematisch ist der Abgleich, wenn das System zusammen mit einem Infrarot-Kopfhörer eingesetzt werden soll.

Zum Abgleich wird dann zuerst die Sendeeinheit in Betrieb genommen. Um ein Dauer-Sendesignal zu erhalten, ist zu empfehlen, durch Bestücken des Widerstands R 28 die VOX-Funktion (Voice Operated Transmit) zu deaktivieren.

Nach Anschließen des Senders ist der Kopfhörer in Betrieb zu nehmen und der Sendeeinheit ein Stereo-Audio-Signal zuzuführen. Mit dem C-Trimmer C 41 wird

Stückliste: Stereo-IR-Übertragungssystem Sendereinheit SIR 1000T

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R28
1 Ω/SMD/1206	R42
Sicherungswiderstand	
1 Ω/SMD/1206	R41
6,8 Ω/SMD/0805	R39
47 Ω/SMD/0805	R7, R9, R11, R12, R35
1,2 kΩ/SMD/0805	R38
1,8 kΩ/SMD/0805	R29, R36
2,4 kΩ/SMD/0805	R25, R26
2,7 kΩ/SMD/0805	R24
3,3 kΩ/SMD/0805	R3, R4
3,9 kΩ/SMD/0805	R33
5,6 kΩ/SMD/0805	R13, R14
7,5 kΩ/SMD/0805	R5, R6
8,2 kΩ/SMD/0805	R31, R37
10 kΩ/SMD/0805	R15, R16
24 kΩ/SMD/0805	R23
33 kΩ/SMD/0805	R34
47 kΩ/SMD/0805	R8, R10, R21, R22
100 kΩ/SMD/0805	R19, R20
150 kΩ/SMD/0805	R27
270 kΩ/SMD/0805	R17, R18
470 kΩ/SMD/0805	R1, R2

Kondensatoren:

12 pF/SMD/0805	C20, C21
15 pF/SMD/0805	C12, C13
22 pF/SMD/0805	C50
56 pF/SMD/0805	C14–C19, C23
180 pF/SMD/0805	C22
470 pF/SMD/0805	C10, C11
2,2 nF/SMD/0805	C8, C9
22 nF/SMD/0805	C32, C33
100 nF/SMD/0805	C2, C4–C7, C46–C49
220 nF/SMD/0805	C43
470 nF/SMD/0805	C24–C31
1 µF/100 V	C35–C38
10 µF/SMD/1210	C34
10 µF/25 V	C39, C40
100 µF/16 V	C1, C44, C45
C-Trimmer, 11–60 pF, print ..	C41, C42

Halbleiter:

TSH512CF/SMD	IC1
TSH81D/SMD	IC2
MC7805CDT/SMD	IC3
BCW66H/Infineon	T1
SMV1212/SMD	D1, D2
HSDL4230	D3–D6

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 120 µH/1812	L1, L2
Cinch-Einbaubuchse, print ..	BU1, BU2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print ..	BU3

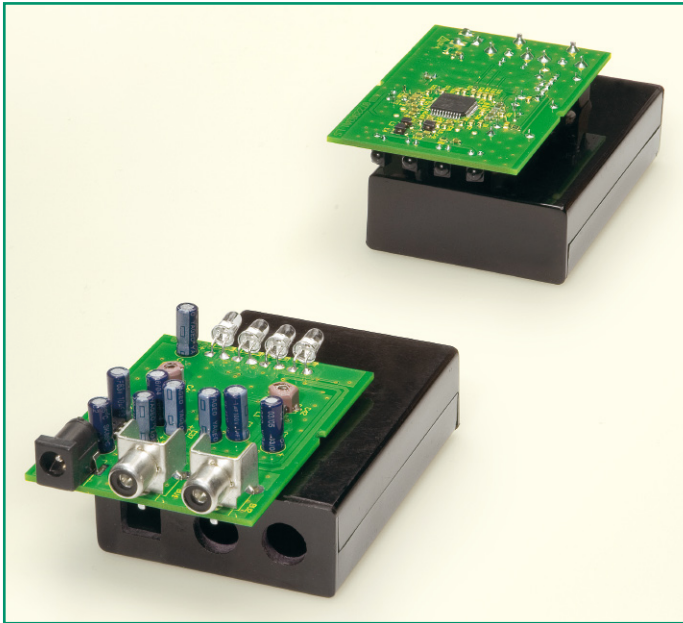


Bild 8: Die Leiterplatten sind für den Einbau in infrarotdurchlässige Kunststoffgehäuse vorgesehen.

der Betriebsspannung versorgt und in der Reichweite des Empfängers positioniert. Mit L 1 ist das Ausgangssignal des linken Kanals und mit L 2 das Ausgangssignal des rechten Kanals auf maximalen verzerrungsfreien Pegel einzustellen. Zu beachten ist dabei, dass beide Kanäle die gleiche Lautstärke aufweisen sollen.

Gehäuseeinbau

Beide Leiterplatten sind für den Einbau in ein zweiteiliges, schraubenloses Profil-Gehäuse aus schwarzem, infrarotdurchlässigem Kunststoff vorgesehen. Vor dem Einbau müssen die Gehäuse auf die erforderliche Länge gekürzt und mit den erforderlichen Bohrungen versehen werden. Da die Gehäuse aber aus hochwertigem Polycarbonat bestehen, ist eine problemlose Verarbeitung möglich (Abbildung 8).

Mit einer Feinsäge wird zuerst das Sendergehäuse (beide Profilhälften) auf eine Gesamtlänge von 82,2 mm und danach das

im nächsten Arbeitsschritt der bestmögliche Empfang des linken Kanals und mit C 42 der bestmögliche Empfang des rechten Kanals abgeglichen.

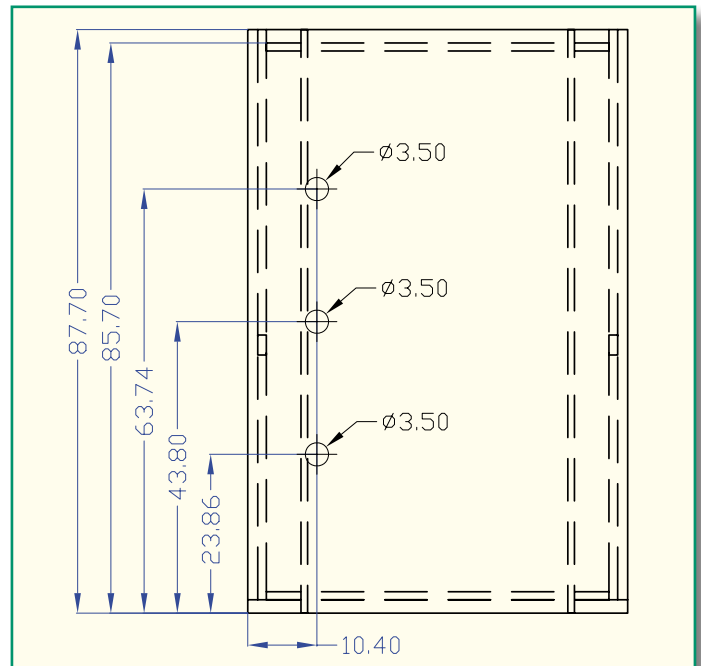
Steht kein Infrarot-Kopfhörer zur Verfügung, ist die Sendeeinheit ohne Audio-Eingangssignale in Betrieb zu nehmen. Die Trägerfrequenz des linken Kanals wird mit einem Frequenzzähler an C 32 gemessen und mit dem C-Trimмер C 41 auf 2,8 MHz abgeglichen. Für den rechten Kanal ist die Trägerfrequenz an C 33 zu messen und mit C 42 auf 2,3 MHz einzustellen.

Wenn keine Kompatibilität zu Infrarot-Kopfhörer-Systemen gefordert ist, kann auf einen genauen Frequenzabgleich der Sendeeinheit verzichtet werden. Bei Bedarf ist der Widerstand R 28 wieder zu entfernen.

Der Abgleich der Empfangseinheit ist ebenfalls sehr einfach. Dazu wird zuerst die Versorgungsspannung angeschlossen. Danach sind der Squelch-Einstelltrimmer an den Linksanschlag und die beiden Lautstärke-Einstelltrimmer an den Rechtsanschlag zu bringen.

Im nächsten Schritt wird dann die Sendeeinheit mit einem Audio-Signal und

Bild 10: Bohrungen für die Lautstärke- und Squelch-Einstelltrimmer



Empfängergehäuse auf eine Gesamtlänge von 87,7 mm gekürzt.

Entsprechend Abbildung 9 sind die – bei beiden Leiterplatten identischen – Gehäuse-Durchbrüche für die Cinch- und DC-Buchsen erforderlich.

Vorsicht! Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Gehäuse-Durchbrüche an der richtigen Gehäusesseite vorgenommen werden. Falls die Einstelltrimmer für Squelch und Lautstärke von außen zugänglich sein sollen, sind die entsprechenden Bohrungen im Oberteil des Empfängergehäuses entsprechend Abbildung 10 erforderlich.

Nach dem Einsetzen der Platinen ist das Infrarot-Übertragungssystem bereits vollständig aufgebaut und dem Betrieb steht nichts mehr entgegen.

ELV

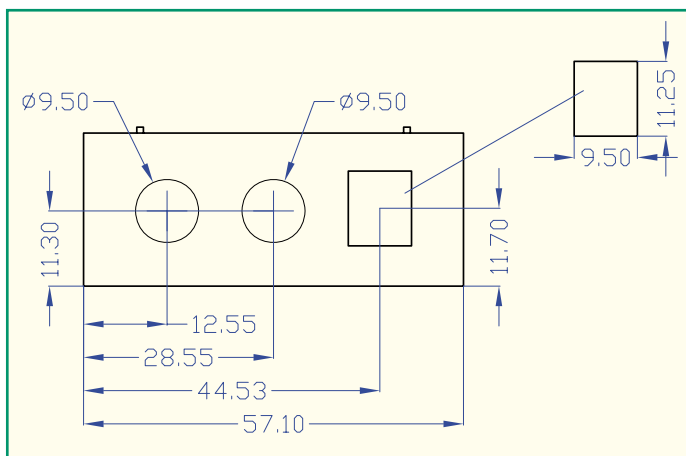
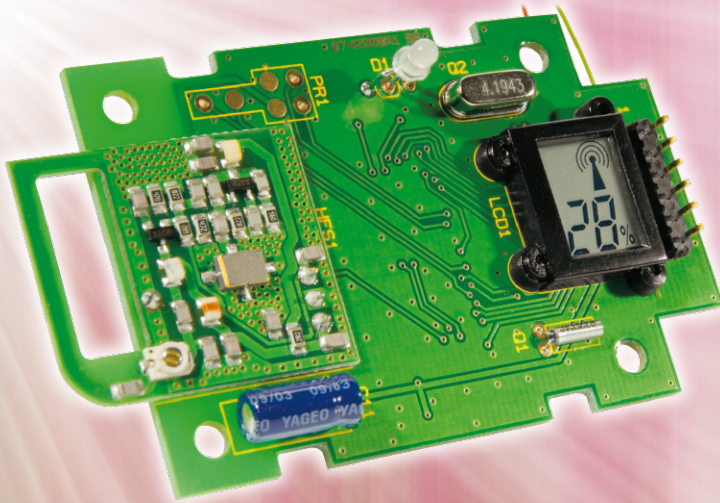


Bild 9: Erforderliche Gehäuseöffnungen für die Cinch- und DC-Buchsen (identische Gehäuseöffnungen bei Sender und Empfänger)

Serielles Funk-Interface



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



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

Einfach und effizient regeln

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

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

Der elektronische Ventilantrieb FHT 8V

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

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

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

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

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

Bedienung und Anzeige

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

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

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

Befehlssatz

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Serieller Übertragungsrahmen

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

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

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

Schaltung

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

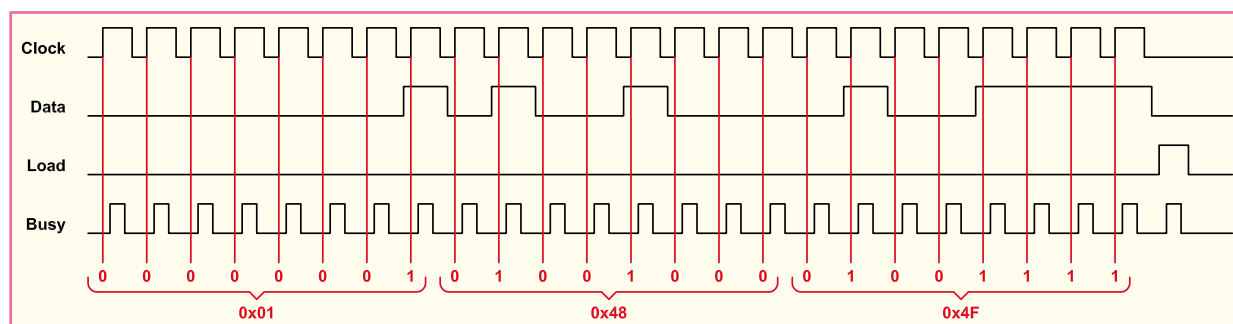


Bild 1: Ein Übertragungsbeispiel für eine Befehlssequenz (siehe Text)

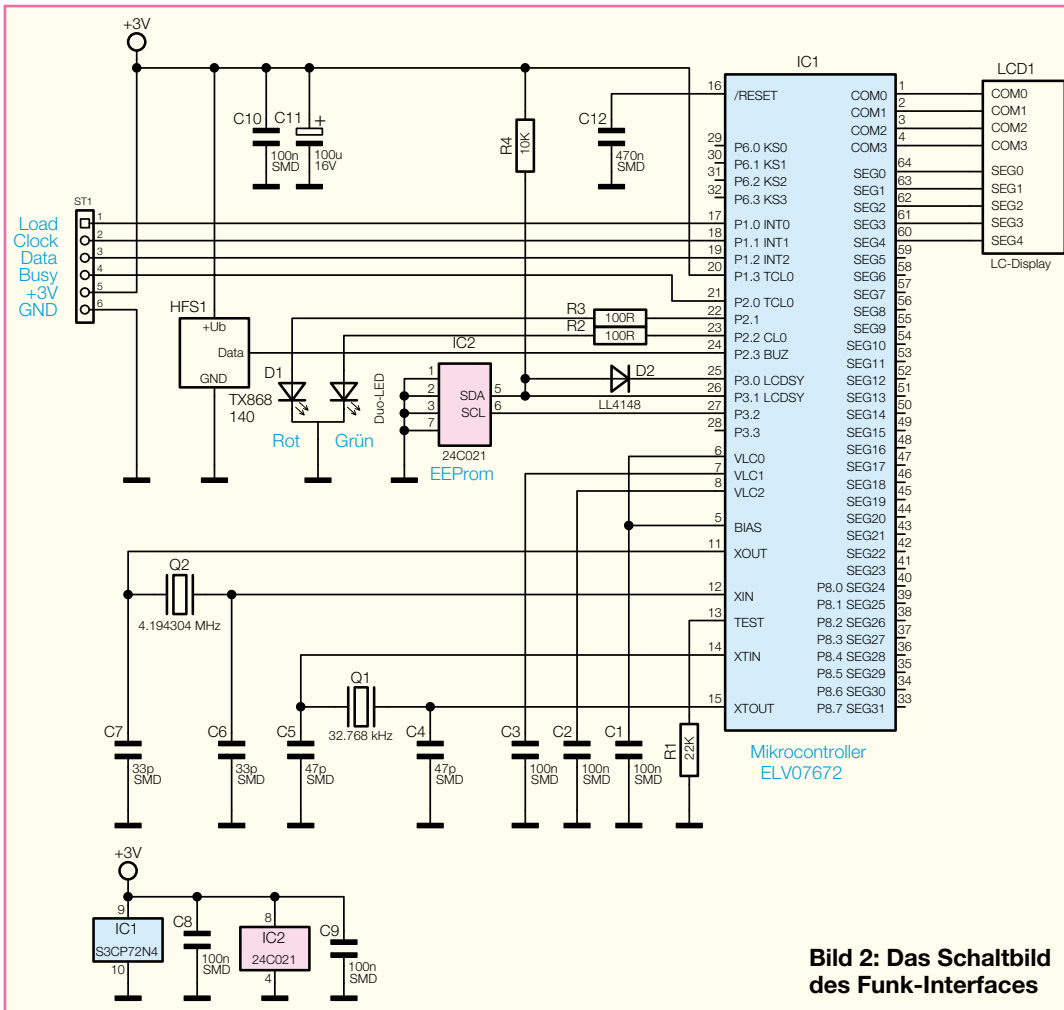


Bild 2: Das Schaltbild des Funk-Interfaces

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

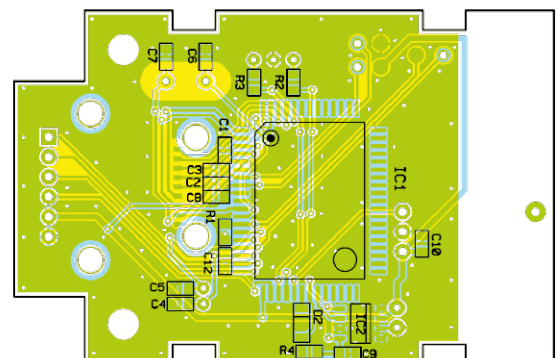
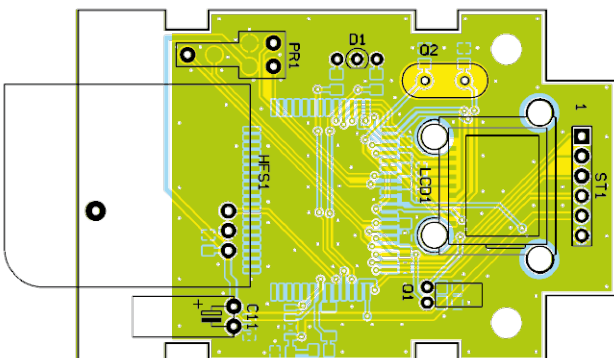
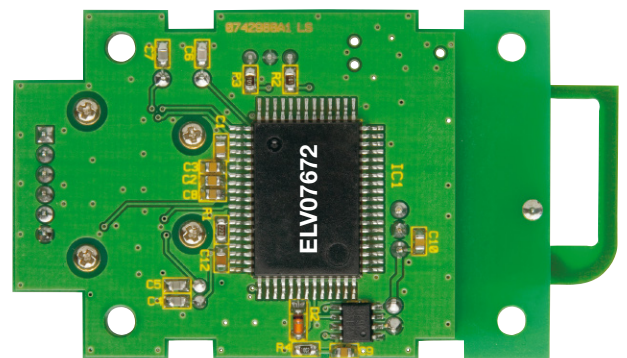
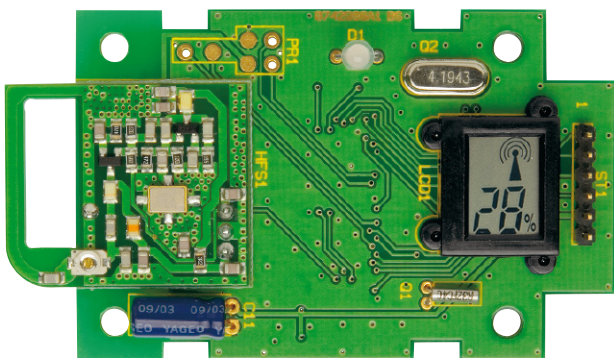
gnal an seinem „Data“-Eingang anliegt, weder sendet noch Strom aufnimmt. C 12 gewährleistet als Reset-Kondensator ein

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

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

Nachbau

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



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

Stückliste: FHT 8I

Widerstände:

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

Kondensatoren:

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

Halbleiter:

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

Sonstiges:

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

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

Einbau

In den meisten Fällen bietet es sich an,

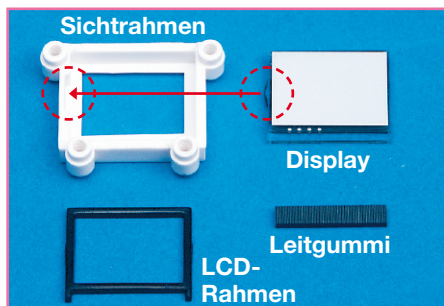


Bild 3: So wird das Display zur Bestückung vormontiert.

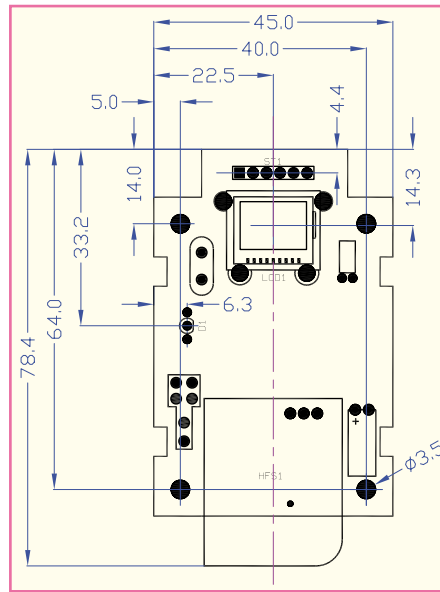


Bild5: Die Lage der Gehäuseausschnitte im Gehäusedeckel

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

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

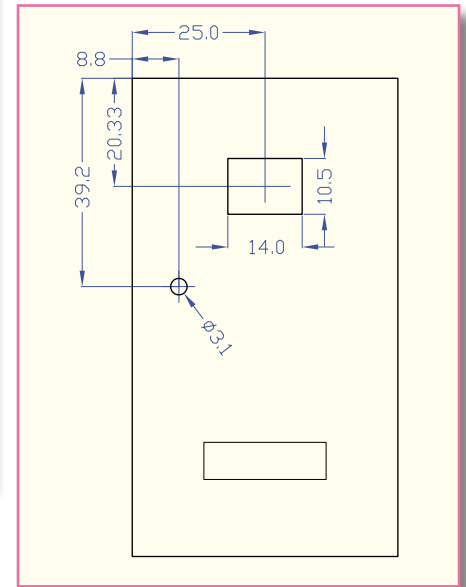
Um Störeinkopplungen zu vermeiden, ist eine geschirmte Verbindungsleitung zu verwenden, die nicht länger als 2 m sein darf. Die Abschirmung ist mit der Schaltungsleiterplatte zu verbinden. Die Konturen der Leiterplatte sind so ausgelegt, dass diese in die Kunststoff-Elementgehäuse G430 (Best.Nr.: 74-304-56)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

Abbildung 5 zeigt die dann zu schaffenden Öffnungen im Gehäusedeckel.

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

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

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



Inbetriebnahme

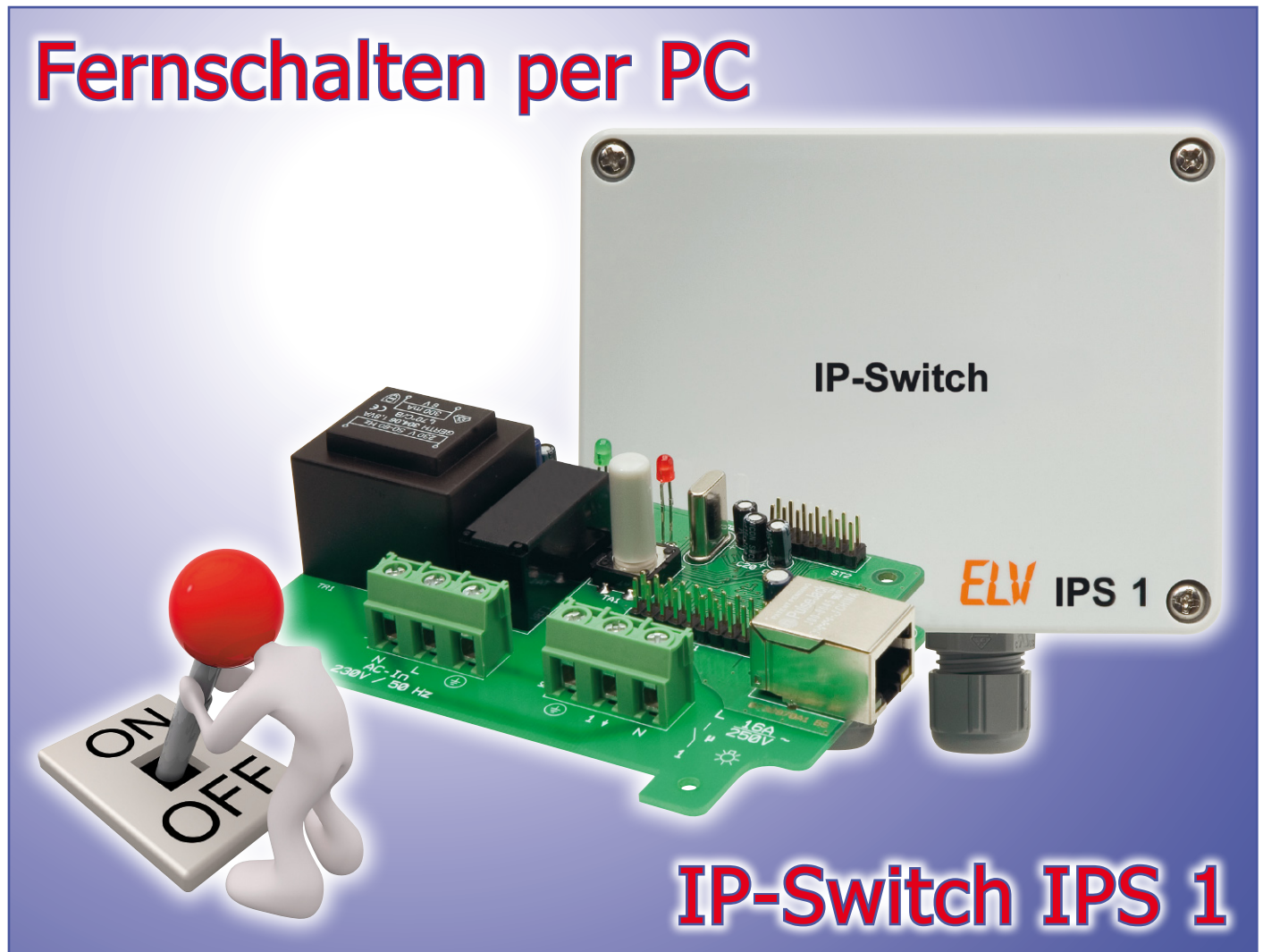
Nachdem die Versorgungsspannung eingeschaltet ist, führt das FHT 8I zunächst einen Segmenttest am Display durch. Danach wird hier die Firmwareversion angezeigt, gefolgt von der Anzahl der Antriebe „nA“. Default-Einstellung ist hier 1, womit die Anzeige dann 1A darstellt. Arbeitet das Modul soweit fehlerfrei,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

Reglersoftware

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

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

Fernschalten per PC



IP-Switch IPS 1

Dank DSL und moderner Routertechnik ziehen Computernetzwerke auch immer mehr in 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? Der IPS 1 ist die erste Komponente einer neuen netzwerkfähigen Geräteserie, die an das heimische Netzwerk angeschlossen werden kann. Der neue Leistungsschalter kann Netzverbraucher mit einer Leistungsaufnahme von bis zu 3680 W schalten. Er wird einfach an ein vorhandenes Netzwerk angeschlossen, an die Netzwerkparameter angepasst und passwortgeschützt über einen üblichen Internet-Browser angesprochen.

Rückgrat Netzwerk

Im Rahmen der Hausautomatisierung erlangen lokale Netzwerke wie LAN oder WLAN einen immer größeren Stellenwert, denn dank breitbandiger Internetzugänge sind immer mehr Privathaushalte mit Netzwerktechnik ausgerüstet. Überwiegend kommen dabei Router mit integriertem DSL-Modem und DHCP-Server zum Einsatz, wodurch die Verwaltung und der Aufbau einfach zu handhaben sind. Denn diese intelligenten Router erledigen das, wozu früher ein EDV-Fachmann zu Rate gezogen werden musste – sie vollziehen

viele der ehemals komplizierten Netzwerkkonfigurationen automatisch, erfordern kein für den Normalnutzer kryptisches Kommandozeilen-Chinesisch, sondern sind bequem per Webseite erreichbar und in wenigen Schritten eingestellt.

Die Infrastruktur für ein Automatisie-

runssystem auf Netzwerkbasis ist also vorhanden und könnte einfach genutzt werden. Zudem sind die Netzwerktechnologien ausgereift und ermöglichen eine stabile und sichere Verbindung der einzelnen Komponenten.

Mit dem IPS 1 beginnend, stellen wir da-

Technische Daten: IPS 1	
Schnittstelle:	Ethernet, TCP/IP
Spannungsversorgung:	230 V/50 Hz
Relaisausgang:	230 V/50 Hz, max. 16 A
Leistungsaufnahme:	0,5 W
Abmessungen (B x H x T):	115 x 56 x 90 mm

her eine Reihe von Netzwerkkomponenten vor, mit denen der (auch kostengünstige) Aufbau eines LAN-gestützten Automatisierungssystems für jedermann realisierbar ist. Der IPS 1 wird als eigenständiges Netzwerk-Gerät mit einem handelsüblichen Netzwerkkabel ans Netzwerk angeschlossen und ist an die vorhandenen Netzwerkparameter anpassbar. Dies erfolgt entweder dynamisch-automatisch per DHCP oder durch manuelles Einstellen.

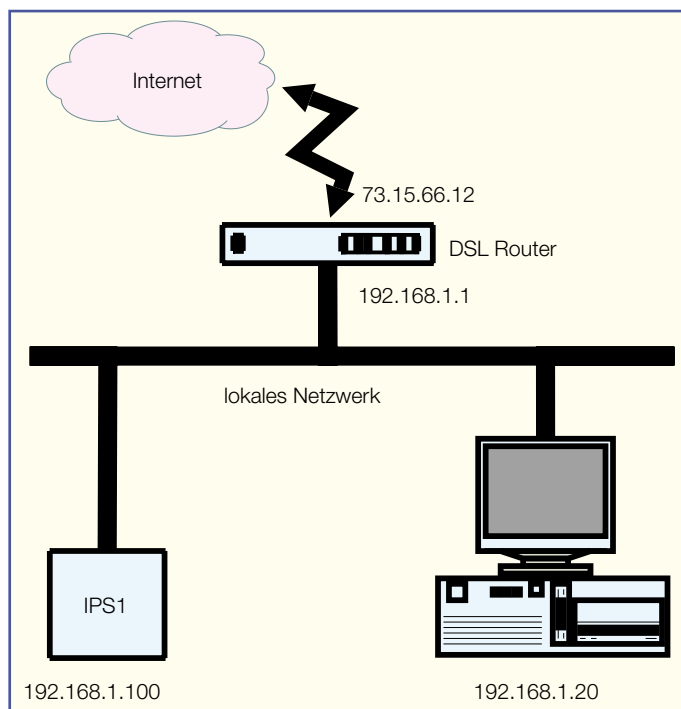
Da der IPS 1 über eine eigene, natürlich passwortgeschützte Webseite erreichbar ist, ist das hiermit realisierbare Fernschalten nicht nur auf das lokale Netzwerk begrenzt, selbstverständlich kann dies auch aus der Ferne per Internet erfolgen. Damit verfügt man über ein weltweit steuerbares und gegenüber anderen Technologien auch sehr funktionsreiches (weil mit Zustandsmeldung versehenes) Fernschaltensystem. Durch die Bedienung per Web-Browser ist der Betrieb der Verbindung auch völlig systemunabhängig.

Netzwerk-Grundlagen

Der prinzipielle Aufbau eines Netzwerks inklusive Internet-Anbindung 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

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



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

Installation und Bedienung

Der IP-Schalter wird zunächst mit dem Netzwerk verbunden und die Spannungsversorgung hergestellt. Verfügt das Netzwerk über einen DHCP-Server, so bezieht der IPS 1 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 der IP-Schalter erreichbar ist.

Die Bedienung erfolgt über eine Webseite (Abbildung 2), die man einfach durch Eingabe der IP-Adresse des Gerätes (z. B. <http://192.168.1.100>) in einem Web-Browser aufruft. Sollte sich der IP-Schalter per DHCP konfiguriert haben oder ist die fest eingestellte IP-Adresse nicht mehr bekannt, ist sie über die Windows-Eingabeaufforderung ermittelbar. Hier muss der Befehl „arp -a“ eingegeben werden, woraufhin eine Auflistung der vorhandenen IP-Adressen und der zugehörigen MAC-Adressen (Hardware-Adressen) erscheint. Nun kann nach der MAC-Adresse, die sich am Gehäuse befindet und mit 00-1A-22 beginnt, gesucht und die entsprechende IP-Adresse abgelesen werden. Alternativ kann man einen „IP-Scanner“ wie [1] oder [2] einsetzen. Diese Programme sind Freeware und leicht anzuwenden.

Die Webseite des IPS 1 ist übersichtlich gestaltet und stellt alle nötigen Informationen und Konfigurationsmöglichkeiten zur Verfügung. Der Schaltzustand kann über die Buttons „Einschalten“ und „Ausschalten“ geändert werden, wobei der aktuelle

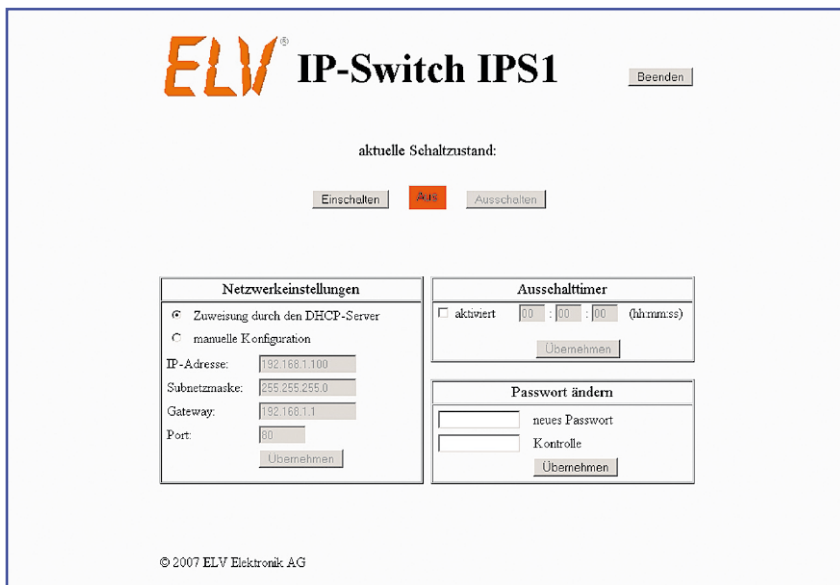


Bild 2: Die Webseite des IPS 1 mit Konfigurationseinstellungen, Timer-Einstellungsfeld und Passwortvergabe

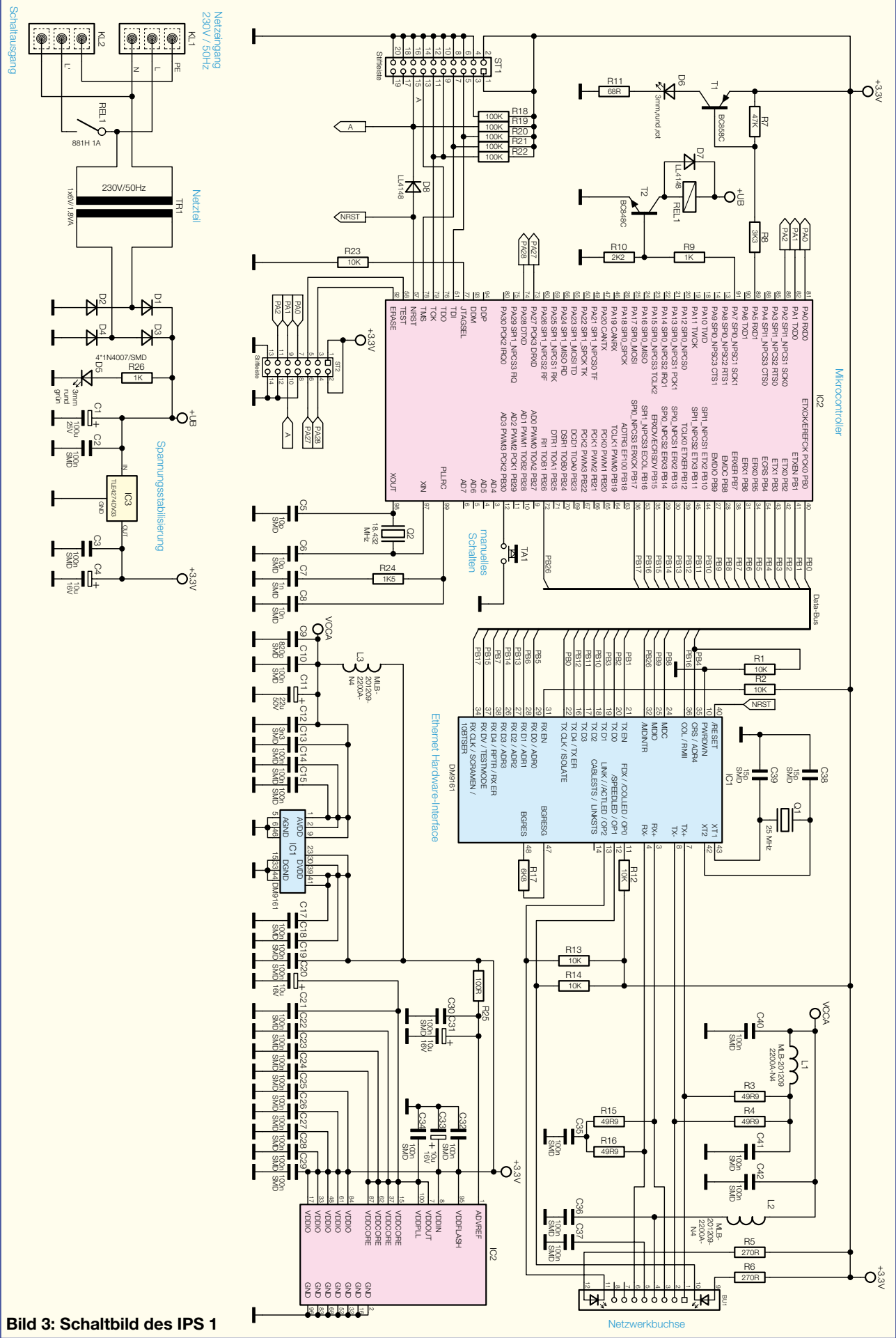


Bild 3: Schaltbild des IPS 1

Tabelle 1: Aufruf des Kommandozeilenprogramms und Erklärung der zugehörigen Parameter		
Aufruf:	wget http://IP-Adresse/ips?p=pass&s=state&t=timer oder wget http://IP-Adresse/ips?i=0	
Parameter:	pass:	Passwort
	state:	ON ON_TIMER TOGGLE OFF
	timer:	Ausschaltzeit (hh:mm:ss)
	i=0	aktuellen Status abfragen

Zustand über das farbige Feld zwischen beiden Buttons angezeigt wird.

Unter „Netzwerkeinstellungen“ sind die Netzwerkparameter manuell änderbar, wenn die DHCP-Unterstützung ausgeschaltet ist. Bei aktiver DHCP-Unterstützung können die Parameter nur abgelesen werden.

Der IPS 1 verfügt über einen internen Timer, der den Schalter nach einer einstellbaren Zeitdauer selbsttätig wieder ausschaltet. Diese Funktion kann unter „Ausschalt-Timer“ aktiviert und die gewünschte Zeitdauer (max. 23 h:59 min:59 s) eingegeben werden.

Um einen unberechtigten Zugriff auf den IP-Schalter zu verhindern, verfügt die Webseite über einen Passwort-Schutz, der über das entsprechende Auswahlfeld eingeschaltet werden kann. Nach der Aktivierung erfolgt nach der Eingabe der IP-Adresse (http://192.168.1.100) zuerst die Abfrage des Passwortes, bevor die Webseite angezeigt wird. Im Auslieferungszustand ist der Passwortschutz deaktiviert.

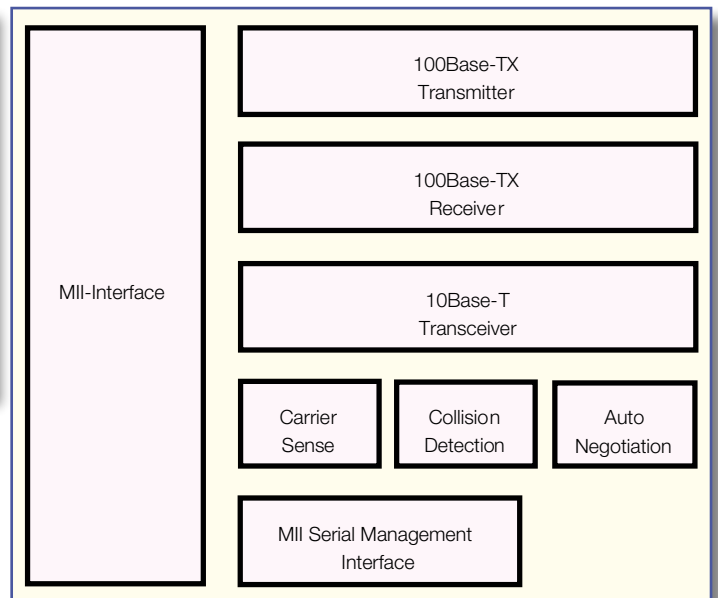
Über den Taster am Gerät kann man bei Bedarf den IPS 1 auch ohne Netzwerkverbindung schalten.

Besonders interessant ist der Einsatz eines Netzwerkschalters, wenn man von unterwegs Geräte im Haus über das Internet ein- oder ausschalten möchte. Auch dies ist mit dem IPS 1 möglich. Allerdings müssen dafür einige Einstellungen im Netzwerk vorgenommen werden. Ein DSL-Router bekommt vom DSL-Provider eine eindeutige Internet-IP-Adresse zugewiesen.

Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung und den erforderlichen Installationsarbeiten am 230-V-Stromnetz dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netz-Trenntransformator zu verwenden.

Bild 4:
Der Aufbau des DM9161



Da diese Adresse in der Regel dynamisch vergeben wird, ist der Router nach jeder Einwahl unter einer anderen Adresse erreichbar. Abhilfe schafft hier der Service von DynDNS (www.dyndns.com), indem er die dynamische Adresse (z. B. 73.15.66.12 oder 82.56.180.133) auf statische Adressen (z. B. dyn-ips.com) umsetzt.

Unter dieser Adresse erscheint das gesamte lokale Netzwerk im Internet, es ist jedoch nicht möglich, direkt auf die IP-Adressen innerhalb des Netzwerks zuzugreifen. Um die Webseite des IP-Schalters dennoch aufzurufen, ist im Router eine Port-Weiterleitung zu aktivieren. Wie dabei vorzugehen ist, wird in der Regel in der Bedienungsanleitung des Routers beschrieben. Anhand Abbildung 1 wollen wir das Vorgehen beschreiben. 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 (kann bei manuellen Netzwerkkonfigurationen geändert werden) weitergeleitet werden. Der Aufruf der Webseite von einem beliebigen Browser außerhalb des lokalen Netzwerks geschieht dann durch http://www.dynips.com:xyz oder „http://73.15.66.12:xyz“.

Um das Schalten zu automatisieren, ist es möglich, den IPS 1 ohne Zugriff auf die Webseite zu steuern. Dazu ist ein Kommandozeilenprogramm wie Wget [3] oder httpget.exe [4] notwendig. Über diese Kommandozeilenprogramme kann der IPS 1 ein- oder ausgeschaltet und der Ausschalt-Timer aktiviert werden. Zudem ist es möglich, den aktuellen Schaltzustand abzufragen. Der Aufruf erfolgt wie in Tabelle 1 dargestellt.

Der Parameter t muss nur angegeben werden, wenn der Ausschalt-Timer aktiviert wird (s = ON_TIMER). In allen anderen

Fällen wird der Parameter t ignoriert. Eine Konfiguration der Netzwerkparameter sowie des Passwortes ist über das Kommandozeilenprogramm nicht möglich, dies erfolgt ausschließlich über die Webseite.

Schaltung

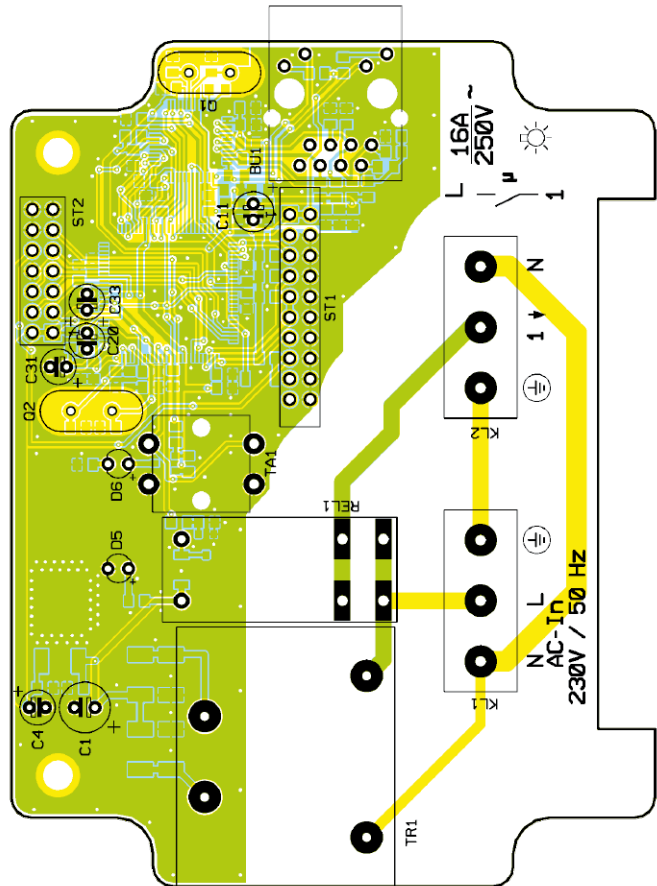
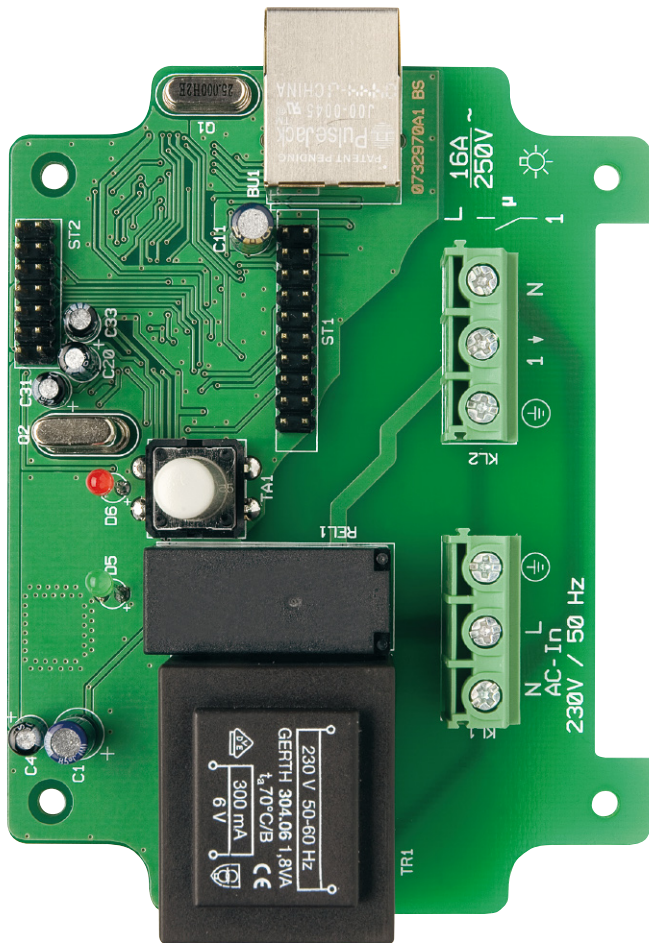
Die Schaltung des IPS 1 (Abbildung 3) besteht aus den Hauptkomponenten IC 2 (Mikrocontroller) und IC 1 (Ethernet-Transceiver). Die Ethernet-Schnittstelle wird dabei durch die Kombination von IC 1 vom Typ DM9161 und IC 2 nachgebildet. IC 1 übernimmt die physikalische Ebene der Ethernet-Schnittstelle, alle weiteren Ebenen werden im Mikrocontroller realisiert. In Abbildung 4 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 Diode D 6 wird über Transistor T 1 angesteuert und signalisiert den aktuellen Schaltzustand des Relais REL 1, das wiederum über den Transistor T 2 geschaltet wird. D 7 schützt den Transistor T 2 vor Überspannung (Freilaufdiode). Mit dem Taster T 1 ist es möglich, das Relais manuell zu schalten.

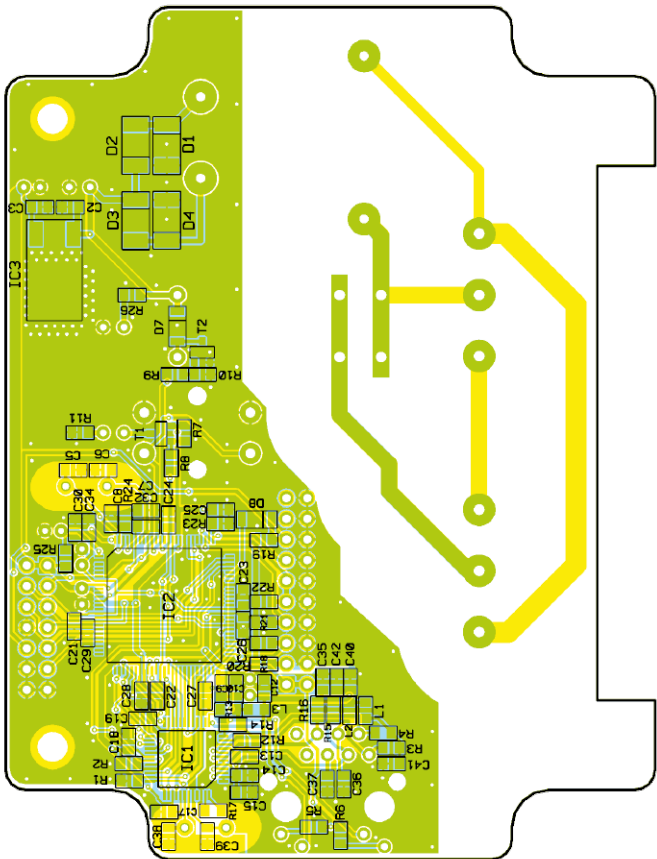
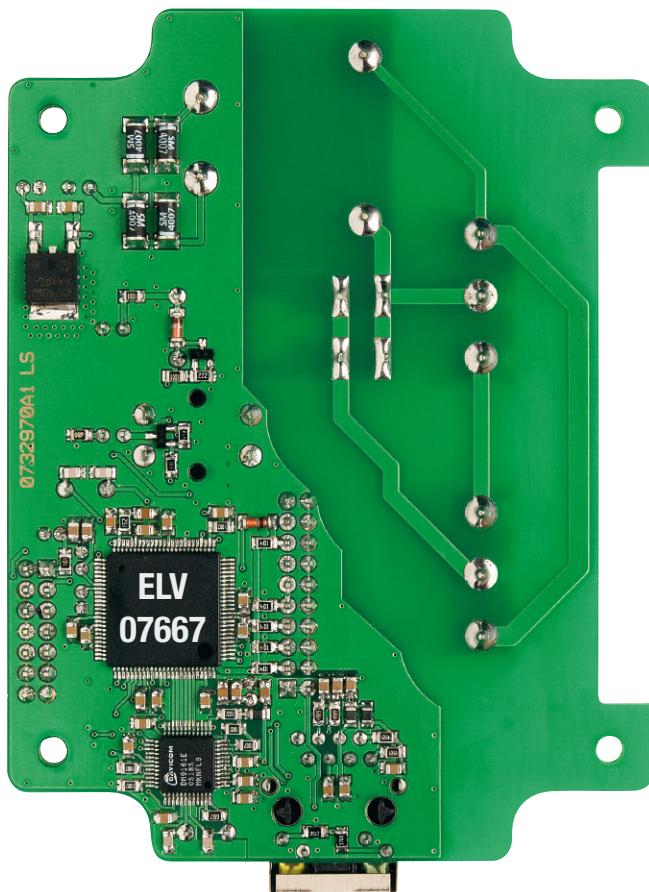
Der Trafo TR 1 und die Dioden D 1 bis D 4 erzeugen eine Gleichspannung von 6 V, die zum Schalten des Relais benötigt wird. Der Spannungsregler IC 3 versorgt alle anderen Schaltungskomponenten mit einer stabilisierten Spannung von 3,3 V.

Nachbau

Da alle SMD-Komponenten bereits werkseitig bestückt sind, beschränkt sich



Ansicht der fertig bestückten Platine des IPS 1 mit zugehörigen Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



Stückliste: IP-Switch IPS 1

Widerstände:

49,9 Ω/SMD/0805.....	R3, R4, R15, R16
68 Ω/SMD/0805.....	R11
100 Ω/SMD/0805.....	R25
270 Ω/SMD/0805.....	R5, R6
1 kΩ/SMD/0805.....	R9, R26
1,5 kΩ/SMD/0805.....	R24
2,2 kΩ/SMD/0805.....	R10
3,3 kΩ/SMD/0805.....	R8
6,8 kΩ/SMD/0805.....	R17
10 kΩ/SMD/0805.....	R1, R2, R12–R14, R23
47 kΩ/SMD/0805.....	R7
100 kΩ/SMD/0805.....	R18–R22

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805.....	C5, C6
15 pF/SMD/0805.....	C38, C39
820 pF/SMD/0805.....	C9
1 nF/SMD/0805.....	C7
3,3 nF/SMD/0805.....	C12
10 nF/SMD/0805.....	C8
100 nF/SMD/0805.....	C2, C3, C10, C13–C15, C17–C19, C21–C30, C32, C34–C37, C40–C42
10 µF/16 V.....	C4, C20, C31, C33
22 µF/50 V/105 °C.....	C11
100 µF/25 V/105 °C.....	C1

Halbleiter:

DM9161E/SMD.....	IC1
ELV07667/SMD.....	IC2

TLE4274DV33/SMD.....	IC3
BC858C.....	T1
BC848C.....	T2
SM4007/SMD.....	D1–D4
LL4148.....	D7, D8
LED, 3 mm, Grün.....	D5
LED, 3 mm, Rot.....	D6

Sonstiges:

Quarz, 25 MHz, HC49U.....	Q1
Quarz, 18,432 MHz, HC49U.....	Q2
Chip-Ferrit, 0805, 2,2 kΩ bei 100 MHz.....	L1–L3
Modular-Einbaubuchse J00-0045, 8-polig, abgeschirmt.....	BU1
Schraubklemmleiste, 3-polig, 24 A/500 V.....	KL1, KL2
Leistungsrelais, 6 V, 1 x ein, 17A..REL1	
Trafo, 1 x 6 V/300 mA, print.....	TR1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein.....	TA1
1 Tastknopf, 18 mm.....	TA1
2 Kabeldurchführungen, ST-M16 x 1,5 mm, Lichtgrau	
2 Kunststoffmutter, M16 x 1,5 mm, Lichtgrau	
4 Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
4 Abstandsbolzen, 20 mm, 1 x Innen- und 1 x Außengewinde, M3	
1 Aufkleber mit MAC-Adresse, Weiß	
1 Industrie-Aufputzgehäuse Typ G212C, komplett, bearbeitet und bedruckt	
1 Abdeckplatte, bearbeitet und bedruckt	

Installation und Applikation

Am gewünschten Montageort befestigt man zunächst das Gehäuse über die vier Montagebohrungen in den Gehäuseecken. Der Montageort muss vor dem Einfluss von Feuchtigkeit geschützt sein, das Gerät darf also nur in trockenen Innenräumen und im geschützten Außenbereich eingesetzt werden.

Die Verkabelung des Netz- und Lastanschlusses darf nur mit starren, fest verlegten Installationsleitungen, die entsprechend der anzuschließenden Last zu dimensionieren sind, erfolgen. Der Netzstromkreis, an den das Gerät angeschlossen wird, ist stromlos zu schalten und so zu sichern, dass kein unbefugtes Wiedereinschalten erfolgen kann.

Die Leitungsenden werden auf 6 mm abisoliert, dann die Gegenmutter der Kabelverschraubungen über die Leitungen gestreift, die Leitungen durch die Kabelverschraubungen geführt und in den zugehörigen Schraubklemmen sorgfältig verschraubt.

Anschließend erfolgt das Fixieren der Kabel durch Festdrehen der Kabelverschraubungen.


Selbstverständlich gehört zu einer fachlich exakten Installation, dass auch der Verbraucher VDE-gerecht angeschlossen und ausgeführt ist!

Abschließend wird die Frontplatte auf die Abstandsbolzen der Grundplatine aufgesetzt und mit den vier Kunststoffschrauben verschraubt.

Nun kann man die Netzspannung zuschalten und einen Funktionstest des Gerätes durchführen, indem man es mit dem Bedientaster TA 1 schaltet. Die LED D 6 leuchtet bei geschaltetem Relais auf.

Nach diesem Funktionstest ist die Netzspannung wieder abzuschalten und das Gehäuse wird mit dem Gehäusedeckel verschlossen und verschraubt.

Nun ist nur noch die seitliche RJ45-Buchse über ein normales Netzwerkkabel mit dem nächsten Netzwerkanschluss, dem Router oder einem Netzwerkverteiler (Switch) zu verbinden.

Nach dem Zuschalten der Netzspannung ist das Gerät mit den erwähnten Werkseinstellungen bereit zum Betrieb bzw. zur Konfiguration. 

der Nachbau auf das Bestücken der bedrahteten Bauteile und den Einbau ins Gehäuse. Die Anschlüsse der bedrahteten Bauelemente werden durch die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und auf der Platinenrückseite verlötet. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren und den Leuchtdioden ist auf die richtige Polung zu achten. Elkos sind dabei üblicherweise am Minus-Pol durch eine Gehäusemarkierung gekennzeichnet. Die Katode der LEDs ist durch den jeweils kürzeren Anschluss zu erkennen. Die LEDs D 5 und D 6 sind dabei mit einem Abstand vom 18,5 mm (gemessen zwischen Gehäuseoberkante und Platine) einzulöten. Nun kann der Taster TA 1 platziert und verlötet werden. Bei den Klemmen KL 1 und KL 2, der Western-Modular-Buchse, dem Transformator und dem Relais ist darauf zu achten, dass sie direkt auf der Leiterplatte aufliegen, so dass die mechanische Beanspruchung der Lötstellen so gering wie möglich ist. Die Anschlüsse der Schraubklemmen und die Kontaktanschlüsse des Relais sind mit reichlich Lötzinn zu versehen.

Damit ist der Aufbau der Schaltung abgeschlossen und die gesamte Leiterplatte

sollte nochmals auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken untersucht werden.

Die Montage des Gerätes beginnt mit dem Einlegen der Platine in das Gehäuse (Schraubklemmen zeigen zu den Kabeldurchführungen). Als Nächstes wird die Platine unter Zuhilfenahme der 4 Abstandsbolzen mit dem Gehäuse verschraubt.

Nun erfolgt das Einschrauben der Kabeleinführungen mit den Gegenmutter sowie die Verkabelung und Installation des Gerätes entsprechend dem Abschnitt „Installation und Applikation“.

Zum Schluss ist noch die Neopren-Dichtung in den Gehäusedeckel einzusetzen, und nach der Installation ist der Gehäusedeckel auf das Gehäuseunterteil aufzusetzen und zu verschrauben. Dabei muss die Dichtung sorgfältig in die entsprechende Nut eingelegt und am Ende auf die richtige Länge gekürzt werden.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Dichtung nicht zu kurz abgeschnitten wird. Außerdem muss der Schnitt genau senkrecht verlaufen, damit Anfang und Ende der Dichtung in der Nut bündig aneinander liegen.

Internet-Links:

- [1] Advanced IP-Scanner
www.radmin.com/products/utilities.index.php
- [2] Angry IP-Scanner
www.angryziber.com/ipscan
- [3] <http://www.gnu.org/software/wget/>
- [4] <http://www.willus.com/archive/>

Wetterstations-Templight



Ein Blick genügt!



Empfängt die Temperaturdaten der ELV-Wettersensoren*
*Siehe technische Daten

Ideal für Fisch- und Gartenteiche

Ob Innen- oder Außentemperatur oder die Temperatur des Pools, ein Blick genügt, und schon weiß man, ob die persönliche „Wohlfühltemperatur“ vorhanden ist. Das WST 100 empfängt die Temperaturdaten von ELV-Funk-Wettersensoren und stellt diese mittels einer RGB-Leuchtdiode in verschiedenen Farben dar. Dabei ist es durch das Setzen von Temperaturgrenzen möglich, die Farbausgabe an das persönliche Temperaturempfinden anzupassen. Mit einer internen Temperaturmessung ist sogar der Betrieb ohne Funk-Wettersensoren möglich. Zusätzlich erlaubt eine kleine Endstufe den Anschluss von LED-Stripes mit einer Stromaufnahme von bis zu 0,5 A je Farbe und damit sogar „Großanzeigen“.

Im grünen Bereich

Nicht immer interessiert bei der Einschätzung einer Temperatursituation der genaue Temperaturwert, vielmehr will man wissen, ob die Temperatur im eigenen Sinne „stimmt“. Beispiele dafür fallen jedem sicher schnell ein – von der als angenehm empfundenen, meist aber immer unterschiedlichen Temperatur in Wohnzimmer, Bad oder Schlafzimmer bis hin zur Wassertemperatur des Swimmingpools, des Koi-Teichs oder sogar Aquariums oder Terrariums ist hier alles denkbar. Weitere

Technische Daten: WST 100

Spannungsversorgung:	7–15 V _{DC}
Stromaufnahme (ohne ext. Last):	max. 100 mA
Ausgangsstrom:	max. 0,5 A pro Kanal
DC-Versorgungsanschluss:	Hohlstecker Außen-ø 3,5 mm, Innen-ø 1,3 mm
Temperaturbereich:	-20 bis + 50 °C
Kompatible Sensoren:	Funk-Kombi-Sensor KS 200/KS 300, Funk-Innen-/Außensensor S 300 IA, Funk-Temperatur-/Luftfeuchtesensor ASH 2200, Pool-Sensor PS50
Abmessungen Gehäuse (B x H x T):	58 x 143 x 24 mm

Beispiele wären etwa der Weinkeller, das Gewächshaus, der Tiefkühlschrank, diverse Flüssigkeitstemperaturen usw.

Deshalb liegt es nahe, für diese Anwendungsbereiche eine ganz andere Temperaturanzeige zu wählen, eine, die lediglich einen bestimmten Temperaturzustand inklusive einer gewissen Schwankungsbreite kennzeichnet. Und da bietet sich als Anzeige im LED-Zeitalter natürlich die RGB-LED an, die es einfach macht, nahezu das gesamte sichtbare Farbspektrum nahtlos darzustellen. Mit ihr ist es möglich, bei entsprechender Ansteuerung bestimmten Temperaturen bestimmte Leuchtfarben zuzuordnen, so dass man bereits aus größerer Entfernung tatsächlich erkennen kann, ob sich eine bestimmte Temperatur „im grünen Bereich“ befindet. Eine solche Anzeige ist, zumal, wenn sie wirklich gut sichtbar platziert und ausgeführt ist, weithin erkennbar und einfach eindeutig – man muss nicht an das Display herantreten, um die Temperatur abzulesen.

Genau diese Aufgabe erfüllt das neue ELV-Templight. Aber das interessante Gerät kann noch mehr! Es verfügt nicht nur über einen internen Sensor, der die Erfassung der Raumtemperatur möglich macht, über einen Funkempfänger kann es die Daten nahezu aller aktuellen ELV-Funk-Temperatur Sensoren, z. B. auch des Kombi-Sensors KS 300 oder des Pool-Sensors PS 50 empfangen und anzeigen (alle einsetzbaren Typen sind im Abschnitt „Bedienung“ aufgeführt). So kann man die vorhandenen Sensoren seiner ELV-Wetterstation einfach mitnutzen. Für jeden der Sensoren ist ein individueller Temperaturbereich einstellbar, so dass bei der Abfrage eben z. B. „Grün“ für jeden Sensor das Gleiche bedeutet: Temperatur o. k.! Dabei erleichtert ein kleines LC-Display alle Einstellungen.

Wem die interne RGB-Leuchtdiode nicht ausreicht, für den steht zusätzlich ein Leistungs-Ausgang für eine Belastung von bis zu 0,5 A je Farbkanal zur Verfügung, an den sich leistungsfähige RGB-Einheiten anschließen lassen, etwa RGB-Stripes. Diese sind dann im wahrsten Sinne des Wortes als Großanzeige nutzbar, womit sich Erkennbarkeit und Reichweite nochmals erhöhen. Und wer will, kann diese Stripes dann auch noch gleichzeitig als Dekorationsleuchte einsetzen – die macht dann die Verfolgung

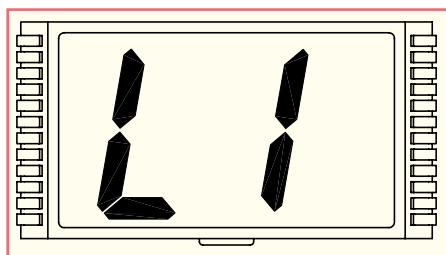


Bild 1: Anzeige des aktuellen Modus

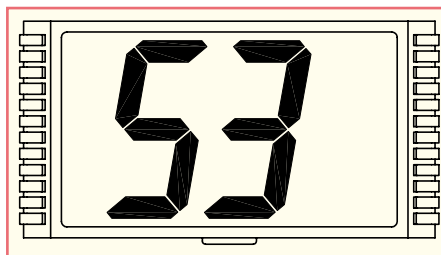


Bild 2: Anzeige des aktuell genutzten Sensors (hier S3)

der Entwicklung der Außentemperatur an einem langen Fernsehabend quasi zur Unterhaltung ...

Schließlich ist es auch noch möglich, die interne und/oder externe Anzeige nach Belieben zu- und abzuschalten, so ist das Gerät etwa auch im Schlafzimmer einsetzbar, ohne im Schlaf zu stören – und auf einen Tastendruck nach dem Aufwachen erfährt man sofort, ob es etwa draußen friert.



Bild 3: Der Farbverlauf der Anzeige von Blau (zu kalt) über Grün (Wohlfühltemperatur) bis Rot (zu warm)

Bedienung

Die komplette Bedienung des Wetterstations-Templights erfolgt mit den beiden Tasten TA 1 (LEDs EIN/AUS) und TA 2 (SENSOR/PROG→3s).

LEDs ein-/ausschalten

Mit der Taste TA 1 (LEDs EIN/AUS) ist es möglich, die im Gerät befindliche RGB-LED D 1 allein oder alle LEDs abzuschalten. Ein kurzer Druck auf die Taste TA 1 zeigt auf dem Display, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, den aktuellen Modus für 3 Sekunden an.

Folgende Modi sind einstellbar.

- L0: interne und externe LEDs abgeschaltet
- L1: interne LED abgeschaltet, externe LEDs eingeschaltet
- L2: interne und externe LEDs eingeschaltet

Betätigt man innerhalb dieser 3 Sekunden die Taste TA 1 nochmals kurz, so wird damit die interne LED ein- bzw. ausgeschaltet. Um alle angeschlossenen LEDs abzuschalten, ist die Taste TA 1 länger als 3 Sekunden zu betätigen. Anschließend wird auf dem Display der nun aktivierte Modus L0 angezeigt. Zum Einschalten der LEDs reicht danach ein kurzes Drücken der Taste TA 1.

Auswahl des Sensors

Um das WST 100 auf eine bestimmte Sensoradresse einzustellen, ist mit der Taste

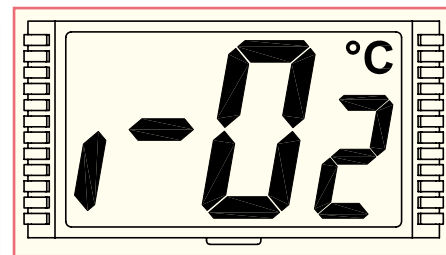


Bild 4: Eingabe der unteren Temperaturgrenze (hier -2 °C)

TA 2 (SENSOR) der gewünschte Sensor auszuwählen. Durch kurzes Betätigen der Taste TA 2 ändert sich die Anzeige auf dem Display und zeigt die momentan verwendete Sensoradresse für 3 Sekunden an (siehe Abbildung 2). Wird innerhalb dieser 3 Sekunden die Taste TA 2 nochmals betätigt, wechselt das Gerät zur nächsten Sensoradresse, z. B. von S3 zu S4. Hierbei ist Folgendes festgelegt:

- Sensoradresse S0 ist immer der interne Temperatursensor
- Sensoradresse S9 ist immer der Funk-Kombi-Sensor KS 200/300
- Auf den Sensoradressen S1 bis S8 sind je nach Adressierung die Sensoren S 300 IA, ASH 2200 oder PS50 zu empfangen

Einstellung der Wohlfühltemperatur

Das WST 100 kann für jeden Sensor einen individuellen Temperaturbereich speichern, womit, wie bereits erwähnt, jeder seine Wohlfühltemperatur definieren kann. So ist es z. B. möglich, einen Temperaturbereich von 28 °C bis 32 °C für den Pool-Sensor zu definieren, aber für den Funk-Innensensor einen Bereich von 19 °C bis 23 °C.

Empfängt das WST 100 nun vom Pool-Sensor eine Temperatur von 28 °C oder weniger, dann werden die LEDs blau leuchten. Bei Temperaturen von 32 °C und darüber leuchten sie rot. Werte, die zwischen den beiden Grenzen liegen, werden über den linearen Farbverlauf, wie in Abbildung 3 zu sehen, dargestellt. Aus diesem Farbverlauf heraus ist für unser Beispiel bei 30 °C die Idealtemperatur als grünes Leuchten der LEDs zu erkennen.

Um einen Temperaturbereich einzustellen

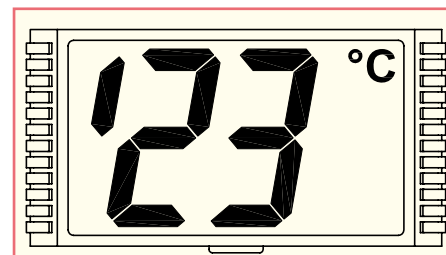
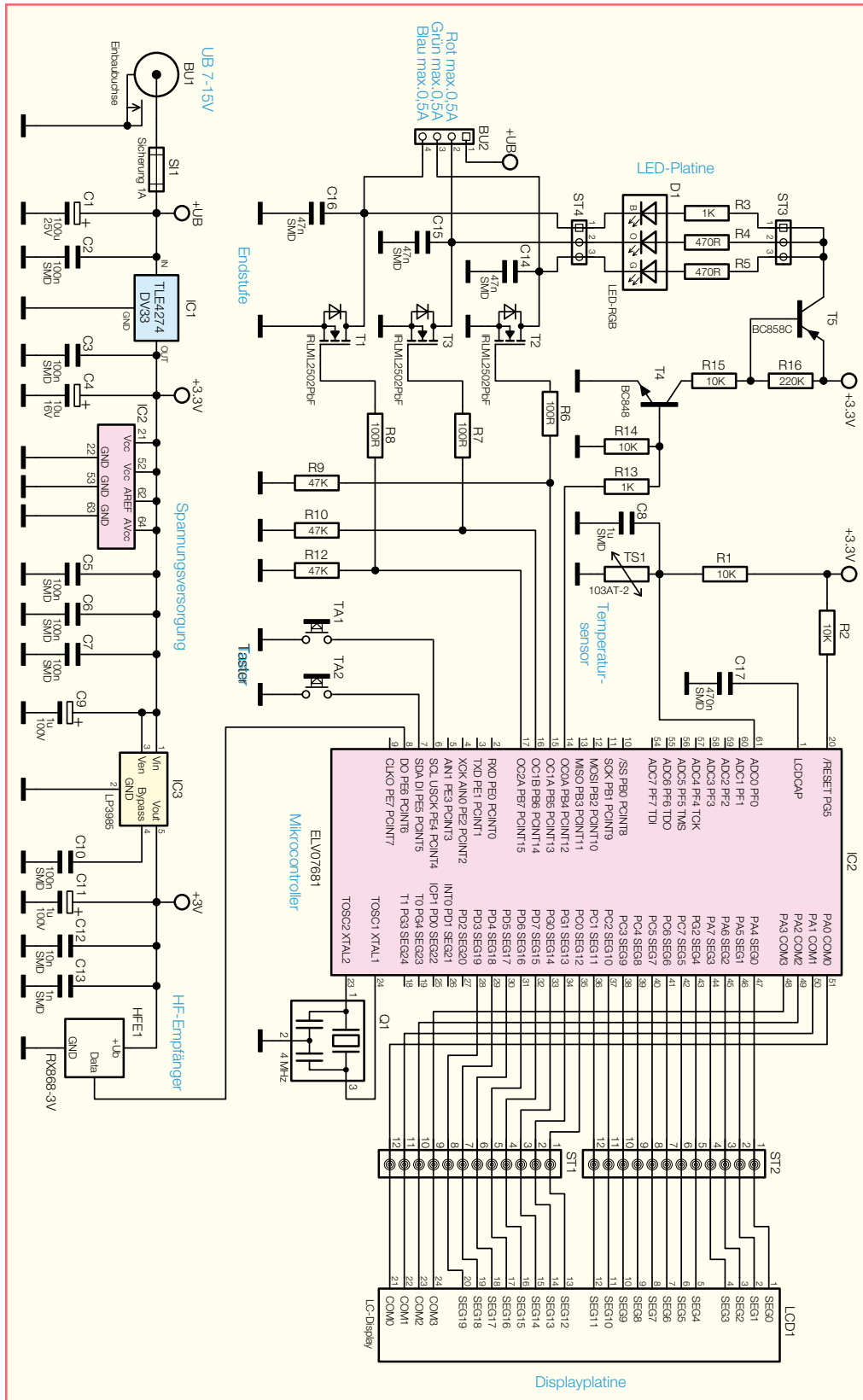


Bild 5: Eingabe der oberen Temperaturgrenze (hier 23 °C)

Bild 6: Schaltbild des WST 100



der oberen Temperaturgrenze. Das Display zeigt jetzt eine blinkende Temperatur mit vorangestelltem Balken auf der oberen Anzeigenhälfte (Abbildung 5).

Die obere Temperaturgrenze wird nach dem gleichen Schema eingegeben wie die untere Grenze. Dabei ist nur zu beachten, dass die obere Temperaturgrenze mindestens 3 °C über der unteren Temperaturgrenze liegen muss. Ist z. B. als untere Temperaturgrenze 13 °C eingestellt, beträgt der kleinste einstellbare Temperaturwert für die obere Grenze 16 °C. Dadurch wird sichergestellt, dass der Farbverlauf gut, ohne Sprünge, dargestellt werden kann. Nachdem auch der obere Temperaturwert mit der Taste TA 2 quittiert ist, wechselt die Anzeige wieder auf die aktuelle Temperatur des ausgewählten Sensors. Da die eingestellten Temperaturgrenzen im EEPROM des Controllers

len, ist zuerst, wie oben beschrieben, der gewünschte Sensor anzuwählen. Danach wird die Taste TA 2 für länger als 3 Sekunden gedrückt, um in den Programmiermodus zu gelangen. Das Display zeigt nun blinkend eine Temperatur an, der ein Balken auf der unteren Anzeigenhälfte vorangestellt ist (Abbildung 4). Dies stellt die untere Temperaturgrenze dar.

Durch kurzes Drücken der Taste TA 1 kann man diesen Wert in 1-°C-Schritten erhöhen, bis der gewünschte Temperaturwert erreicht ist. Nach Erreichen des Maximalwertes (47 °C) springt die Anzeige zurück auf den Minimalwert von -20 °C. Ist der gewünschte Temperaturwert erreicht, wird dies mit der Taste TA 2 quittiert. Im nächsten Schritt erfolgt nun das Einstellen

gespeichert sind, stehen sie auch noch nach einem Ausfall der Spannungsversorgung zur Verfügung.

Wenden wir uns nun der Schaltungsbeschreibung zu.

Schaltungsbeschreibung

Das Schaltbild des WST 100 ist in Abbildung 6 zu sehen, dank zentraler Steuerung durch einen Mikroprozessor ist es sehr übersichtlich. Das Gerät besteht aus drei einzelnen Platinen: Basisplatine, Displayplatine und LED-Platine. Entsprechend wollen wir die einzelnen Schaltungsteile betrachten.

Displayplatine

Auf der Displayplatine sind das Display LCD 1 und die beiden 12-pol. Stiftleisten ST 1 und ST 2 untergebracht. Mit Hilfe dieser Displayplatine wird das Display LCD 1 so weit angehoben, dass es sich direkt unter der Gehäuseoberfläche befindet und somit gut abgelesen werden kann.

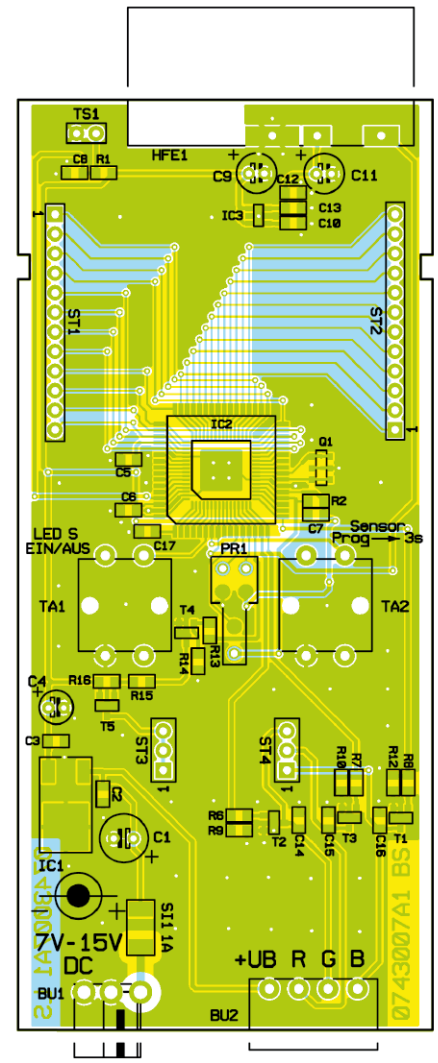
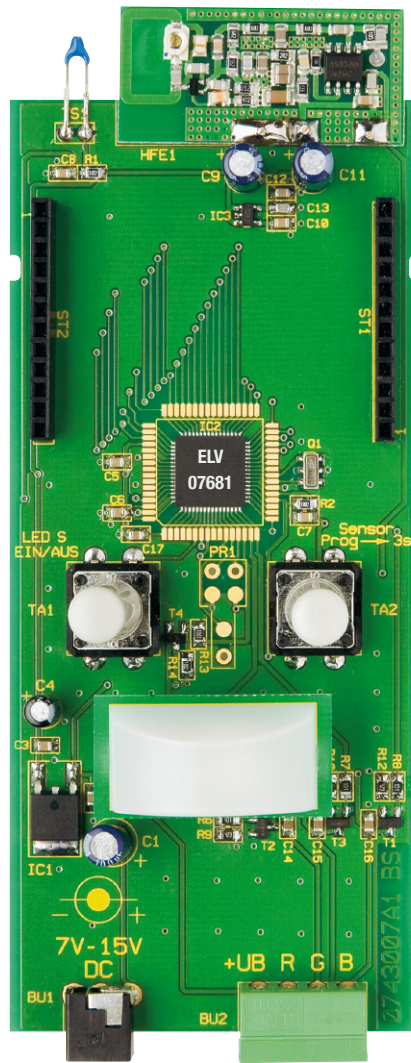
LED-Platine

Auf der LED-Platine befinden sich neben der RGB-LED 1 und den drei Vorwiderständen R 3, R 4 und R 5 zusätzlich noch eine LED-Abdeckung und die Stiftleisten ST 3, ST 4. Mit diesen Stiftleisten und den dazugehörigen Buchsenleisten ST 3 und ST 4 auf der Basisplatine wird auch diese LED-Platine so weit angehoben, dass die LED-Abdeckung aus dem Gehäuseoberteil herausragt. So ist das Leuchten der RGB-LED in einem großen Sichtwinkel zu erkennen. Das diffuse Material der LED-Abdeckung unterstützt die additive Farbmischung der drei RGB-LED-Grundfarben.

Basisplatine

Die gesamte restliche Elektronik befindet sich auf der Basisplatine. Als Spannungsversorgung kann eine ungestabilisierte Gleichspannung von 7V bis 15V verwendet werden, die über die Buchse BU 1 zugeführt wird. Die Sicherung SI 1 schützt ein angeschlossenes Netzteil im Fehlerfall vor einem Defekt. Aus dieser Betriebsspannung +U_B erzeugt der Spannungsregler IC 1 vom Typ TLE4274DV33 eine stabilisierte Spannung von +3,3 V, die für den Betrieb des Mikrocontrollers IC 2 benötigt wird.

Der eingesetzte Controller ist ein ATmega169PV, der speziell für die direkte Ansteuerung von LC-Displays ausgelegt ist. Dadurch ist es dem Controller möglich, das über die Buchsenleisten ST 1 und ST 2 angeschlossene Display LCD 1 ohne weitere Peripherie zu treiben. Die Taktfrequenz des Controllers wird vom externen Keramikschwinger Q 1 bestimmt, der mit einer Frequenz von 4 MHz schwingt.



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des WST 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Als interner Temperatursensor kommt der NTC-Widerstand TS 1 vom Typ 103AT-2 zum Einsatz. Dieser auch Thermistor genannte Temperatursensor weist einen negativen Temperatur-Koeffizienten auf, d. h. bei steigender Temperatur sinkt der Widerstand. Ein wesentlicher Vorteil dieses Sensors besteht darin, dass für alle Temperaturen im Bereich von -50 bis +100 °C die Widerstandswerte des Sensors bekannt sind. Der Mikrocontroller IC 2 ist somit ganz einfach mit Hilfe des internen A/D-Wandlers in der Lage, den Widerstandswert des Temperatursensors zu ermitteln und ohne Abgleich, anhand einer gespeicherten Tabelle die aufgenommene Temperatur zu errechnen. Bei einer Temperatur von 25 °C nimmt der 103AT-2 einen Widerstandswert von genau 10 kΩ an.

Zum Empfang von externen Sensordaten wird der HF-Empfänger RX868-3V eingesetzt, dieser benötigt für seinen Betrieb eine Betriebsspannung von +3 V, die mit dem Ultra-Low-Drop-Spannungsregler IC 3 erzeugt wird. Die vom HFE 1 empfangenen externen Sensordaten werden über die Datenleitung DATA zum Pin 8

des Mikrocontrollers geführt.

Aus den intern berechneten oder extern empfangenen Temperaturwerten werden mittels PWM-Signalen an den Ausgängen (Pin 15 bis Pin 17) des Controllers die drei Endstufentransistoren (T 1 bis T 3) für die LEDs angesteuert. Über die PWM (Pulsweitenmodulation) wird somit die Helligkeit der einzelnen Farb-LEDs vom Controller festgelegt. Durch die Mischung der drei Grundfarben ergibt sich ein Farbverlauf, wie er in Abbildung 3 zu sehen ist.

Zum Anschluss der externen LED-Stripes steht die Buchse BU 2 zur Verfügung, eine passende Schraubklemme ist dem Bausatz beigelegt. Jeder Kanal ist mit einem maximalen Strom von 0,5 A belastbar. Über die beiden Transistoren T 4, T 5 und die Widerstände R 13 bis R 16 ist der Mikrocontroller in der Lage, die RGB-LEDs auf der Zusatzplatine einzeln abzuschalten.

An den Pins 6 und 7 des Mikrocontrollers IC 2 befinden sich die beiden Taster TA 1 und TA 2. Über diese beiden Taster ist die komplette Bedienung des WST 100 möglich.

**Stückliste: WST 100
Basiseinheit**

Widerstände:

100 Ω/SMD/0805.....	R6–R8
1 kΩ/SMD/0805.....	R13
10 kΩ/SMD/0805...R1, R2, R14, R15	
47 kΩ/SMD/0805.....	R9, R10, R12
220 kΩ/SMD/0805.....	R16

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C13
10 nF/SMD/0805	C12
47 nF/SMD/0805	C14–C16
100 nF/SMD/0805 ..	C2, C3, C5–C7, C10
470 nF/SMD/0805	C17
1 µF/SMD/0805	C8
1 µF/100 V	C9, C11
10 µF/16 V	C4
100 µF/25 V/105 °C.....	C1

Halbleiter:

TLE4274DV33/SMD.....	IC1
ELV07681/SMD	IC2
LP3985IM5-3.0/SMD.....	IC3
IRLML2502PbF/SMD.....	T1–T3
BC848C.....	T4
BC858C.....	T5

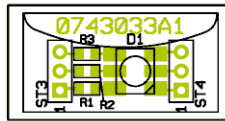
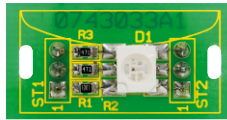
Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD....	Q1
DC-Buchse, print	BU1
Mini-Buchsenleiste, 3,81 mm, 4-polig, winkelpoint.....	BU2
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein.....	TA1, TA2
Tastknopf, 18 mm	TA1, TA2
Temperatursensor 103AT-2.....	TS1
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz	HFE1
Sicherung, 1 A, träge, SMD.....	S11
Buchsenleiste, 1 x 12-polig, print, 5,7 mm, gerade	ST1, ST2
Buchsenleiste, 1 x 3-polig, print, gerade	ST3, ST4
1 Steckerteil mit Schraubklemmen, 3,81 mm, 4-polig	
1 Profilgehäuse, komplett, transparent, bearbeitet und bedruckt	
3 cm Schalt draht, blank, versilbert	

Nachbau

Auf der Basisplatine und der LED-Platine sind bereits alle SMD-Bauteile vorbestückt. Dies erspart den Umgang mit den mitunter nicht leicht zu handhabenden SMD-Bauteilen. Dennoch ist die Bestückung wie üblich auf Bestückungsfehler, Lötzinnbrücken und vergessene Lötstellen zu prüfen.

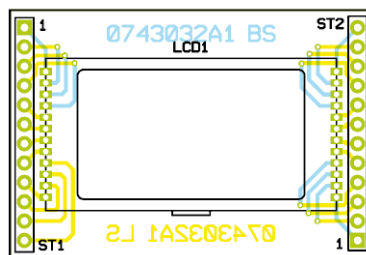
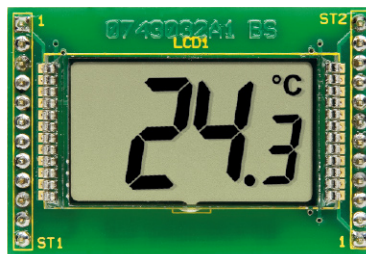
Die Bestückung der restlichen Bauelemente erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos.



Ansicht der fertig bestückten LED-Platine des WST 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Bei der Displayplatine sind nur die beiden 12-poligen Stiftleisten ST 1 und ST 2 und das Display LCD 1 zu bestücken. Hierbei ist auf die richtige Platzierung des Displays zu achten. Das Display besitzt eine kleine Glasnase, die auch im Bestückungsdruck zu finden ist. Hier wie bei den Stiftleisten, welche von der Lötseite zu bestücken sind, ist auf planes Einlöten zu achten, um später einen exakten Zusammenbau des Gerätes realisieren zu können.

Auch der Zusammenbau der LED-Platine gestaltet sich sehr einfach. Nach dem Anlöten der beiden 3-poligen Stiftleisten ST 3 und ST 4, die ebenfalls von der Lötseite bestückt werden, kann die LED-Abdeckung aufgesetzt werden. Auch hier zeigt der Bestückungsdruck an, wo sich die abgeschrägte Seite der Abdeckung befinden muss. Um die LED-Abdeckung an die Pla-



Ansicht der fertig bestückten Display-Platine des WST 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

**Stückliste: WST 100
Displayeinheit**

Halbleiter:

LC-Display, 3,5-stellig, print	LCD1
-------------------------------------	------

Sonstiges:

Stiftleiste, 1 x 12-polig, gerade, print.....	ST1, ST2
--	----------

**Stückliste: WST 100
LED-Einheit**

Widerstände:

470 Ω/SMD/0805.....	R4, R5
1 kΩ/SMD/0805.....	R3

Halbleiter:

RGB-LED/SMD/ultra hell.....	D1
-----------------------------	----

Sonstiges:

Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print.....	ST3, ST4
1 LED-Abdeckung, weiß eingefärbt	

te zu fixieren, können die Stege entweder geklebt oder mit Hilfe des LötKolbens erwärmt und umgebogen werden.

Widmen wir uns nun der Basisplatine. Als Erstes ist der HF-Empfänger mit dem beigefügten Silberdraht an die entsprechenden Lötflächen auf der Basisplatine anzulöten. Beim anschließenden Einsetzen und Verlöten der Elkos C 1, C 4, C 9 und C 11 ist auf die richtige Polarität zu achten (Elkos sind am Minus-Pol gekennzeichnet). Die Buchsen BU 1, BU 2 und die Taster TA 1 und TA 2 sind plan und sauber ausgerichtet zu bestücken und deren Anschlüsse mit reichlich Lötzinn zu verlöten. Danach folgt der Temperatursensor TS 1 (un gepolt).

Zum Schluss sind noch die Buchsenleisten ST 1 bis ST 4 zu verlöten. Diese sind ebenfalls plan zu bestücken.

Damit ist die Bestückung der Platinen abgeschlossen, sie sind jetzt nochmals auf Bestückungsfehler, vergessene Bauelemente und Lötfehler zu kontrollieren.

Nach dieser abschließenden Kontrolle werden die Displayplatine und die LED-Platine auf die vorgesehenen Buchsenleisten gesteckt. Dabei zeigen die Nase des Displays sowie die abgeschrägte Seite der LED-Abdeckung jeweils in Richtung der Taster TA 1 und TA 2.

Inbetriebnahme

Nach dem Anlegen der Spannungsversorgung führt das WST 100 einen Displaytest durch, wobei alle Segmente des Displays für eine Sekunde angezeigt werden.

Anschließend wird die aktuelle Temperatur des eingestellten Sensors angezeigt, sofern das WST 100 ein Datenpaket empfangen hat. Solange kein Datenpaket auf der Sensoradresse empfangen worden ist, zeigt das WST 100 auf dem Display zwei waagerechte Striche an. Bei Auswahl des internen Temperatursensors (S0) erfolgt natürlich eine sofortige Anzeige.

Nun kann man nach Bedarf entsprechend dem Abschnitt „Bedienung“ die Anzeige konfigurieren. **ELV**



Teil 5

Das FS20-Funk-Steuersystem in der Praxis

In diesem Teil unserer Serie betrachten wir zunächst das Thema „Rollladensteuerung“ aus praktischer Sicht, indem wir zeigen, wie einfach es ist, vorhandene Rollläden ohne Bauaufwand mit einem bequem per Funk steuerbaren Antrieb nachzurüsten bzw. bei Neubau oder Renovierung sogar einen integrierten Antrieb einzubauen. Anschließend legen wir das Werkzeug beiseite, um uns mit den Besonderheiten der Haussteuerungssoftware „homeputer Studio“ bekannt zu machen.

Rollläden – wichtig für Sicherheit und Klima

Rollläden und deren Verwandte, z. B. Lamellen, zählen heute zur Standardausstattung jedes Gebäudes, zumal sie auch mit relativ wenig baulichem Aufwand nachrüstbar sind. Sie sorgen in der Nacht und bei Abwesenheit für erhöhten Einbruchschutz, dienen als Sichtschutz und können ganz wesentlich zur verbesserten Klimatisierung von Gebäuden beitragen, indem man sie aktiv für die Beschattung bei Wärme bzw. für die bessere Isolierung bei Kälte einsetzt.

Im günstigsten Fall sind die Rollläden bereits motorisch angetrieben, so dass man sie bequem per elektrischer Steuerung he-

rauf- und herabfahren kann. Selten jedoch sind bereits zentrale Steuerungen installiert, die etwa das zeitgesteuerte Verfahren der Rollläden für das ganze Haus erlauben oder beispielsweise die klimageführte Steuerung. Wie einfach dies mit jedem beliebigen elektrischen Rollladenantrieb sogar bequem und bauschonend per Funk möglich ist, fassen wir in diesem Beitrag einmal zusammen.

Zuvor wollen wir uns jedoch dem Thema „Nachrüstung von Antrieben“ widmen und zeigen, mit wie wenig Aufwand dies möglich ist.

Schnelle Lösung – Gurtwickler

Der von Hand zu bedienende Gurtwickler ist die Standardausstattung für das

Bewegen von Rollläden. Er besteht aus einem Federmechanismus, auf den der Zuggurt aufgerollt ist und der so abgestimmt ist, dass er, zusammen mit einer Bremse, das Gewicht des aufgezogenen Rollladens hält. Bei Aufziehen des Rollladens unterstützt die Federkraft der starken Wickelfeder den Bediener. Beim Herablassen sorgt die Feder wiederum für das Straffhalten des Gurtes. Die Gurtwickler sind je nach Bausubstanz entweder in die Wand eingelassen oder als Aufputzwickler montiert. Letztere lassen sich auch aus ästhetischen Gründen im Ruhezustand platzsparend zur Seite klappen. Es gibt bei den nicht motorisch angetriebenen Rollläden auch Versionen, die, ähnlich einer Markise, über eine anzusetzende Kurbel angetrieben werden, diese sind jedoch im Wohnungsbau kaum

verbreitet, man trifft sie eher an den Schaufenstern von Geschäften – hier vor allem, weil deren Rollläden aufgrund der großen Fläche und robusten Ausführung sehr schwer sind und mit einem Gurtantrieb kaum zu bewegen wären. Diesen Fall wollen wir einmal außen vor lassen, denn hier ist tatsächlich nur die Installation eines internen Antriebs möglich, sieht man einmal von oft unschönen externen Antrieben ab.

Gurtwickler raus – Antrieb rein?

Quasi jeder der eben betrachteten Gurtwickler ist mit einem elektrisch angetriebenen Äquivalent nachrüstbar. Hier gibt es sehr komfortable Einbaulösungen, die sogar zu komfortablen, allerdings in sich geschlossenen Lösungen ausbaubar sind. Die funktionieren nach dem Prinzip: alten Gurtwickler raus, Gurt in den neuen Antrieb einfädeln, elektrischen Antrieb statt des alten Gurtwicklers einsetzen – fertig! Wie gesagt, einfach realisierbar, aber, insbesondere, wenn man ein Funksystem daraus machen will, nicht gerade preiswert.



Bild 1: Mit dem ELV-Funkmodul FS20 RST lässt sich der preiswerte und einfach nachrüstbare Gurtwickler „EcoRoll“ über das FS20-System bzw. eine der ELV-Haussteuerzentralen bequem fernsteuern.

Noch einfacher ist das hier vorzustellende, sogar recht preiswerte System zu montieren. Dabei ist es nicht einmal erforderlich, Gurt und Gurtwickler zu demontieren, beides kann bleiben, wo es ist. Der in Abbildung 1 gezeigte Gurtwickler „EcoRoll“ ist solch ein Gerät. Er wird einfach auf den vorhandenen Gurtwickler aufmontiert und hat für unser Vorhaben, ihn in das FS20-System einzubinden, einen unschätzbaren Vorteil – er ist mit Hilfe des ELV-Funkmoduls FS20 RST (siehe Abbildung 1) mit wenigen Handgriffen aufrüstbar!



Bild 2: Hat ausgedient – die Abdeckung des Hand-Gurtwicklers

Im Übrigen gibt es auch für den Ersatz von handbetriebenen Aufputz-Gurtwicklern elektrische Lösungen – diese Antriebe werden einfach statt des vorhandenen Handwicklers auf die Wand montiert.

Lassen Sie uns also die Montage des EcoRoll ausführen. Dazu sind nur wenige Handgriffe und ein passender Schraubendreher erforderlich.

Da wir die ausführliche Anleitung des Herstellers aus Platzgründen hier kaum komplett wiedergeben können, betrachten wir nur die Hauptschritte, um zu zeigen, wie einfach es geht.

Der Hauptteil der Arbeit liegt in der



Bild 3: Der Gurtwickler selbst bleibt inklusive Gurt in der Wand (siehe Text)!

Justierung des jeweiligen Rollladens – auch das dauert maximal 5 Minuten!

EcoRoll in 5 Schritten

Abbildung 2 zeigt einen typischen Einlasswickler – 30 Jahre alt, inzwischen etwas unansehnlich (wer sieht schon mal hinter den Gurt ...). Hier ist der Gurt herausgenommen, das ist zur Montage des EcoRoll nicht erforderlich, sofern man die Abdeckung nach dem Lösen der Schrauben einfach mit einer Blechschere oder einem kräftigen Seitenschneider durchschneidet, um den Gurt aus dieser herauszunehmen.

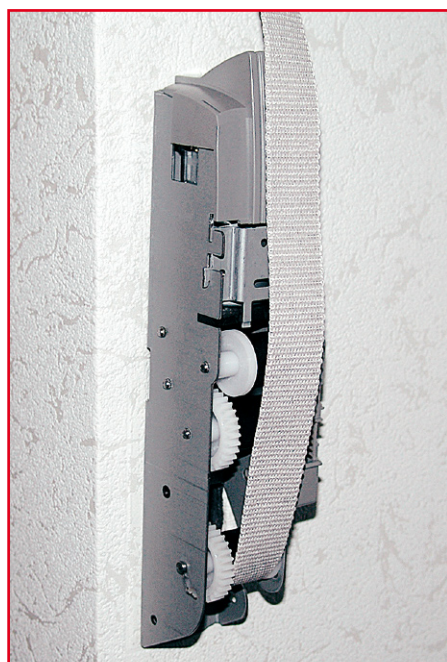


Bild 4: Nun einfach den EcoRoll auf die Schrauben des Gurtwicklers setzen ...

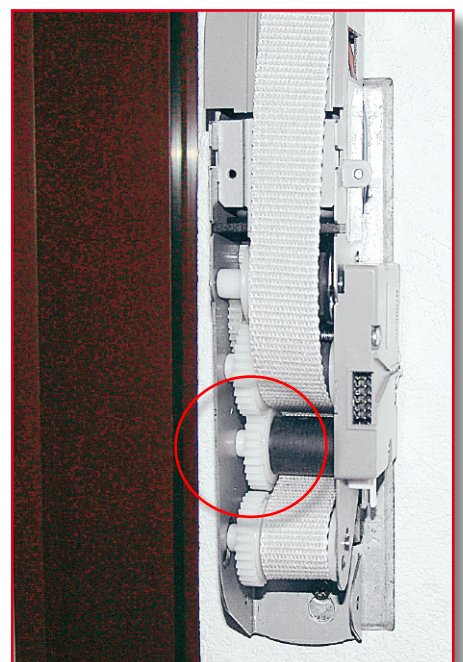


Bild 5: ... den Gurt unter die zuvor herausgenommene Antriebsrolle legen ...

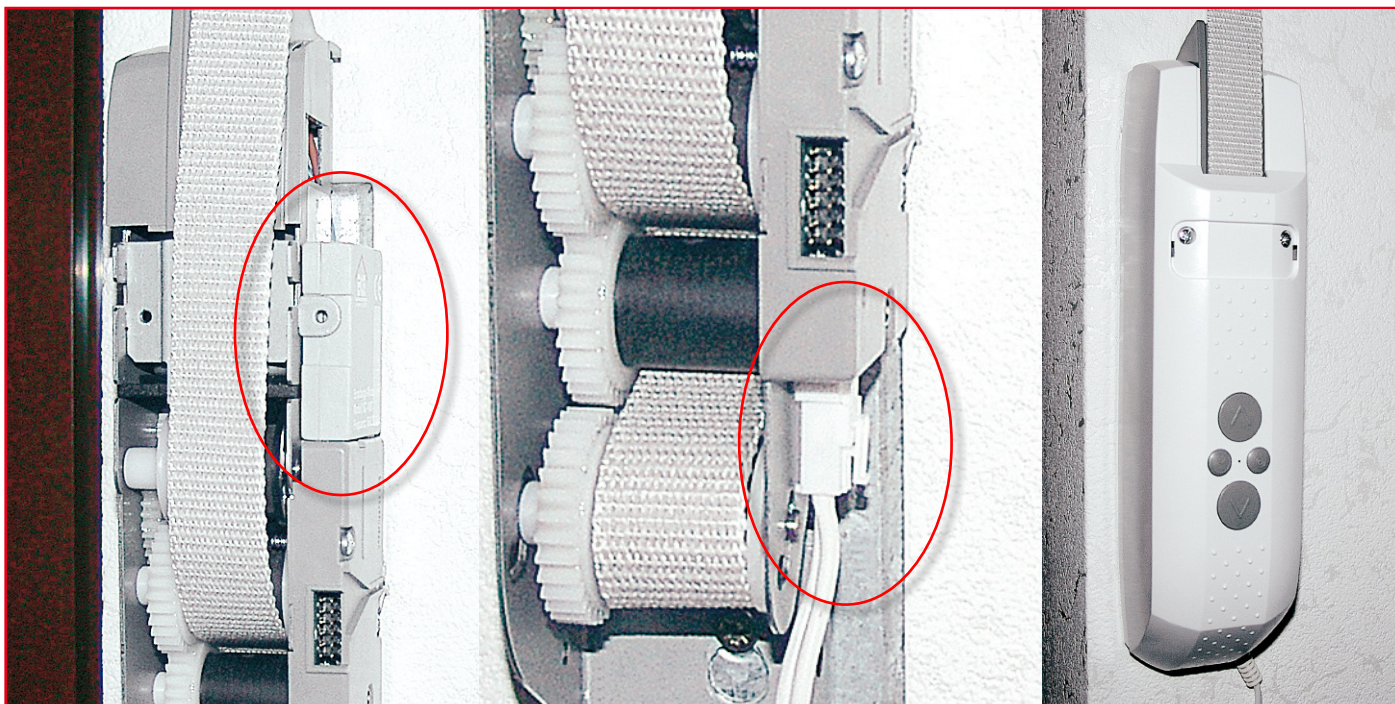


Bild 6: ... jetzt den Funkempfänger aufstecken ...

Bild 7: ... den 12-V-Anschluss des Netzteils anstecken ...

Bild 8: ... und schließlich das Gehäuse aufsetzen, verschrauben und die Schraubenabdeckung aufsetzen – fertig!

So kann man das lästige und nicht ungefährliche Entspannen und Neuauflegen des Gurtes im alten Einlasswickler umgehen. Abbildung 3 zeigt den gleichen Gurtwickler ohne die Abdeckung. Der bleibt in diesem Zustand (natürlich mit aufgewickeltem Gurt) drin! Zweckmäßig ist es, den Rollladen nun ganz herabzulassen.

Nun wird der EcoRoll einfach auf die beiden leicht herausgeschraubten Originalschrauben aufgesetzt (siehe Abbildung 4 und Titelbild), eingerastet und fest verschraubt. Jetzt folgt das Herausnehmen des Transportrades aus dem EcoRoll-Antrieb und das Wiedereinsetzen, nachdem der Gurt hinter dieses gelegt ist (Abbildung 5).

Damit ist der Antrieb bereits komplett montiert!

Nun folgen lediglich das Einsetzen des FS20-Empfängers (Abbildung 6), das Anschließen des Netzteilkabels (Abbildung 7) sowie das Aufsetzen des Gehäuses (Ab-

bildung 8). Eine elegante Führung des Netzkabels kann man mit einem schmalen Kabelkanal realisieren, der unauffällig auf die Wand geklebt wird.

Damit ist der Gurtwickler samt integrierter Funksteuerung einsatzbereit! Über die Bedientasten am Gerät lassen sich schnell die Endpunkte beim Herauf- und Herabfahren einstellen, und nach Anlernen des Funkempfängers an die jeweilige Fernbedienung ist der EcoRoll komfortabel fernbedienbar!

Fortan ist der EcoRoll wie ein normales FS20-Empfangsgerät zu behandeln, wobei bei Einsatz einer der FS20-Zentralen natürlich weitere Features über das einfache Herauf- und Herabfahren hinaus verfügbar sind. So sind verschiedene Zwischenstellungen (Schlitzstellung) ebenso programmierbar wie feste oder zufällige Schließ- und Öffnungszeiten oder witterungsgeführtes Schließen und Öffnen.

Interne Lösung

Wer neu baut, umbaut oder renoviert (dabei lässt sich heute auch gleich prima eine energiesparende Wärmedämmung, Schalldämmung und Abdichtung einbringen) hat die Wahlmöglichkeit, den gesamten Rollladenantrieb unauffällig im Rollladenkasten, sei er intern im Fenstersturz oder extern angebaut, unterzubringen. Die Lösung heißt hier Rohrmotor (Abbildung 9). Der wird einfach nach Öffnen des Rollladens und Herausnehmen der Achtkantwelle in diese eingesetzt, mit dem Wiedereinsetzen der Welle in deren Halterung fixiert und treibt fortan die Welle direkt an. Voraussetzung ist hier ein Netzanschluss im Rollladenkasten bzw. ein vorhandener Anschluss über eine normale Rollladen-Tastersteuerung.

Natürlich bietet auch hier das FS20-System eine Steuerungslösung an. Es sind sogar zwei: Einmal kann man die Funk-Markisen- und -Rollladensteuerung FS20 MS (Abbildung 10 links) nutzen. Diese kann autark arbeiten und dabei durch mehrere integrierte Timer gezielt bestimmte Stellregimes realisieren. Auch das Ansteuern durch andere FS20-Sender über die verfügbaren Handfernbedienungen hinaus ist möglich, so etwa durch den Dämmerungsschalter FS20 SD oder eine der Zentralen des FS20-Systems.

Noch einen Schritt weiter geht die eigentlich als Markisensteuerung konzipierte FS20 AMS (Abbildung 10 rechts). Hier sind nicht nur eigenständige Uhrzeit-Stell-

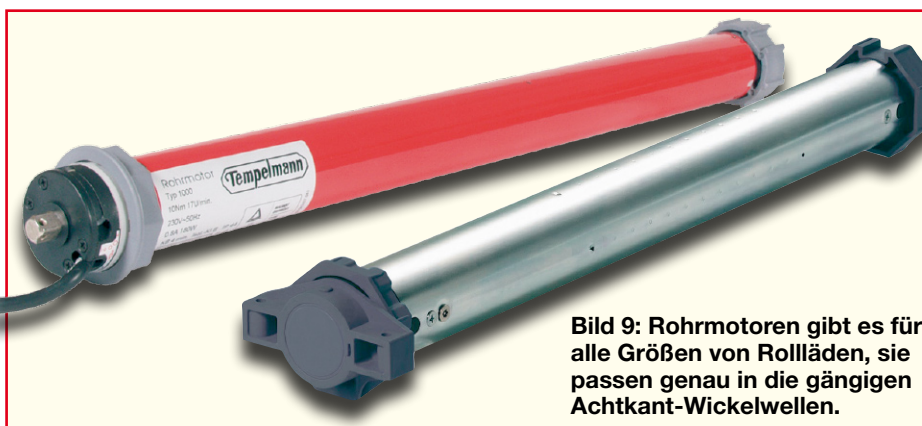


Bild 9: Rohrmotoren gibt es für alle Größen von Rollläden, sie passen genau in die gängigen Achtkant-Wickelwellen.

regimes realisierbar, über den zugehörigen Wettersensor ist es z. B. auch möglich, den Rollläden entsprechend der Sonnenschein-Intensität einzustellen.

Natürlich sind beide Steuerungen mit allen Sendern des FS20-Systems ansteuerbar. Beide Steuerungen lassen sich je nach Gusto innerhalb oder außerhalb des Rollladenkastens installieren, wobei man bei interner Montage für den Fall späterer Umprogrammierung eine Art Wartungsklappe vorsehen sollte, um jederzeit an die Steuerung heranzukommen. Im Leserwettbewerbsbeitrag im „ELVjournal“ 1/07 kann man eine Anregung für eine solche Wartungsklappe sehen, die auch in einer Fenstersturzverkleidung realisierbar ist.

Die flexibelste Steuerung bieten freilich die Zentralen des Systems, allen voran die PC-gesteuerten Zentralen. Denn hier ist alles das zu verwirklichen, was man sich wünscht: komplett witterungsgeführte Steuerung entsprechend dem gewünschten Innenraumklima, Zeitsteuerungen, beliebige Verknüpfungen mit FS20-Sensoren, der Heizungssteuerung, des HMS-100-Alarmsystems, Fernsteuerung via Telefonnetz oder Internet ...



Bild 10: Die beiden ELV-Steuerungen FS20 MS und FS20 AMS sind für Rollläden und Markisen einsetzbar. Bei der FS20 AMS ist bereits eine witterungsgeführte Steuerung integriert, der Wettersensor gehört zum Lieferumfang.

zu realisieren, bieten sich die Zentralen des Systems an.

Es geht auch ohne – FHZ 1000

Zunächst ist hier die FHZ 1000 (Abbildung 11) zu nennen, die eigenständig (Neudeutsch: stand-alone) arbeitet und die ELV-Haussteuersysteme FS20, HMS100

und das FHT-Heizungssteuersystem verknüpfen kann. Zusätzlich ist hierfür ein Telefonwählgerät verfügbar, das sowohl die Meldung von Zuständen nach außen als auch die Fernsteuerung von außen erlaubt. Sie ermöglicht auch das Programmieren von bis zu 4 frei programmierbaren Befehlsfolgen (Makros), die alle verfügbaren Sensoren, Meldungen, Schaltbefehle usw. beliebig verknüpfen können.

Damit ist für den, der keinen PC einsetzen möchte und der mit den natürlich in gewissen Kapazitätsgrenzen definierten Möglichkeiten der FHZ 1000 ausreichend bedient ist, eine praktikable Lösung gefunden. In den letzten beiden Ausgaben des „ELVjournals“ findet der hieran Interessierte alles über die FHZ 1000, die sogar als preiswerter Selbstbausatz verfügbar ist.



Bild 11: Kann noch mehr, als nur Rollläden steuern – die FHZ 1000 regelt die Heizung, meldet Gefahren und ist in der Lage, bereits komplexe Steuerszenarien über Makros auszuführen.

Die PC-gestützte Steuerung

Das FS20-System bietet genügend Komponenten, um auch komplexere Steuerungen autark, ohne Einsatz eines Rechners, realisieren zu können: Zeitsteuerungen, Klimasensoren (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag), Melder (Helligkeit, Bewegung, Alarm), sogar eine Telefon-Fernsteuerung und ein Sprachsensor für gesprochene Schaltbefehle sind verfügbar. Will man deren Schaltbefehle jedoch sinnvoll verknüpfen, um komplexe Ablaufsteuerungen

Haussteuerung komplex

Wer die einmal angeschafften Komponenten noch vielseitiger und vor allem individueller einsetzen möchte, dem bieten sich logischerweise die verschiedenen PC-Zentralen des Systems an. Hier sind von der Standardversion mit der alleinigen Ansprache des FS20-Systems (FHZ 1000 PC) über die Professional-Version, die auch das FHT-Heizungssteuerungs-System und das Gefahrenmeldesystem HMS 100 einbe-



Bild 12: Die PC-gesteuerte Hauszentrale FHZ 1XXX PC ist auch als reichweitenverlängernde WLAN-Version verfügbar und bietet über die passende Steuersoftware ungeheure Steuer- und Überwachungsmöglichkeiten in der Haustechnik.

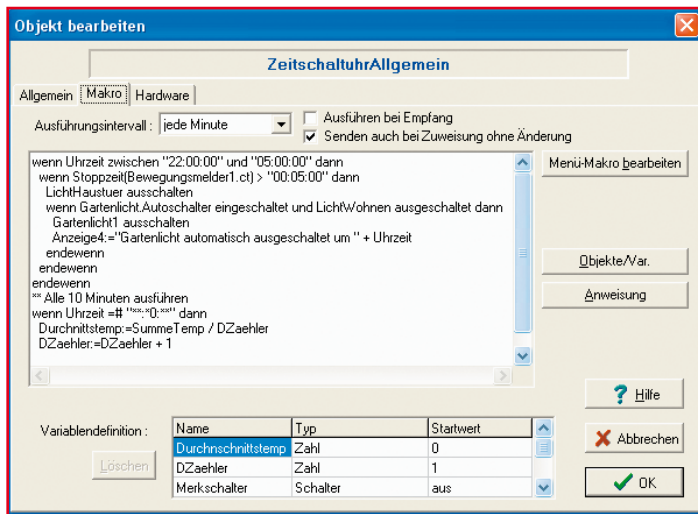


Bild 13: Komplex, aber mit ein wenig Übung beherrschbar – die Makrosprache von „homecomputer Studio“ bietet unendliche Verknüpfungsmöglichkeiten inklusive Einbindung von Rechenfunktionen, Variablen usw.

bereits im „ELVjournal“ 2/2006 offengelegt. Im letzten „ELVjournal“ 3/2007 ist zudem gezeigt worden, wie man HS485 auch via FS20 ansteuern kann.

Die „homecomputer Studio“-Suite gliedert sich in mehrere Teile – die eigentliche Steuerungssoftware sowie die Erweiterung „Web-Server“ für die komplette Kontrolle via Internet bzw. Netzwerk über einen normalen Internet-Browser.

Wir wollen uns hier einmal einen Überblick über das Programm von „homecomputer Studio“ verschaffen. Die Übersicht in Tabelle 1 listet die erweiterten Möglichkeiten gegenüber der mit jeder FHZ 1XXX PC gelieferten Grundversion kompakt auf.

Vergleicht man die Skripte für die Programmabläufe von „homecomputer Studio“ (Abbildung 13) mit denen der Standard-Software, fällt sofort auf, dass es hier um etwas komplexere Programmierschritte geht. So mancher wird sich, sofern er bisher überhaupt keinen Kontakt zu Programmiersprachen hatte, bei den ersten Versuchen ein wenig verirren, aber schon nach wenigen ersten Programmzeilen erschließt sich das Programmsystem. Wer zumindest irgendwann schon einmal etwas mit BASIC zu tun hatte, wird die im Übrigen immer als Kontext verfügbaren Befehle (heißt: man muss die Schreibweisen nicht auswendig lernen) schnell „intus“ haben. Ein wenig Begreifen von Schleifen und logischen Regeln genügt tatsächlich. Im (privat betriebenen) „FHZ-Forum“ im

zieht (FHZ 1000 PC Professional), die FHZ 1300 PC, die dazu noch die Klimasteuerung via Wetter-Kombinationssensor KS 300 (Temperatur/Luftfeuchte/Regenmeldung/Regenmenge/Windgeschwindigkeit) ermöglicht, bis hin zum „verlängerten Arm“ des Systems, der Version FHZ 1300 PC WLAN, mehrere Optionen verfügbar (Abbildung 12). Letztere arbeitet mit dem Funktionsumfang der FHZ 1300 PC, ist aber vom PC aus über ein WLAN-Netzwerk ansprechbar, was die Reichweite des Systems deutlich erhöht und die Zentrale vom Standort des Rechners unabhängig macht. Der Software-Entwicklungspartner Contronics bietet darüber hinaus noch eine eigene Version „FHZ 1350 PC“ an, die auch noch eine Verbindung zum Funk-Rauchmelde-Alarmsystem „AW50“ von ELV realisiert, das Meldungen per Telefon im Klartext absetzen kann. Damit ist auch eine intelligente Ausweichverbindung nach außen via Telefonleitung realisierbar, falls z. B. das Internet eine Störung aufweist.

Jeder Zentrale liegt eine dem Funktionsumfang entsprechende Software bei, die wir bereits im „ELVjournal“ ausführlich vorgestellt haben.

Wunschlos glücklich?

Testen Sie „homecomputer Studio“!

Obleich die eben genannte Software bereits eine sehr weitgehende und komplexe Haussteuerung ermöglicht – es geht, wie immer, noch besser! Mit der Softwarereihe „homecomputer Studio“ sind verschiedene Softwarekomponenten verfügbar, die, freilich bei Einsatz von ein wenig Gehirnschmalz – aber ohne Programmierkenntnisse –, dem Gesamtsystem FS20/HMS 100/KS 300/FHT wirklich alle Möglichkeiten öffnen. Wer mehr Programmiererfahrung hat, kann auch das drahtgebundene HS485-System in sein System einbinden, dessen Schnittstelle haben wir



**Bild 14: Pflichtadresse für ambitionierte Systemnutzer:
www.fhz-forum.de**

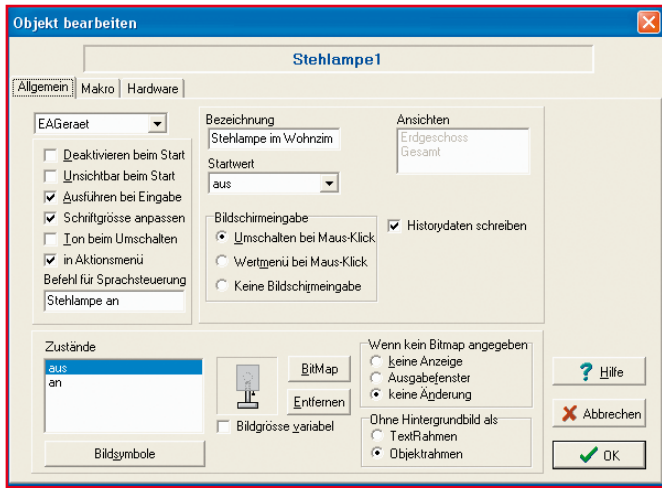


Bild 15: Die Bearbeitungsmöglichkeit der Objekte ist gegenüber der Standardversion stark erweitert.

– ähnlich dem Erlernen der Klammerrechnung: einmal begriffen, ist alles lösbar.

Wollen wir nun einen Blick auf wesentliche Unterschiede zur Standardversion werfen. Da fallen zunächst die stark erweiterten Möglichkeiten der Objektbearbeitung auf (Abbildung 15). So kann man neben diversen Zuweisungen, etwa wie das Gerät beim Programmstart erscheinen oder sich verhalten soll, über ein Aktionsmenü ein beliebiges Sprachsteuerungsprogramm für die Ausführung von Aktionen einbinden. Ganz neu ist hier auch die Möglichkeit einer Aufzeichnung von Daten und Aktionen in einer so genannten History (Abbildung 16). Ordnet man ein Objekt dieser History zu, so kann man quasi alle Daten und Vorgänge in einer Verlaufsfgrafik kontrollieren.

Auch eine Ablaufverfolgung der Programm-Abarbeitung von Makros ist hier möglich. Dabei wird das Makro eines Objekts in Einzelschritten ausgeführt. Das jeweils aktive Programm und die aktuelle Anweisung werden in einem speziellen Fenster angezeigt. Hierbei ist es auch möglich, sich beliebige Objekt- und Variablen-Werte bzw. -Zustände anzeigen zu lassen. Auf diese Weise kommt man sonst schwer auffindbaren Fehlern im Programm auf die Spur.

Neu ist auch die Möglichkeit, virtuelle Objekte und Variablen zu definieren. Virtuelle Objekte sind solche, denen kein Sensor oder Aktor zugeordnet wird, etwa zur alleinigen Ausgabe von Bildschirmmeldungen. So kann man sich z. B. zusätzlich zu den Daten der Funk-Heizungsregler auch die aktuelle Ventilstellung des jeweiligen Ventiltriebs anzeigen lassen. Ein kleines Makro hierfür, z. B. für den Raumregler in der Küche, wäre:

VPOS_Raumregler_Kueche wie Raumregler_Kueche.Ventilpos

Das zugehörige virtuelle Objekt kann dann im Visualisierungsfenster mit ange-

Tabelle 1: Die erweiterten Möglichkeiten von „homecomputer Studio“

- integrierte Makro-Sprache mit umfangreichen Funktionen
- objektbezogene Makro-Ausführung, für alle Objekte optional in Zeitintervallen
- beliebig viele individuelle Ansichten und Meldungsfenster
- History-Funktionen: erlauben Aufzeichnungen für ausgewählte Objekte; die History-Daten können mit dem mitgelieferten Programm „HomeHistory“ grafisch dargestellt und zur Weiterverarbeitung in das Excel-kompatible CSV-Format exportiert werden
- erweiterte FHT-80b-Unterstützung (Fensterkontakt, Koffermodus über Programmierung)
- virtuelle Objekte und Variablen
- Rechenfunktionen mit Zahlen und Zeiten
- Sprachausgabe von Texten
- Verwendung von PHP-Skripten in Makros
- Kontrolle und Steuerung über E-Mail und SMS möglich
- Ablaufverfolgung mit Einzelschrittausführung
- Druckausgabe der Konfiguration und Programmierung
- Berechtigungsverwaltung mit Kennwörtern
- zusätzlich zu einer FHZ 1XXX PC bis zu drei FHZ-1300-PC-WLAN-Module steuerbar, also auch für mehrere Wohneinheiten oder größere Gebäude geeignet

Internet (Abbildung 14) wird hierzu auch dem Letzten, der hier nicht vorankommt, mit Hilfe der FHZ-Anwendergemeinschaft „auf die Sprünge geholfen“.

Dieses Forum kann man getrost als stark erweiterte Bedienungsanleitung zu „homecomputer Studio“ und zu den beteiligten

ELV-Hardwaresystemen betrachten – hier wird, auch betreut von der Software-Entwicklungsfirma, zu nahezu jedem Problem geholfen. Und die Erfahrung zeigt, dass es zumeist die grundlegenden Begrifflichkeiten sind, die es zu meistern gilt, dann erschließt sich die Software wie von selbst

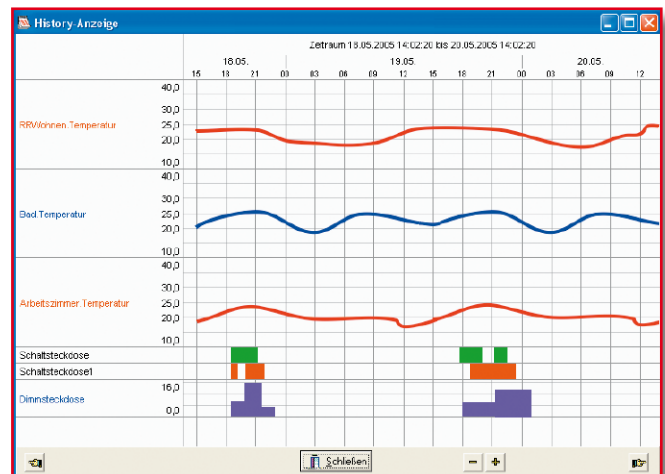
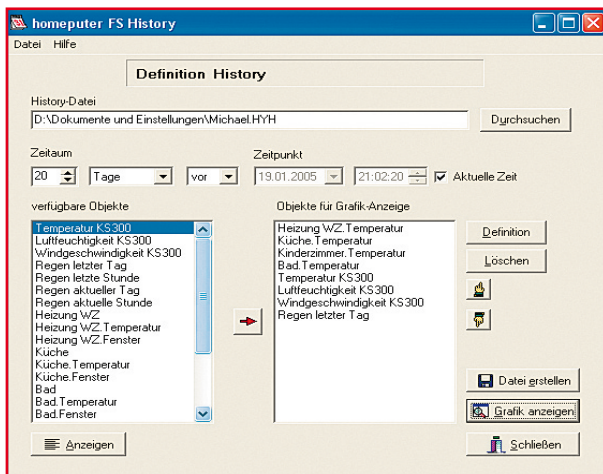


Bild 16: Über das History-Programm sind beliebige Vorgänge als Verlauf kontrollierbar.

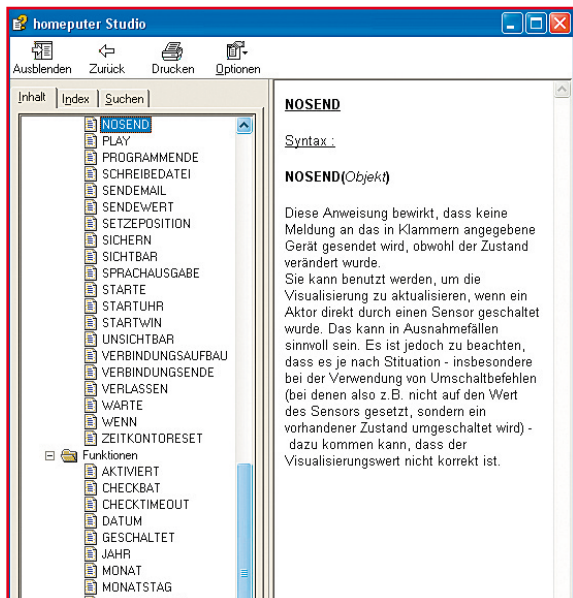


Bild 17: Die Anweisungen und Funktionen der Makro-Skriptsprache sind in der Online-Hilfe gut erklärt.

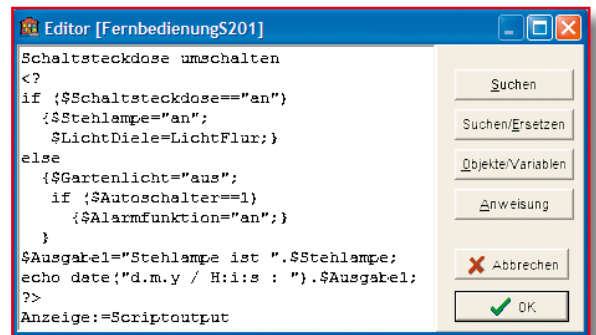


Bild 18: Auch PHP-Skripte sind in die Makros integrierbar und eröffnen so völlig neue Möglichkeiten.

Komplette Fernsteuerung

Die Zusatzkomponente „homeputer Web-Server“ macht die komplette Steuerung und Kontrolle eines Haustechnik-Systems via Netzwerk bzw. Internet möglich. Es besteht aus zwei Komponenten, eine zur Definition eigener HTML-Seiten und eine stellt den eigentlichen Web-Server dar, der den Zugriff via Passwort möglich macht. Das Entwurfsprogramm ermöglicht die einfache Definition, was in welcher Darstellung auf der späteren Internet-Seite erscheinen soll (Abbildung 19). Dabei hat man u. a. auch die Wahl, festzulegen, ob der Zugriff nur über ein örtliches Netzwerk oder auch über das Internet möglich sein soll. Makros sind natürlich ebenfalls via Internet aufrufbar.

So kann sich jeder eine individuelle Webseite aufbauen, etwa passend für den Handy-Bildschirm mit entsprechenden Icons. Der Web-Server macht die Definitionen zu HTML-Seiten (Abbildung 20). Das Ganze ist natürlich passwortgesichert! Programmierkenntnisse sind auch hier nicht erforderlich, die HTML-Erzeugung erfolgt automatisch. Wer übrigens Java kann, der hat die Möglichkeit, sogar Javascript-Programme mit einzubauen. Wie die Arbeit mit dem Web-Server in der Praxis aussehen kann, können Sie konkret im aktuellen Beitrag des Leserwettbewerbs in diesem „ELVjournal“ sehen.

Wer nun Lust auf „homeputer Studio“ bekommen hat, kann sich gleich eine 21-Tage-Testversion aus dem Internet herunterladen unter: www.homeputer.elv.de

Dann kann nach Herzenslust mit der vorhandenen Technik experimentiert werden, bevor man eine Kaufentscheidung trifft. Wie wäre es also, die eingangs installierte Rollladensteuerung so zu programmieren, dass sie täglich mit Sonnenuntergang die Rollläden herabfährt, sie zu bestimmten Zeiten hochfährt oder etwa bei großer Hitze absenkt usw.?



Bild 19: Der „Web-Server“ unterteilt sich in das Entwurfsprogramm ...

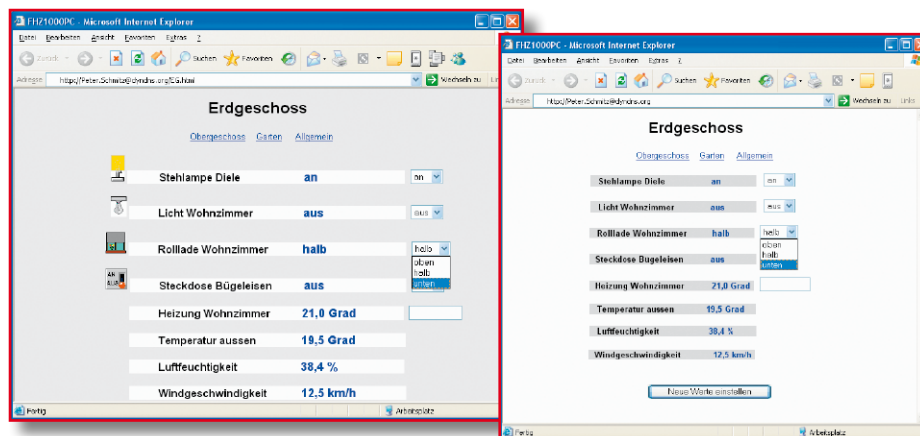
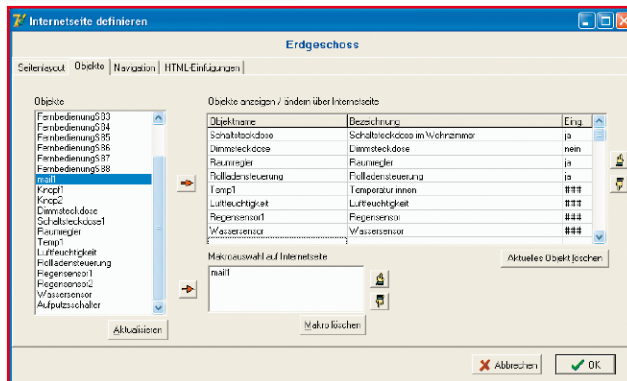


Bild 20: ... und den eigentlichen Web-Server, der aus dem Entwurf eine individuelle HTML-Datei generiert.

ordnet werden, dort erscheint die aktuelle Ventilposition.

Variablen dienen der Zwischenspeicherung von Werten, um auf diese bei der Abarbeitung von Makros von allen Objektprogrammen aus zurückgreifen zu können. Das Makrobeispiel in Abbildung 13 zeigt eine solche Variablen-Definition und die Einbindung der Variablen in das Objektprogramm.

Die Programmierung der Makros erfolgt bei „homeputer Studio“ in einer integrierten

Makrosprache, die mit komplexen Anweisungen und Funktionen (Abbildung 17 zeigt einige davon) zahlreiche Programmiervorgänge wesentlich vereinfacht.

Schließlich ist noch die mögliche Einbindung von PHP-Skripten (Abbildung 18) in die Makros zu erwähnen. So kann derjenige, der PHP beherrscht, komplette Programme im Original-PHP-Interpreter schreiben und diese dann unter „homeputer Studio“ innerhalb der Makros laufen lassen.

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 fahren wir in dieser Ausgabe mit der Hausinstallation von Herrn Kugelmann fort, abgerundet durch einige Programmierbeispiele von Detaillösungen.

Energiesparen und Bequemlichkeit

Zwei Bewegungsmelder in Diele und Flur (Abbildung 13) sorgen dafür, dass – wenn bei eintretender Dämmerung im Flur und der Diele die Tageslichteinstrahlung nicht mehr ausreicht (FS20 SD) – das Licht bei Bewegung automatisch angeschaltet und nach 2 Minuten ohne Bewegung wieder automatisch ausgeschaltet wird. Dabei dimmt das Licht langsam herab, damit man nicht plötzlich im Dunkeln steht ...

Ab 23.00 Uhr wird das Licht nur noch mit 30 % Helligkeit eingeschaltet, damit man nachts beim Toilettengang nicht durch grelles Licht hellwach wird.

Im Flur des Erdgeschosses und des Untergeschosses befindet sich jeweils ein Taster zur kompletten Abschaltung der Stromversorgung. Hiermit schaltet man abends z. B. den Fernseher, Hi-Fi-Anlage, Toaster, Licht, Sprudelsäule, Heizung usw. zentral aus. Falls noch ein Rechner oder der Server eingeschaltet ist, wird automatisch ein Shut-down-Befehl geschickt, der die Computer herunterfährt. 5 Minuten später werden diese dann auch inklusive der Netzwerk-Switches und Router vom Strom getrennt.

Medien- und Sprachausgabe

Durch Deckenlautsprecher im Flur und Aktivlautsprecher in Küche, Wohnzimmer,

Bad und Schlafzimmer können über einen Verteiler im Dachgeschoss Audio-Files (MP3) und Sprachausgaben wiedergegeben werden. Die Deckenlautsprecher im Flur habe ich an die Deckenbeleuchtung angepasst, damit diese weniger auffallen (Abbildung 14).

Die Aktivlautsprecher (Abbildung 15) können über FS20 AS4 in jedem Zimmer durch einen Kanal des FS20 S4U zu- und abgeschaltet werden. Dabei wird grundsätzlich die Audioquelle vom Hausautomationsrechner (z. B. MP3, Sprachausgabe) oder die Audioquelle im Wohnzimmer (Hi-Fi-Anlage) wiedergegeben. Man kann jedoch jederzeit an einer 3,5-mm-Klinkenbuchse in den Zimmern eigene Audioquellen anschließen (z. B. MP3- oder CD-Player).

Wir wollen es wissen – Ihre Anwendungen und Applikationen!

Wir wollen gern wissen, welche eigenen, kreativen Anwendungen und Applikationen Sie mit den ELV-Haustechnik-Systemen realisiert haben – ob mit Standard-Bausteinen oder eingebunden in eigene Applikationen: Alles, was nicht gegen Gesetze oder Vorschriften, z. B. VDE-Vorschriften, verstößt, ist interessant.

Denn viele Applikationen verhelfen sicher anderen zum Aha-Erlebnis und zur eigenen Lösung.

Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen.

Die interessantesten Anwendungen werden im „ELVjournal“ redaktionell bearbeitet und mit Nennung des Namens vorgestellt. Jede veröffentlichte Anwendung im „ELVjournal“ wird mit einem Warengutschein in Höhe von € 200.- belohnt.

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV-Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen.

Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.

Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit Stichwort „FS20-Applikation“ an:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer bzw. redaktion@elv.de



Bild 13: F20-PIRI-Bewegungsmelder sorgen für ökonomischen Beleuchtungsbetrieb in Diele und Flur.

In diesem Fall wird die Haus-Audioquelle getrennt und das Signal des MP3-Players wiedergegeben.

Die Anschlussdose (Abbildung 16) ist übrigens selbst hergestellt. Diese gibt es bei Gira so nicht zu kaufen. Hier habe ich eine Blindplatte modifiziert.

Für die Sprachausgabe (Text-to-Speech) habe ich mir für viel Geld eine gut klingende deutsche Dame zugelegt, die die SAPI-5.1-Schnittstelle unterstützt.

Die Steuerung des MP3-Players auf dem Hausautomationsrechner kann bequem vom Schlafzimmer über einen Wand-Taster



Bild 15: Die Aktivlautsprecher in den verschiedenen Räumen können durch die verschiedensten Signalquellen, u. a. den im Server integrierten MP3-Player, gespeist werden.

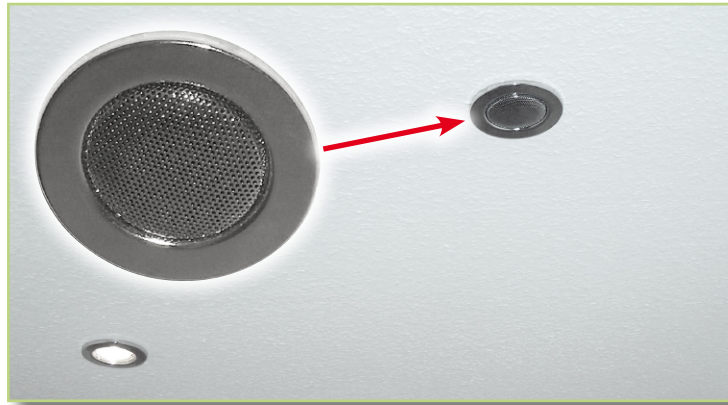


Bild 14: Die Deckenlautsprecher wurden im Outfit der Deckenbeleuchtung angepasst.

oder eine Fernbedienung vorgenommen werden. Es gibt auf dem Hausautomationsrechner unterschiedliche Verzeichnisse mit Musik-Playlisten oder Hörspielen/Hörbüchern (Abbildung 17), die am Touchscreen oder der Fernbedienung angewählt werden können.

Gefahrenmelder

Die eingesetzten HMS-100-Module lösen bei diversen Ereignissen (Feuer, Gasalarm, Wassereintrich usw.) Alarm aus. Zum einen werden dabei sämtliche Aktivlautsprecher und Deckenlautsprecher eingeschaltet und eine Sprachausgabe ausgegeben. Andererseits erfolgt eine Generierung einer E-Mail und der Versand auf ein Mobiltelefon. Auch zu diesem Thema gibt es selbstverständlich eine Visualisierung (Abbildung 18).

Weiterhin erfolgt bei Abwesenheit die Überwachung der Bewegungsmelder im Flur und der FHZ-Fensterkontakte. Bei Alarm durch diese Geräte gibt das System ebenfalls eine Meldung aus.

Durch einen kabelgebundenen Tempera-

tursensor (HMS 100 T), dessen Kabel ich im Gefrierschrank eingebaut habe, wird dessen Innentemperatur überwacht. Bei Überschreitung eines Schwellenwertes (z. B. >-5 Grad) wird ebenfalls Alarm per E-Mail und Sprachausgabe ausgelöst.



Bild 16: Mittels Blindplatte und Klinke selbstgebaute Multimedia-Dose für Ein- und Ausgabe

Dies hat uns bereits mehrfach verdorbene Lebensmittel erspart, da mein Sohn öfter mal nach dem Eis holen den Gefrierschrank offen gelassen hat ...

Abwesenheit und Profile

Ich hatte irgendwann die Idee, bestimmte

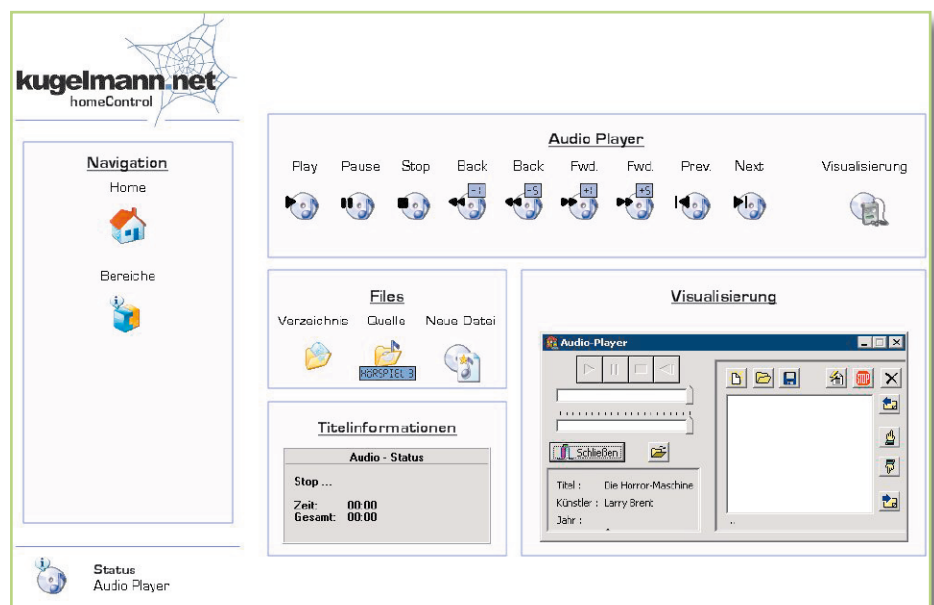


Bild 17: Die Ansteuerung des im Steuerrechner integrierten MP3-Players erfolgt ganz einfach durch einen Wand-Taster im Schlafzimmer bzw. über FS20-Fernbedienungen.

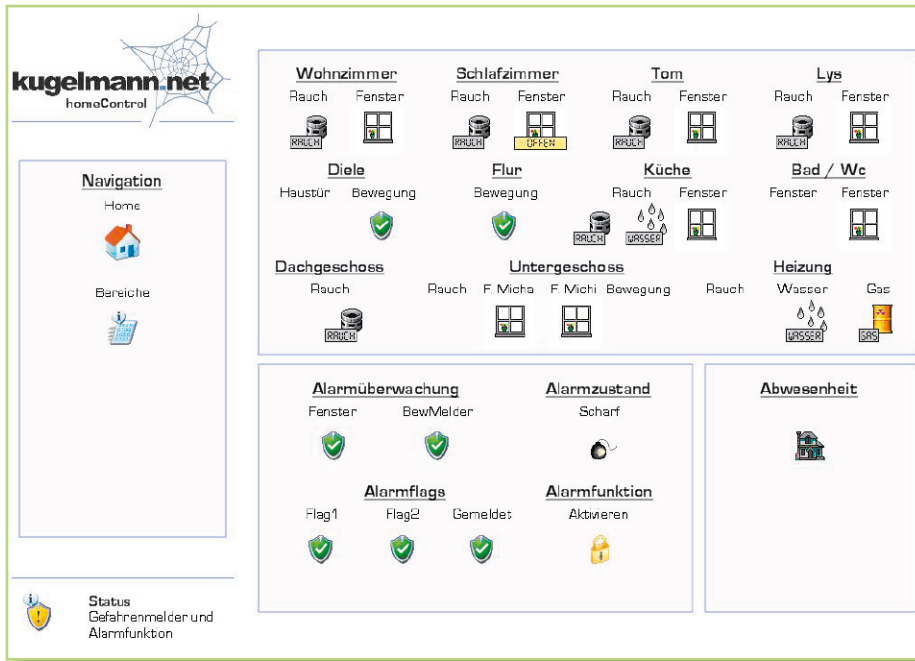


Bild 18: Die Visualisierung der Gefahrenmelde-Sektion. Hier sind HMS-100-Komponenten genauso eingebunden wie Regenmelder, Bewegungsmelder und Tür-/Fensterkontakte. Außerdem ist eine Anwesenheitssimulation aufrufbar.

Zustände im Haus zu schalten, je nachdem, wer von meiner Familie gerade anwesend ist.

Beispiel: Bin ich nicht da, braucht mein Arbeitszimmer im Untergeschoss nicht geheizt zu werden, mein Computer nicht zu laufen und mein Licht im Arbeitszimmer nicht eingeschaltet zu sein. Wenn ich das Haus betrete, möchte ich gerne über Störungen im Haus informiert werden, ggf. Informationen über Temperatur und Klimawerte im Haus erhalten und natürlich mein Wohnzimmer geheizt bekommen. Wenn ich das Haus verlasse, möchte ich Informationen über Bodenfrost, Außentemperatur und bei Dunkelheit das Außenlicht für 10 Minuten eingeschaltet bekommen.

Weiteres Beispiel: Sind mein Sohn und meine Tochter nicht da, wird die Temperatur in den Kinderzimmern auf 18 Grad abgesenkt, das Licht ausgeschaltet und bei Tageslicht die Rolläden hochgefahren.

Dies habe ich dadurch erreicht, dass ich an der Haustür einen 4fach-Taster (Abbildung 19) angebracht habe. Jedem Familienmitglied ist ein Kanal zugeordnet, mit dem es sich ein- und ausbuchen kann. Je nach Kombination werden verschiedene Aktivitäten ausgeführt.

Wenn z. B. alle Familienmitglieder ausgebucht sind, wird die komplette Stromversorgung (Toaster, Licht, TV, Hi-Fi, Computer, Server usw.) abgeschaltet, Temperaturen werden abgesenkt, die An-

wesenheitssimulation wird eingeschaltet und die Alarmfunktion aktiviert.

Neu hinzugekommen ist die Idee, für die Familienmitglieder Profile zu erstellen. Diese Idee habe ich mir bei Bill Gates abgekuckt, der für seine Freunde verschiedene Szenarien gespeichert hat. Das Haus soll wissen, was ich bei welcher Gelegenheit bevorzuge.

So gibt es für mich zum Beispiel ein Profil „Arbeiten“ (siehe Abbildung 19 rechts). Wenn dieses Profil aktiviert ist (per Touchscreen), wird mein Arbeitszimmer geheizt, mein Computer und der Server werden automatisch hochgefahren. Wenn dieses Profil nicht mehr aktiv ist, wird z. B. die Temperatur wieder abgesenkt und das Licht im Arbeitszimmer ausgeschaltet.

Das Profil „Baden“ schaltet im Badezimmer die elektrische Fußbodenheizung ein, Temperaturvorsteuerung 24 Grad, und die Zirkulationspumpe im Keller wird für die Warmwasserförderung 1 Stunde lang eingeschaltet. Nach 21 Uhr wird das Deckenlicht auf entspannende 50 % gedimmt, die Aktivlautsprecher im Bad eingeschaltet und eine MP3-Playlist mit entspannender Musik eingespielt.

Aktiviert meine Frau z. B. das Profil „Schlafen“, schaltet die Steuerung ihre Heizdecke (Frauen frieren immer ...) im Bett für 1 Stunde ein, schließt die Rollläden im Schlafzimmer (falls noch nicht geschehen), stellt die Heizung für 2 Stunden auf 21 Grad ein und dimmt das Deckenlicht auf 20 %, damit ich – falls ich schon schlafen sollte – nicht durch grelles Licht geweckt werde.

Stelle ich für meine Kinder das Profil „Spielen“ ein, wird bei Dunkelheit das Licht eingeschaltet und die Temperatur auf 21 Grad vorgewählt. Das Profil „Schlafen“ bewirkt bei den Kindern eine Absenkung der Temperatur auf den Schlafen-Wert von 18 Grad und das Einschalten des Nachtlichtes.

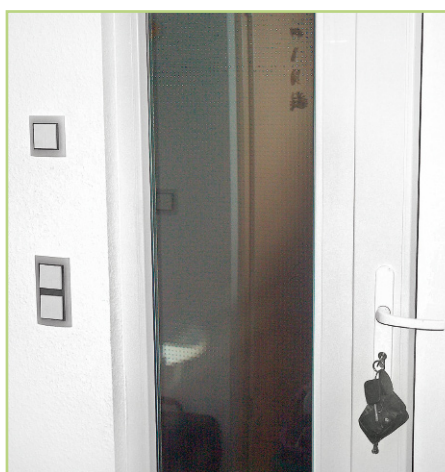


Bild 19: Über die vier Taster an der Haustür sowie über die Profile-Bedienoberfläche sind komplexe, individuelle Szenarien für jedes Familienmitglied auf einen Tastendruck auslösbar.

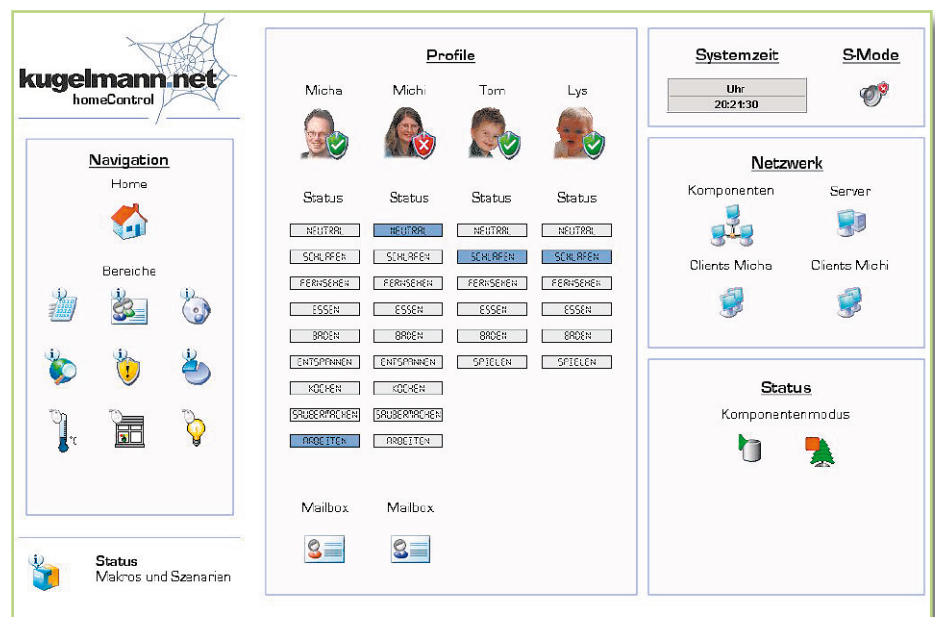
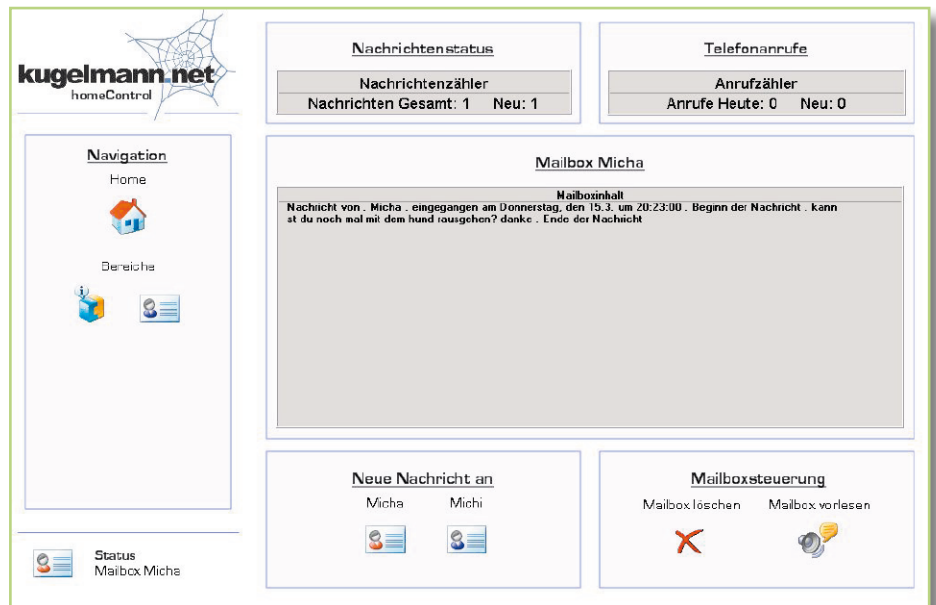


Bild 20: Erspart die Zettelwirtschaft an der Pinnwand – Mailbox mit Sprachausgabe

Bei Bedarf kann ich für meine Frau elektronische Notizzettel in einer Mailbox (Abbildung 20) hinterlassen. Dies geschieht entweder durch direkte Texteingabe oder durch das Senden einer E-Mail an eine bestimmte Mail-Adresse. Falls meine Frau gerade anwesend ist (also eingebucht), bekommt sie die Nachricht direkt vorgelesen. Falls nicht, bekommt sie die Nachricht vorgelesen, sobald sie nach Hause kommt und sich einbucht. Das geht natürlich auch andersherum ...



Steuerung von außerhalb

Bei Abwesenheit lasse ich das Haus automatisch überwachen und steuern. Hierzu gibt es die Möglichkeit, über die FS20 TS bestimmte Makros per Telefonanruf zu starten. Das kann z. B. eine „vergessene“ Ausbuchung sein. Oder nach einer längeren Reise soll einige Stunden vor der Ankunft das Haus schon mal – durch einen Telefonanruf ausgelöst – aufgeheizt werden.

Durch das Contronics-Web-Interface ist eine Steuerung und Abfrage von Zuständen möglich. Das kann dann über einen ganz normalen Browser aus dem Internet erfolgen (passwortgeschützt).

Beispielsweise kann man sich auch hier aus- und einbuchen, Temperaturwerte abfragen, Fensterzustände abfragen, auf Licht und Stromversorgung Einfluss nehmen, Gefahren- und Sicherheitsabfragen ausführen oder Multimedia-Inhalte abspielen. Abbildung 21 zeigt einige Abfrage-Ergebnisse hierzu.

Makro-Beispiele

Abschließend, wie bereits mehrfach erwähnt, 2 komplette Programmierbeispiele für die Contronics-Software.

Das erste Beispiel (Abbildung 22) bezieht sich auf die Warnung, wenn bei kalten Außentemperaturen ein Fenster zu lange geöffnet ist und dadurch der Raum auskühlt. Das Makro wird jede Minute ausgeführt (Kommentare in blauer Schrift).

Das zweite Beispiel (Abbildung 23) dient der Steuerung eines Garagentores. Die Garage ist mit einem Antrieb versehen, der mit einem Impulstaster ausgelöst werden muss. Dabei wird die Garage geöffnet bzw. geschlossen, wenn diese auf oder zu ist.

Als „Impulsgeber“ dient ein FS20 AS1 (AS1Garage). Um zu prüfen, ob

die Garage geschlossen oder offen ist, kommt ein Magnetsensor in Verbindung mit einem HMS 100 TFK zum Einsatz (TFKGarage).

In der Wohnung befinden sich 2 Taster zum Öffnen und Schließen der Garage (FS20 S4U).

Dabei sind folgende Makros auf die Sender gelegt: „Garage öffnen“, „Garage schließen“.

Über einen FS20 SR (SRAussen) prüft das Programm, ob es zu regnen beginnt. In diesem Fall wird die Garage geschlossen, wenn diese vorher geöffnet ist. Das Makro

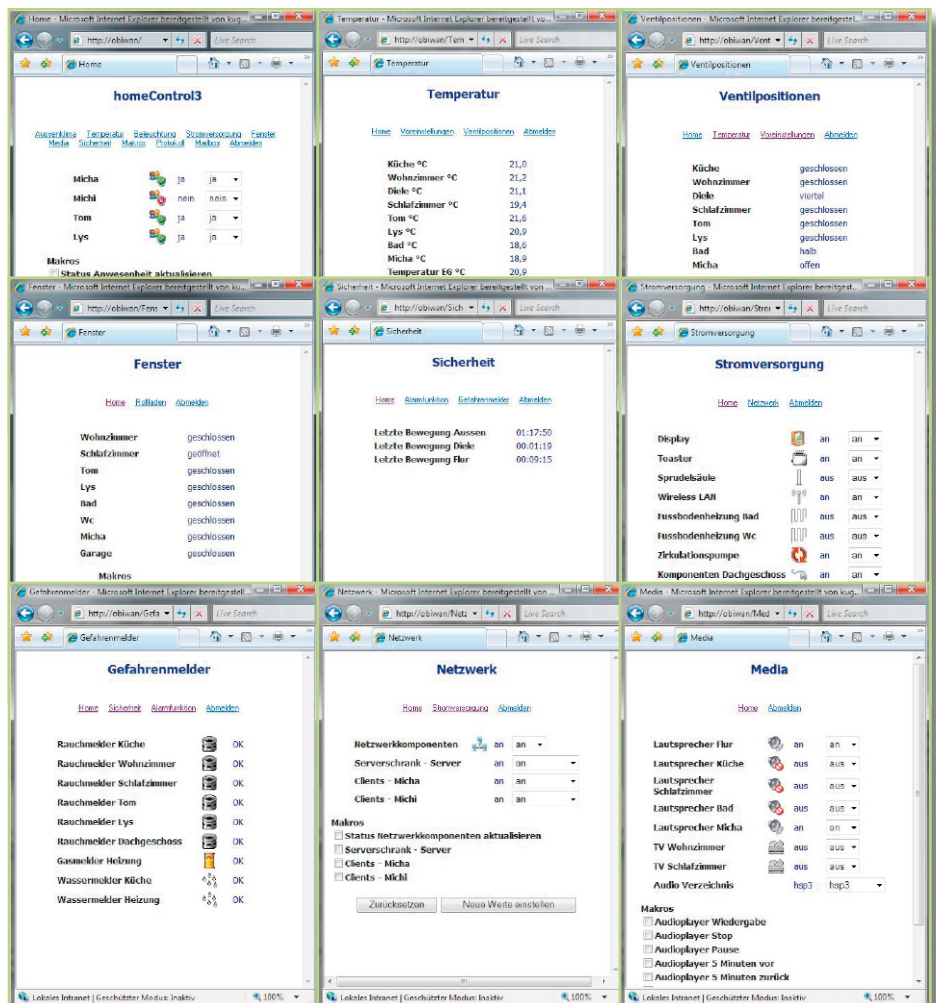


Bild 21: Perfekte Kontrolle und Steuerung von außen dank Contronics-Web-Interface

Wenn Außentemperatur über 8 Grad liegt, wird das Makro abgebrochen.

```
wenn KSAussen_Temp >= 8 dann
  verlassen
endwenn
```

Wenn alle Fenster geschlossen sind, wird das Makro ebenfalls abgebrochen, damit nicht jede Minute alle Anweisungen ausgeführt werden müssen

```
wenn OBJFensterWohnzimmer = „geschlossen“ und OBJFensterSchlafzimmer = „geschlossen“ und OBJFensterTom = „geschlossen“ und OBJFensterLys = „geschlossen“ und OBJFensterBad = „geschlossen“ und OBJFensterWc = „geschlossen“ dann
  verlassen
endwenn
```

Dies sorgt dafür, dass das Makro nur zu jeder viertel Stunde ausgeführt wird:

```
wenn uhrzeit =# „*:00:*“ oder uhrzeit =# „*:15:*“ oder uhrzeit =# „*:30:*“ oder uhrzeit =# „*:45:*“ dann
  gehezu ausfuehren
endwenn
verlassen
```

Der Status jedes Fensters wird geprüft, ob dieses länger als 30 Minuten geöffnet ist. Wenn ja, wird eine Sprachausgabe aktiviert und ein Eintrag in ein Eventlog geschrieben (OBJStatusmeldung).

ausfuehren:

```
wenn OBJFensterWohnzimmer = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterWohnzimmer.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „die terassentür im wohnzimmer ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur im wohnzimmer derzeit „ + FHTWohnzimmer.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Terassentür Wohnzimmer länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterSchlafzimmer = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterSchlafzimmer.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „die terassentür oder das fenster im schlafzimmer sind länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur im schlafzimmer derzeit „ + FHTSchlafzimmer.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Schlafzimmer länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterTom = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterTom.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „das fenster in tomms zimmer ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur in tomms zimmer derzeit „ + FHTTom.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Tom länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterLys = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterLys.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „das fenster in liss zimmer ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur in liss zimmer derzeit „ + FHTLys.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Lys länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterBad = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterBad.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „das fenster im bad ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur im bad derzeit „ + FHTBad.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Bad länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterWc = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterWc.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „das fenster im wehzeeh ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Wc länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

```
wenn OBJFensterMicha = „offen“ und stoppzeit(OBJFensterMicha.ct) >= „00:30:00“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „das fenster in michahs arbeitszimmer ist länger als 30 minuten geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJSprachausgabeEreignis := „temperatur in michahs arbeitszimmer derzeit „ + FHTMicha.Temperatur + „ grad celsius“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  OBJStatusmeldung := „Fenster Micha länger als 30 Minuten geöffnet“
  starte(OBJStatusmeldung)
  warte(„00:00:05“)
endwenn
```

Bild 22: Makro: Warnung, wenn bei kalten Außentemperaturen ein Fenster zu lange geöffnet ist

Taste „Garage öffnen“

Es wird zunächst geprüft, ob die Garage eventuell schon geöffnet ist:

```
wenn TFKGarage = „Alarm“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „garage ist bereits geöffnet“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  verlassen
endwenn
```

Wenn Garage geschlossen ist, wird für 1 Sekunde der FS20 AS1 ausgelöst, um den entsprechenden Impuls zu geben.

```
wenn TFKGarage = „OK“ dann
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
endwenn
```

Falls die Funkmeldung „verloren“ gegangen ist, wird nach 10 Sekunden geprüft, ob die Garage immer noch geschlossen ist. wenn ja, wird der Impuls erneut für 1 Sekunde gesendet.

```
warte(„00:00:10“)
wenn TFKGarage = „OK“ dann
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
endwenn
```

Taste „Garage schließen“

Es wird wieder geprüft, ob die Garage eventuell bereits geschlossen ist.

```
wenn TFKGarage = „OK“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „garage ist bereits geschlossen“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  verlassen
endwenn
```

Falls die Garage offen ist, wird diese geschlossen (siehe oben).

```
wenn TFKGarage = „Alarm“ dann
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
endwenn
```

Falls die Garage nach 20 Sekunden immer noch nicht geschlossen ist, wird der Impuls erneut gesendet.

```
warte(„00:00:20“)
wenn TFKGarage = „Alarm“ dann
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
endwenn
```

Über einen FS20 SR (SRAussen) wird geprüft, ob es zu regnen beginnt. In diesem Fall wird die Garage geschlossen, wenn diese vorher geöffnet ist:

```
wenn SRAussen = „an“ und TFKGarage = „Alarm“ dann
  OBJSprachausgabeEreignis := „garage wird wegen regenbeginn geschlossen“
  aufrufen(OBJSprachausgabeEreignis)
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
```

Falls die Garage nach 20 Sekunden immer noch nicht geschlossen ist, wird der Impuls erneut gesendet.

```
warte(„00:00:20“)
wenn TFKGarage = „Alarm“ dann
  AS1Garage := „an“
  warte(„00:00:01“)
  AS1Garage := „aus“
endwenn
endwenn
```

Bild 23: Makro zum Öffnen und Schließen des Garagentores mit der Einbindung von Bedingungen

ro wird im Programm am Regensensor platziert.

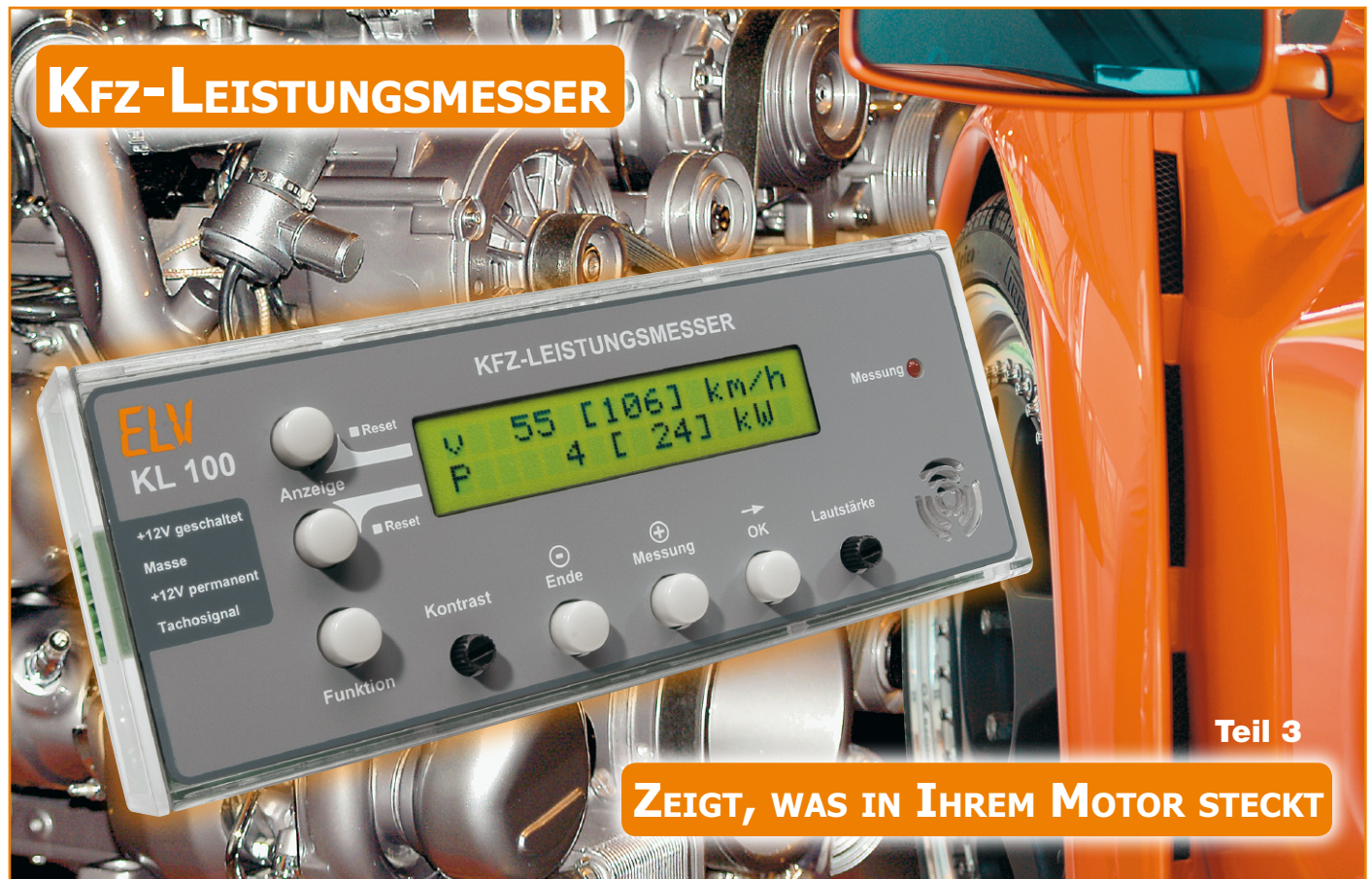
So weit der Bericht von Herrn Kugelman, der wieder einmal beweist, mit welcher Kreativität man seine Haussteuerung gestalten kann. Erst mit der

FHZ-13XX-Software bzw. der homeputer-Studio-Software kann man zunächst nur als Idee vorhandene Wünsche bis ins letzte, individuelle Detail realisieren, wie dieser Beitrag sehr anschaulich beweist.

Hier sollten sich im Rahmen unseres

Wettbewerbs auch die angesprochen fühlen, die vielleicht nicht die tollen Fotos machen können, aber dafür eigene Wünsche per Programm gelöst haben. Gerade dies interessiert immer wieder alle Nutzer der Software – also her damit!

ELV



KFZ-LEISTUNGSMESSER

Teil 3

ZEIGT, WAS IN IHREM MOTOR STECKT

Der KL 100 ermittelt anhand eines elektronischen Tachosignals, das bei vielen Pkw bereits bis zum Autoradio-Einbauschacht gelegt ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Beschleunigungsdaten des Fahrzeugs. Nach Eingabe der Fahrzeugmasse und einer Messfahrt kann das Gerät die Motorleistung bestimmen. Es laufen Kilometerzähler und unter Berücksichtigung der Reibung auch Energiezähler mit, die Rückschlüsse auf das Fahrverhalten ziehen lassen. Die Messwerte und Einstellungen lassen sich über ein LC-Display verwalten. Der dritte Teil befasst sich mit der Inbetriebnahme und Bedienung des Kfz-Leistungsmessers.

Inbetriebnahme

Für die Berechnungen der Leistungswerte benötigt der KL 100 einige konstante Werte als Vorgabe, die er im internen EEPROM des Mikrocontrollers dauerhaft speichert. Bei der ersten Inbetriebnahme oder auch nach einem Fahrzeugwechsel oder bei Änderungen am Fahrzeug müssen diese Konstanten eingegeben bzw. gemessen werden. Die im Folgenden besprochenen Messungen sind über die Menüstruktur des KL 100 erreichbar (Abbildung 12, Mitte).

Tachosignal

Das Tachosignal wird in Pulsen pro km angegeben. Es ist zu finden unter:

Taste „Funktion“ -> Tachosignal

Wenn der Wert für das Kfz bekannt ist, kann er hier mit der Taste „Edit“ und

den Tasten „+“ und „-“ direkt eingestellt werden. Alternativ kann man den Wert mit der Funktion „Messung“ auch messen. Hier gibt es 2 Möglichkeiten, zwischen denen mit der Taste „Funktion“ gewechselt werden kann:

Tachosignal nach Geschwindigkeit

Wenn die Geschwindigkeit des Kfz mit ausreichender Genauigkeit bekannt ist, z. B. durch ein Navigationssystem, kann man hier eine Geschwindigkeit mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ vorgeben, die anschließend während der Fahrt mit dieser Geschwindigkeit mit der Funktion „Messung“ übernommen wird.

Tachosignal nach Strecke

Hier kann man mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ eine Strecke vorgeben, die als Vergleichsgröße für die anschließende Messfahrt verwendet

wird. Der Anfang der Messstrecke wird dem KL 100 mit der Funktion „Messung“ bekanntgegeben. Am Ende der Messstrecke wird die Taste „Ende“ gedrückt. Zur Kontrolle leuchtet während der Messung die LED.

Wenn man dem fahrzeugeigenen Kilometerzähler vertraut, kann man auch diesen zum Bestimmen einer Messstrecke benutzen.

Zu beiden Möglichkeiten gibt es im Übrigen weitere Hinweise im ersten Teil dieses Artikels.

Fahrzeugmasse

Die Fahrzeugmasse wird in kg angegeben und findet sich unter:

Taste „Funktion“ -> Fahrzeugmasse

Die Fahrzeugmasse muss mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ direkt eingestellt werden. Die Fahrzeugmasse sollte relativ genau stimmen, da sie in

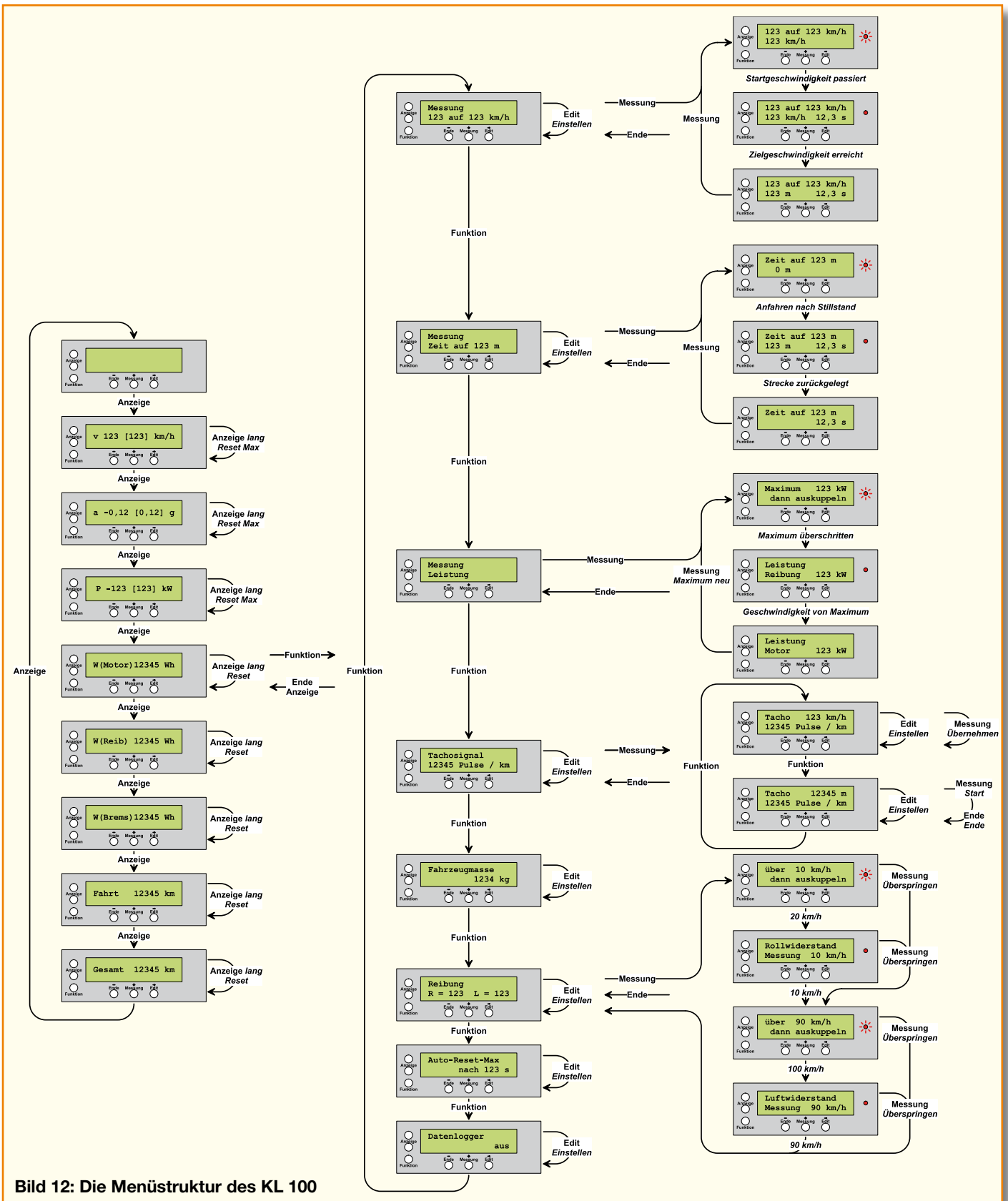


Bild 12: Die Menüstruktur des KL 100

die Leistungs- und Energieangaben eingerechnet wird. Als Richtwert kann man auch die Angabe aus den Fahrzeugpapieren eingeben, besser ist es jedoch, das Kfz auf einer Fahrzeugwaage wiegen zu lassen, z. B. auf einem Müllumschlagplatz oder bei einer Genossenschaft.

Reibung

Die Reibung wird zusammengesetzt aus Roll- und Luftwiderstand und wird in die Leistungs- und Energieangaben eingerechnet (Ausnahme: Einzelmessung Leistung).

Dafür werden die beiden Konstanten „R“ für den Rollwiderstand und „L“ für den Luftwiderstand benötigt. Genauere Angaben zur Bedeutung dieser Werte finden sich im ersten Teil dieses Artikels.

Die beiden Konstanten zur Reibung finden sich unter:

Tabelle 2: Messwerte und deren Bedeutung

v 123 [123] km/h	Geschwindigkeit aktuell und maximal <ul style="list-style-type: none"> • Wertebereich: 0 bis 255 km/h • prinzipbedingt werden hier auch beim Rückwärtsfahren positive Werte angezeigt
a -0,12 [0,12] g	Beschleunigung aktuell und maximal <ul style="list-style-type: none"> • 1 g entspricht der Erdbeschleunigung, d. h. bei 1 g wird der Fahrer mit einer Beschleunigungskraft belastet, die seinem eigenen Körpergewicht entspricht
P -123 [123] kW	Motor- bzw. Bremsleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung aktuell und maximal <ul style="list-style-type: none"> • beim Beschleunigen positiv • bei konstanter Geschwindigkeit entspricht der Wert der errechneten Reibungsleistung • beim Ausrollen null • beim Bremsen negativ
W(Motor) 1 2 3 4 5 Wh	Energiezähler der Motorleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn sich ein positiver Wert für P ergibt • läuft niemals rückwärts, da der Motor im Normalfall keine Energie zurückgewinnt
W(Reib) 1 2 3 4 5 Wh	Energiezähler der errechneten Reibungsleistung <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn Reibungsleistung anfällt, also immer wenn sich das Fahrzeug bewegt • diese Energie geht immer ungenutzt verloren
W(Brems) 1 2 3 4 5 Wh	Energiezähler der Bremsleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn sich ein negativer Wert für P ergibt • ohne Rückgewinnung handelt es sich hierbei um Energie, die ungenutzt verloren geht • würde man das Kfz immer nur durch Ausrollen verzögern, bliebe dieser Wert theoretisch auf null
Fahrt 1 2 3 4 5 6 7 8 9 km	Kilometerzähler für die aktuelle Fahrt <ul style="list-style-type: none"> • wird beim ersten Bewegen des Kfz nach dem Einschalten auf null zurückgesetzt
Gesamt 123456789 km	Fortlaufender Kilometerzähler <ul style="list-style-type: none"> • kann nur vom Benutzer auf null zurückgesetzt werden

Taste „Funktion“ -> Reibung

Die beiden Werte sind optimal eingestellt, wenn beim Ausrollen mit ausgekuppeltem Motor die Leistungsanzeige über den gesamten Geschwindigkeitsbereich auf null steht.

Wenn die Konstanten für das Kfz bereits bekannt sind, kann die Einstellung direkt mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ vorgenommen werden. Ansonsten wird mit „Messung“ zuerst der Rollwiderstand bei 10 km/h gemessen und anschließend der Luftwiderstand bei 90 km/h. Bei der Messung des Luftwiderstandes wird auch der Wert für den Rollwiderstand eingerechnet.

Für die beiden Messungen muss zunächst über den angegebenen Geschwindigkeitswert beschleunigt (LED blinkt) und anschließend ausgekuppelt werden (LED leuchtet), bis die angegebene Geschwindigkeit während des Ausrollens wieder unterschritten wird.

Bedienung im Kfz

Der KL 100 schaltet sich zusammen mit der +12-V-Schaltspannung ein und aus. Die Grundfunktion besteht in der Anzeige der aktuellen Messwerte. Sonderfunktionen wie Einzelmessungen und Einstellungen befinden sich im Funktionsmenü.

Eine Übersicht der gesamten Benutzerführung bietet Abbildung 12.

Aktuelle Messwerte

Die Anzeige der aktuellen Messwerte erfolgt zeilenweise, d. h. der Benutzer kann auf die beiden Zeilen des Displays zwei für ihn interessante Messwerte legen. Die Werte und ihre Bedeutung finden sich in Tabelle 2.

Ausgewählt wird der Inhalt einer Zeile mit der Taste „Anzeige“ links von der jeweiligen Zeile. Bei Geschwindigkeit, Beschleunigung und Leistung wird neben dem aktuellen Messwert ein (zuvor erreichter) Maximalwert in eckigen Klammern angegeben. Dieser kann durch langes Drücken von „Anzeige“ zurückgesetzt werden. Bei den Energie- und Kilometerzählern bewirkt der lange Tastendruck das Zurücksetzen des jeweiligen Zählers auf null. Die Werte der Energie- und Kilometerzähler werden bei jedem Übergang von Fahrt nach Stillstand im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert, so dass sie auch ohne Versorgungsspannung erhalten bleiben.

Funktionsmenü

Neben den Einstellungen, die im Absatz „Inbetriebnahme“ erklärt worden sind, gibt es im Funktionsmenü noch drei verschiedene Arten von Einzelmessungen und zwei weitere Einstellmöglichkeiten:

Einzelmessung Zeit auf Geschwindigkeitsdifferenz

Hier wird die Zeit gemessen, die das Kfz zwischen einer Start- und einer Zielge-

schwindigkeit benötigt. Start- und Zielgeschwindigkeit können mit „Edit“ eingestellt werden. Dabei darf die Startgeschwindigkeit auch oberhalb der Zielgeschwindigkeit liegen. Wenn die gewünschten Geschwindigkeitswerte eingestellt sind, kann die Messung mit der Taste „Messung“ gestartet werden. Dabei beginnt die Zeitmessung nicht sofort. Wenn die aktuelle Geschwindigkeit der Startgeschwindigkeit entspricht oder bezüglich der gewünschten Messung vor der Startgeschwindigkeit liegt, beginnt die LED zu blinken. Erst beim Über- bzw. Unterschreiten der Startgeschwindigkeit in Richtung Zielgeschwindigkeit wird die Zeitmessung gestartet und die LED leuchtet. Beim Erreichen der Zielgeschwindigkeit verlöscht die LED und das Ergebnis der Messung wird angezeigt. Jeder neue Schritt der Messung wird auch durch den Piezo-Signalgeber signalisiert, so dass es nicht erforderlich ist, während der Messfahrt auf das Display oder die LED des KL 100 zu blicken.

Einzelmessung Zeit auf Strecke ab Stillstand

Auch bei dieser Messung kann mit der „Edit“-Taste und den Tasten „+“ und „-“ ein Wert vorgegeben werden. Dabei handelt es sich um die Strecke, für die die benötigte Zeit ab Stillstand gemessen werden soll. Üblicherweise bewertet man damit die maximale Beschleunigung des Kfz. Für die aus den USA bekannte viertel Meile kann hier der Wert „402 m“ eingetragen werden.

Nach dem Starten der Messung mit der Taste „Messung“ beginnt auch hier die Zeitmessung nicht sofort. Zunächst wartet der KL 100 ggf. darauf, dass das Kfz den Stillstand erreicht. Anschließend blinkt die LED. Erst beim Anfahren nach dem Stillstand wird die Zeitmessung gestartet und die LED leuchtet. Wenn die Messstrecke vollständig zurückgelegt worden ist, verlischt die LED und das Ergebnis der Messung wird angezeigt. Der Piezo-Signalgeber signalisiert auch hier den Beginn eines jeden einzelnen Schrittes der Messung akustisch, damit das Display und die LED nicht permanent beachtet werden müssen.

Einzelmessung Motorleistung

Im Unterschied zur Anzeige der aktuellen Motorleistung wird bei dieser Einzelmessung die maximale Motorleistung ermittelt, wobei die Verlustleistung durch die Reibung nicht errechnet wird, sondern im zweiten Schritt der Einzelmessung gemessen wird. Dadurch ist diese Messung unabhängig von den eingestellten Konstanten für die Reibungsberechnung, was ggf. zu einer höheren Genauigkeit führt.

Die Messung wird gestartet mit der Taste „Messung“, die LED blinkt. Der KL 100 misst nun permanent die Leistung und aktualisiert den Maximalwert. Das Leistungsmaximum wird bei Kfz mit Verbrennungsmotoren normalerweise am oberen Ende des nutzbaren Drehzahlbereiches erreicht. Anschließend muss der Motor ausgekuppelt werden. Mehr Informationen dazu finden sich im ersten Teil dieses Artikels.

Die Messung sollte bei einem normalen Pkw nicht im ersten Gang durchgeführt werden, da der KL 100 mit einer Mittelwertbildung über etwa eine halbe Sekunde arbeitet. In niedrigen Gängen können sich die Leistungswerte so schnell ändern, dass der Leistungsmesser sie nicht vollständig erfasst.

Wird eine negative Leistung gemessen, beginnt der KL 100 die Reibung zu messen, wobei die LED leuchtet. Die Verlustleistung durch die Reibung, die der KL 100 bei der Geschwindigkeit des Leistungsmaximums misst, wird zum Maximum addiert und als Ergebnis angezeigt. Die LED verlischt.

Es kann vorkommen, dass der KL 100 schon beim Umschalten in einen höheren Gang ungewollt mit der Messung der Reibung beginnt oder schon ein Ergebnis anzeigt.

Wenn der Wagen aber im höheren Gang das letzte Maximum wieder überschreitet, springt der KL 100 sofort wieder zum ersten Schritt der Messung.

Auch bei dieser Messung werden die Wechsel zwischen den einzelnen Schritten von einem akustischen Signal begleitet, um die Aufmerksamkeit des Fahrers nicht unnötig abzulenken.

Auto-Reset-Max

Der KL 100 kann die angezeigten Maximalwerte von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Leistung automatisch zurücksetzen. Dafür kann man hier mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ eine Zeit in Sekunden angeben. Die Zeit beginnt zu laufen, wenn der angezeigte Maximalwert überschritten und infolgedessen aktualisiert wird. Nach Ablauf der Zeit setzt der KL 100 den Maximalwert auf den jeweiligen aktuellen Messwert zurück.

Wenn die Zeit auf null eingestellt ist, ist die Auto-Reset-Max-Funktion deaktiviert.

Datenlogger und Bedienung am PC

Genauere Informationen darüber und über das Auslesen der Daten aus dem Datenlogger am PC wird es im vierten und letzten Teil dieses Artikels geben.

Fehlerquellen

Tachosignal

Beim Tachosignal kommt es nicht nur darauf an, dass der Wert für die Pulse pro Kilometer richtig eingestellt ist, sondern auch auf die Qualität des Signals. Auch wenn der KL 100 zyklisch auftretende Fehler durch eine Mittelwertbildung über etwa eine halbe Sekunde ausgleicht, ist ein gewisses Maß an Rundlauf des verwendeten Sensors erforderlich. Hallensoren sind generell gut geeignet, wenn sie direkt am Getriebe montiert sind. Der Einsatz eines Sensors am anderen Ende der Tachowelle dagegen ist nicht empfehlenswert, da die Tachowelle den Rundlauf durch Bögen und Knick verschlechtern kann.

Der empfindlichste Messwert ist die Leistung, da hier Geschwindigkeit und Beschleunigung eingerechnet werden. Erfahrungsgemäß kann der Wert der aktuellen Leistung sogar durch eine schlechte Fahrbahnbeschaffenheit um mehrere kW schwanken. In einem guten System bei ebener Fahrbahn sollte der Wert bei konstanter Geschwindigkeit jedoch stabil sein.

Höhenunterschiede

Der KL 100 kann keine Höhenunterschiede in seine Berechnungen einbeziehen. Das führt dazu, dass im Gefälle eine zu hohe Leistung angezeigt wird, weil der KL 100 davon ausgeht, dass der Motor die Leistung für den Vortrieb aufbringt und nicht das Gefälle. Umgekehrt ist es an Steigungen. Hier ist eine höhere Motorleistung erforderlich als die vom KL 100 angezeigte.

Auch bei den Energiezählern führen Höhenunterschiede zu Abweichungen, da hier die aktuelle Leistung eingerechnet wird. Die Abweichung entspricht der potentiellen Energie:

$$W_p = m \cdot g \cdot h$$

mit WP in J, m in kg, g ca. 9,81 m/s², h in m.

Für ein Kfz mit einer Masse von 1000 kg ergibt sich bei einem Höhenunterschied von 100 m also eine Abweichung in der Größenordnung von 981.000 J bzw. Ws oder 272,5 Wh.

Reibung

Der KL 100 berechnet die Verlustleistung durch Reibung anhand von Konstanten. In der Praxis sind Roll- und Luftwiderstand aber abhängig von der Umgebung und nicht immer konstant. Ob die eingestellten Konstanten für die Umgebung passend sind, kann während der Fahrt geprüft werden, indem man auskuppelt und kontrolliert, ob die aktuelle Leistung beim Ausrollen auf null steht. Auch anhand der Energiezähler kann man die Abstimmung des Systems beurteilen. Wenn alle drei Zähler vor einer Fahrt zurückgesetzt worden sind, gilt bei einem idealen System nach der Fahrt:

$$W(\text{Motor}) = W(\text{Reibung}) + W(\text{Bremsen})$$

Schlupf

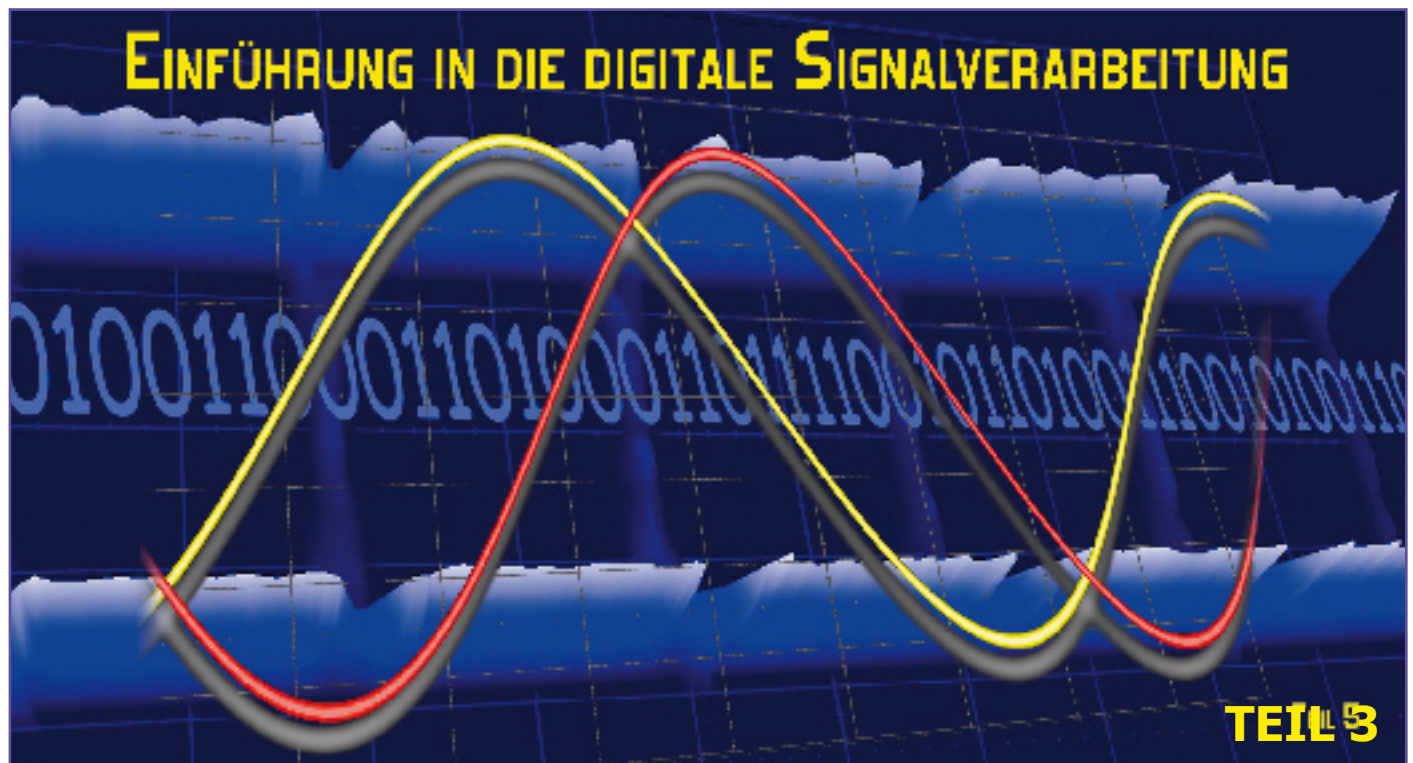
Generell ist zu beachten, dass das Tachosignal mit dem Antriebsstrang des Kfz verbunden ist, wenn der Sensor am Getriebe angeschlossen ist. Das bedeutet, dass jede Art von Schlupf, wie durchdrehende oder blockierende Räder, die Messungen verfälschen. Dies sollte insbesondere bei den Einzelmessungen beachtet werden, wo es normalerweise um Extremwerte geht.

Verantwortlich handeln!

Zu guter Letzt noch einige unvermeidliche rechtliche Hinweise:

Achtung! Der Kfz-Leistungsmesser besitzt als Bausatz keine Zulassung für den Einsatz im Bereich der StVZO, er darf infolgedessen nur auf abgesperrten Strecken oder Privatgelände und auf eigene Gefahr eingesetzt werden. Letzteres betrifft auch den Anschluss und den Betrieb im Fahrzeug – eventuell auftretende Fehlhandlungen, falsche Anschlüsse und Folgeschäden fallen allein ebenso in die Verantwortung des Benutzers wie der generelle Betrieb des Gerätes im Fahrzeug. Wir empfehlen trotz der installierten automatischen Messfunktionen den Einsatz eines eingewiesenen Beifahrers, um bei den Bedien- und Kontrollhandlungen nicht vom Fahren abgelenkt zu werden. Da der Leistungsmesser ohnehin alle relevanten Daten im Datenlogger sammelt, können diese später in Ruhe am PC ausgewertet werden. Genau diesem Thema widmen wir uns im vierten Teil, hier geht es um den Datenlogger, das Auslesen der Daten per PC und deren Auswertung auf diesem.

ELV



Mit der Korrelation kann man kleinste Signale im Rauschen aufspüren und das Parseval'sche Theorem ableiten. Was die Multiplikation im Zeitbereich, ist die Faltung im Frequenzbereich und umgekehrt. Dieser elementare Zusammenhang hilft, tiefere Einblicke in die Signalverarbeitung zu gewinnen. So kann man damit begründen, dass ein abgetastetes Zeitsignal ein periodisches Spektrum hat.

Das Parseval'sche Theorem

Benannt nach dem französischen Mathematiker Marc-Antoine Parseval des Chênes (1755–1836), beschreibt es die Gleichheit der Gesamtenergie eines reellen Signals im Zeitbereich $x(t)$ und der desselben im Frequenzbereich $X(i\omega)$. Parseval erschien die Aussage seines Theorems so offensichtlich (schließlich handelt es sich hierbei ja nur um zwei verschiedene Sichtweisen ein und desselben Signals), dass er auf einen Beweis verzichtete.

Die Parseval'sche Formel lautet:

$$\int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t)^2 dt = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega=-\infty}^{+\infty} |X(i\omega)|^2 d\omega \quad (39)$$

Parsevalsche Formel

Während die linke Seite von (39) die Zeitintegration der Momentanleistung – eine Energie – darstellt, beschreibt die rechte Seite das Frequenzintegral über die Energiedichte – also ebenfalls eine Energie. Die rechte Seite von (39) leitet sich aus der Fouriertransformierten der so genannten Autokorrelation eines Energiesignals ab.

Das Wort Korrelation kommt aus dem Lateinischen und bedeutet dort so viel wie Wechselbeziehung. In der Systemtheorie der Nachrichtentechnik beschreibt man mit der Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) das

Maß der Ähnlichkeit zweier Funktionen:

Die Kreuzkorrelierte (KKF) zweier Energie-Zeit-Funktionen $x(t)$ und $y(t)$ lautet:

$$k_{xy}(\tau) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t)y(t+\tau) dt \quad (40)$$

Kreuzkorrelierte

Mathematisch gesehen verschiebt man eine der Funktionen um einen gewissen zeitlichen Abstand τ und integriert das Produkt mit der anderen, unverschobenen Funktion über die Zeit. Bei Funktionen mit geringen Wechselbeziehungen ergeben sich kleine Kreuzkorrelierte. Stellt man sich vor, die beiden Zeitfunktionen würden sich immer ähnlicher (bis zur Gleichheit), geht die Kreuzkorrelierte in die Autokorrelierte über.

Die Autokorrelierte (AKF) einer Zeitfunktion $x(t)$ lautet also:

$$k_{xx}(\tau) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t)x(t+\tau) dt \quad (41)$$

Autokorrelierte

Auf den ersten Blick scheint es vielleicht merkwürdig, ein Signal mit seiner zeitverschobenen Kopie zu multiplizieren und das Produkt zu integrieren. Aber dieses Verfahren hat sich hervorragend bewährt, um schwache und stark verrauschte

elektromagnetische Signale aufzuspüren.

Zum Beispiel wird in einem Radarsystem das mit Rauschen überlagerte schwache und laufzeitverschobene Echo $x(t + \tau)$ mit dem Sendesignal $x(t)$ verglichen, indem man die Variable τ so lange verändert, bis die AKF maximal ist. Dann ist man einerseits sicher, das richtige Signal und kein Störecho zu empfangen, und kann aus der gefundenen Laufzeit τ den Abstand zum reflektierenden Objekt berechnen. Bei Funkwellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit 300.000 km/s ausbreiten, und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Laufstrecke des Signals der doppelten Entfernung zum reflektierenden Objekt entspricht, führt $\tau = 200 \mu s$ zu einem Objektabstand von 30 km.

Ein weiteres Beispiel ist die Mustererkennung in einem Bild, wie sie bei der Überwachung und Steuerung industrieller Prozesse, des Straßenverkehrs, bei der Bildanalyse usw. stattfindet. Hier wird statt der eindimensionalen Zeitvariablen (t) aber mit den zweidimensionalen Ortsfrequenzvariablen (x, y) gearbeitet. Das führt zu erheblichem Rechenaufwand und schließt eine Echtzeitverarbeitung oft aus.

Über die AKF zur Parseval'schen Formel

Es gibt verschiedene Wege, die Parseval'sche Formel herzuleiten. Einer davon ist die Anwendung des Faltungssatzes, den

wir später noch ausführlich beleuchten.

Ein anderer Weg führt über die AKF. Setzt man die Autokorrelierte nach (41) in die Definitionsgleichung der Fouriertransformation (18) ein, ergibt sich (42). Im Gang der Rechnung haben wir vom Zeitverschiebungssatz aus Tabelle 1 Gebrauch gemacht und berücksichtigt, dass eine reelle Zeitfunktion ein Spektrum mit geradem Realteil und ungeradem Imaginärteil hat.

Der Zeitverschiebungssatz begründet die Anschrift:

$$\int_{\tau=-\infty}^{+\infty} x(\tau+t)e^{-i\omega\tau} d\tau = X(i\omega) \cdot e^{i\omega t}$$

Mit dem Satz über reelle Zeitfunktionen können wir herleiten, dass:

$$\int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{+i\omega t} dt = \bar{X}(i\omega)$$

Offensichtlich wäre die linke Seite der Gleichung bei einem negativen Vorzeichen des Exponenten der e-Funktion definitionsgemäß gleich $X(i\omega)$. Wegen des positiven Exponenten erhalten wir aber $X(-i\omega)$. Weil $x(t)$ reell ist, gilt: $\text{Re}[X(-i\omega)] = \text{Re}[X(i\omega)]$

$$K_{xx}(i\omega) = \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} k_{xx}(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau \quad (42)$$

$$K_{xx}(i\omega) = \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} \int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t)x(t+\tau) e^{-i\omega\tau} dt d\tau$$

Jetzt vertauschen wir die Reihenfolge der Integration

$$K_{xx}(i\omega) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t) \underbrace{\int_{\tau=-\infty}^{+\infty} x(t+\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau}_{X(i\omega) \cdot e^{i\omega t}} dt$$

$$K_{xx}(i\omega) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} \underbrace{x(t) \cdot e^{i\omega t}}_{\bar{X}(i\omega)} dt \cdot X(i\omega)$$

$$K_{xx}(i\omega) = X(i\omega) \cdot \bar{X}(i\omega) = |X(i\omega)|^2 \quad \text{Energiedichtespektrum}$$

$$k_{xx}(0) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t)^2 dt \quad \text{Gesamtenergie} \quad (43)$$

$$k_{xx}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega=-\infty}^{+\infty} K_{xx}(i\omega) e^{i\omega\tau} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega=-\infty}^{+\infty} |X(i\omega)|^2 e^{i\omega\tau} d\omega \quad (44)$$

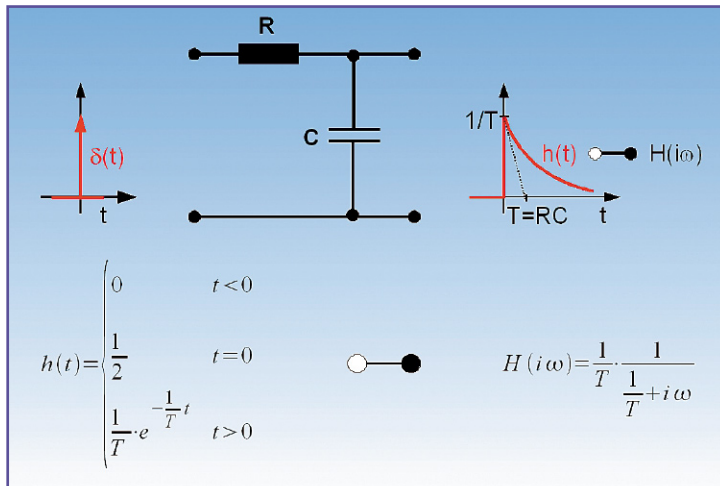


Bild 17: Der RC-Tiefpass ist ein Spannungsteiler, dessen unterer Teilerwiderstand ein Kondensator ist. Sein Widerstand nimmt mit zunehmender Frequenz ab und damit auch die Ausgangsspannung des Teilers.

und $\text{Im}[X(-i\omega)] = -\text{Im}[X(i\omega)]$, d. h. der Realteil hat sich nicht verändert, der Imaginärteil dagegen sein Vorzeichen umgekehrt, was zu zeigen war.

$K_{xx}(i\omega)$ stellt als Fouriertransformierte der Autokorrelierten des Zeitsignals $x(t)$ dessen Energiedichte dar, man nennt

$K_{xx}(i\omega)$ deshalb auch das Energiedichtespektrum von $x(t)$. Um zur Parseval'schen Gleichung zu gelangen, ist es nur noch ein kleiner Schritt. Die Gesamtenergie des Zeitsignals berechnet sich aus (41) als (43).

Um aus der Identität in der letzten Zeile von (42) wieder die erzeugende Zeitfunkti-

Signalenergie der Zeitfunktion: (45)

$$E = \int_{t=-\infty}^{+\infty} h(t)^2 dt = \frac{1}{T^2} \int_0^{\infty} e^{-\frac{2}{T}t} dt = \frac{1}{T^2} \cdot \frac{-T}{2} e^{-\frac{2}{T}t} \Big|_{t=0}^{\infty} = \frac{1}{2T}$$

Signalenergie der Frequenzfunktion: (46)

$$|H(i\omega)|^2 = \frac{1}{T^2} \left| \frac{1}{1 + i\omega T} \right|^2 = \frac{1}{T^2} \frac{1}{1 + \omega^2 T^2}$$

on zu ermitteln, müssen wir diese als inverse Fouriertransformierte ausdrücken (44).

Gleichung (43) und (44) (mit $\tau = 0$) werden jetzt gleichgesetzt und es folgt die Parseval'sche Formel, wie in (39) angegeben.

Ein praktisches Beispiel zum Parseval'schen Theorem

Zur Vertiefung und als Rechenübung wollen wir das Parseval'sche Theorem anhand der Impulsantwort eines RC-Tiefpasses verifizieren. Die Beziehungen dazu sind in Abbildung 17 zusammengestellt. Die komplexe Fouriertransformierte $H(i\omega)$ der reellen Impulsantwort $h(t)$ wurde bereits in (27) abgeleitet und in Abbildung 9 oben dargestellt.

Zur Bestätigung des Parseval'schen Theorems soll nun gezeigt werden, dass $h(t)$ und $H(i\omega)$ den gleichen Signalenergieinhalt haben (s. Formel 45 und 46).

Zunächst berechnen wir das Betrags-

$$E = \frac{1}{2\pi T^2} \int_{\omega=-\infty}^{+\infty} \frac{1}{1 + \omega^2 T^2} d\omega = \frac{1}{2\pi T^2} T \text{arc tan}(\omega T) \Big|_{\omega=-\infty}^{\infty} = \frac{1}{2\pi T} \left(\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{2}\right) \right) = \frac{1}{2T} \quad (47)$$

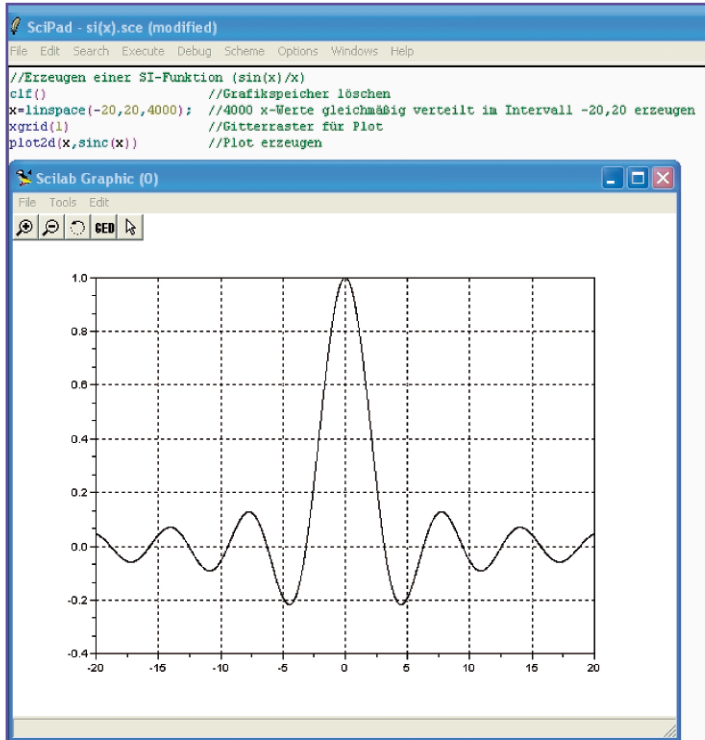


Bild 18: Mit wenigen Zeilen ist ein kleines Programm geschrieben, das die Funktion $\sin(x)/x$ als Grafik ausgibt.

quadrat von $H(i\omega)$ (46).

Das Betragsquadrat in die rechte Seite der Parseval'schen Formel eingesetzt, ergibt (47).

Damit sind die im Zeitbereich gemäß Gleichung (45) und im Frequenzbereich gemäß Gleichung (47) ermittelten Signalenergien identisch und die Parseval'sche Formel ist bestätigt.

Funktionsverläufe zeichnen

Liegt eine Funktion als Formel vor, kann man sich ein Bild von ihr verschaffen, indem man eine Tabelle erstellt, in der man die unabhängige Variable (t bei den Zeitfunktionen und ω bei den Spektren) eine gewisse Anzahl von Werten annehmen lässt und den dazugehörigen Funktionswert errechnet und daneben schreibt. Die so erhaltene Tabelle lässt sich zeichnerisch in Punkte in einem Koordinatensystem umsetzen. Verbindet man die Punkte, erhält man einen mehr oder weniger genauen Funktionsgraphen. Das ist bei komplizierteren Formeln aber abschreckend aufwändig.

Aber es gibt einen kostenlosen, mächtigen und eleganten Ausweg – Scilab. Seit Mitte Dezember 2006 in der Version 4.1, ist dieses hervorragende wissenschaftliche Softwarepaket unter www.scilab.org herunterladbar. Damit steht ein ausgezeichnetes Werkzeug für numerische Berechnungen und die grafische Präsentation der Ergebnisse zur Verfügung. Ja, es scheint so: „The best things in life are free.“

Scilab ist ein Interpreter, d. h., die geschriebenen Programme brauchen nicht übersetzt (kompiliert) zu werden, man kann sie sofort ausführen. Eine komplette

Einführung in Scilab würde den Rahmen dieser Artikelreihe bei weitem sprengen, aber wir wollen an einigen Beispielen ohne tiefere Erläuterungen demonstrieren, wie nützlich dieses Tool ist.

Angenommen, Scilab ist auf dem Rechner installiert. Nach dem Aufruf wechseln wir in den Editor SciPad. Dort erstellen wir das kleine Programm aus Abbildung 18. Um es zu testen, wählen wir über Execute den Menüpunkt „Load into Scilab“, und wenn wir alles richtig gemacht haben, poppt ein Fenster auf, das die gewünschte grafische Darstellung in Abbildung 18 zeigt.

Vom analogen zum digitalen Signal

Analoge Signale sind innerhalb ihres Wertebereichs durch eine unendlich feine Stufung bezüglich Zeit und Amplitude gekennzeichnet. Man sagt auch: „Analoge Signale sind zeit- und wertekontinuierlich“. Entnimmt man ihnen zu regelmäßigen Zeitpunkten Werteproben – diesen Vorgang bezeichnet man auch als Abtasten –, haben wir zunächst die Zeit diskretisiert, aber immer noch einen kontinuierlichen Wertebereich. Typische Vertreter solcher zeitdiskreten, aber wertekontinuierlichen Systeme sind SC-Filter, bei denen ohmsche Widerstände durch periodisch umgepolte Kondensatoren (SC: switched capacitor) ersetzt werden. Bei voll digital arbeitenden Schaltungen geht man noch einen Schritt weiter und ordnet den analogen Abtastwerten digitale Zahlenwerte zu. Diese werden durch Binärwörter mit endlicher Wortlänge repräsentiert, woraus eine gewisse „Granularität“ der Amplitudendarstellung resultiert. Jetzt haben wir

es also mit einer zeit- und wertediskreten Präsentation des Signals zu tun.

Das Abtasttheorem

Das Abtasttheorem beantwortet die Frage, in welchem zeitlichen Abstand einem Signal Proben entnommen werden müssen, um es aus denselben ohne Informationsverlust wieder vollständig rekonstruieren zu können. Das Abtasttheorem geht auf Arbeiten von Edmund Taylor Whittaker (1873–1956), Harry Nyquist (1889–1976), Wladimir Alexandrowitsch Kotelnikow (1908–2005) und Claude Elwood Shannon (1916–2001) (Abbildung 19) zurück und wird in der Literatur deshalb auch mit den Namen „Nyquist-Shannon-Abtasttheorem“ oder „WKS-Abtasttheorem“ (WKS: Whittaker Kotelnikow Shannon) belegt.

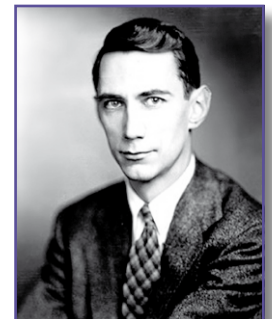


Bild 19: Claude Elwood Shannon hat die Nachrichtentechnik viel zu verdanken.

Mit den Kenntnissen aus der Fourieranalyse ist das Abtasttheorem einfach zu verstehen. Nach Fourier entsteht jede Funktion aus der Überlagerung elementarer harmonischer Schwingungen mit Vielfachen einer Grundfrequenz. Enthält das Signal nun eine Komponente mit der maximalen Frequenz f_{\max} , so sind dieser wenigstens zwei Abtastwerte pro Periode zu entnehmen, um sie wieder eindeutig rekonstruieren zu können. Mit anderen Worten: Wenn f_{\max} die höchste in einem Signal auftretende Frequenz ist, muss es mindestens mit der doppelten Maximalfrequenz $2 \cdot f_{\max}$ abgetastet werden, um Verluste bei der Rekonstruktion aus der Abtastwertefolge zu vermeiden.

Mit der Schreibweise f_s für die Abtastfrequenz (s steht für das englische Wort sample = Probe) zeigt Gleichung (48) die mathematische Formulierung des Abtasttheorems.

$$f_s \geq 2 \cdot f_{\max} \quad \text{Abtasttheorem} \quad (48)$$

Für die Einhaltung des Abtasttheorems ist also eine Begrenzung der Bandbreite des abzutastenden Signals (Bandbegrenzung) erforderlich. Dazu dient ein analoger Tiefpass, dessen Grenzfrequenz gleich oder kleiner als die halbe Abtastfrequenz sein muss. Damit ist sichergestellt, dass keine hohen Frequenzanteile im abzutastenden Signal enthalten sind, welche das Abtast-

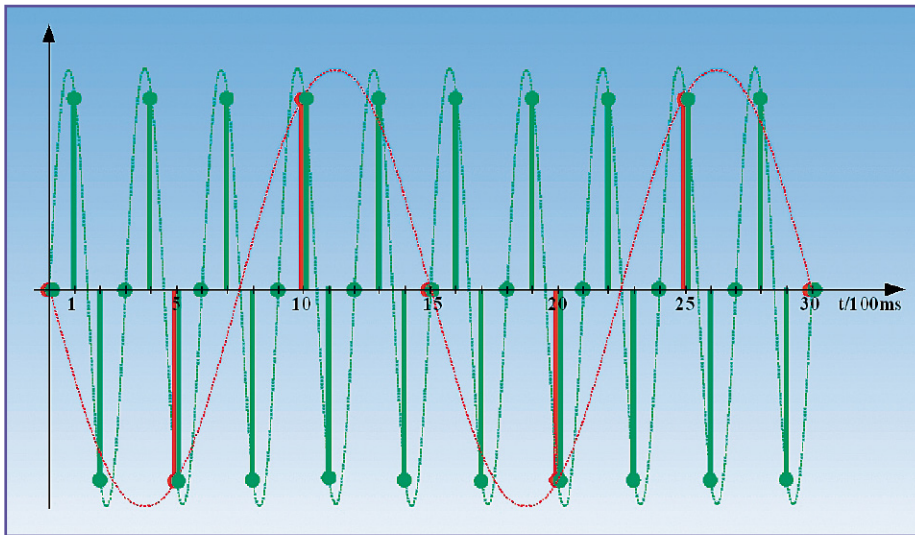


Bild 20: Wird das Abtasttheorem nicht eingehalten, entstehen Aliasfrequenzen.

theorem verletzen und so genannte Alias-Effekte hervorrufen würden. In der Praxis ist es wegen der endlichen Flankensteilheit des analogen Tiefpasses üblich, die Abtastfrequenz deutlich größer als die doppelte Maximalfrequenz im Signal zu wählen.

Am Beispiel in Abbildung 20 wird dieser Sachverhalt verdeutlicht. Die Zeitachse ist in ein 100-ms-Raster unterteilt. Eine Periode der grünen Sinuskurve dauert drei Rasterschritte, ihre Frequenz beträgt somit 3,33 Hz. Sie wird alle 100 ms, also mit einer Abtastfrequenz von 10 Hz abgetastet. Damit ist das Abtasttheorem erfüllt, welches ja mindestens eine Abtastfrequenz von 6,66 Hz verlangt, man spricht von Überabtastung. Zwischen den so gewonnenen grünen Abtastwerten lässt sich nur eine Sinuskurve – nämlich die grüne – einpassen. Dieser Vorgang ist die originalgetreue Rekonstruktion der ursprünglichen grünen abgetasteten Kurve. Anders sieht es aus, wenn wir die grüne Kurve nur alle 5 Takte, also mit 2 Hz, abtasten. Das Abtasttheorem wird verletzt (Unterabtastung) und die rekonstruierte rote Kurve ist nicht mehr identisch mit der grünen Ausgangskurve. Sie ist vielmehr ein niederfrequenteres Abbild (Alias), dessen Periode 15 Takte umfasst und dessen Frequenz somit 2/3 Hz beträgt.

Aliasfrequenzen entstehen nur bei Verletzung des Abtasttheorems, wenn also $f_s < 2 f_{\max}$ ist, also die höchste im Signal auftretende Harmonische nicht mindestens zweimal pro Periode abgetastet wird. Aliasfrequenzen berechnen sich dann nach der Beziehung Gleichung (49):

$$f_{\text{Alias}} = |n \cdot f_s - f| \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (49)$$

n ist als ganze Zahl so zu wählen, dass der Betrag von $n f_s - f$ den kleinstmöglichen Wert annimmt. Im Beispiel von Abbildung 20

$$x_s(t) = x(t) \cdot s_s(t) = x(t) \cdot \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_s) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(nT_s) \cdot \delta(t - nT_s) \quad (50)$$

$$y(t) = \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} x_1(\tau) \cdot x_2(t-\tau) d\tau \quad \text{Faltung im Zeitbereich} \quad (51)$$

$$y(t) = x_1(t) * x_2(t) \quad \text{Symbolische Schreibweise mit Faltungsterm}$$

$$Y(i\omega) = X_1(i\omega) \cdot X_2(i\omega) \quad \text{Multiplikation im Frequenzbereich} \quad (52)$$

$$Y(i\omega) = \int_{\nu=-\infty}^{+\infty} X_1(i\nu) \cdot X_2(i\omega - i\nu) d\nu \quad \text{Faltung im Frequenzbereich} \quad (53)$$

$$Y(i\omega) = X_1(i\omega) * X_2(i\omega) \quad \text{Symbolische Schreibweise mit Faltungsterm}$$

$$y(t) = x_1(t) \cdot x_2(t) \quad \text{Multiplikation im Zeitbereich} \quad (54)$$

wäre demnach $n = 2$, woraus die Aliasfrequenz $(2 \cdot 2 - 3^{1/3}) \text{ Hz} = 2^{2/3} \text{ Hz}$ folgt. Ein weiteres Beispiel: Vier Frequenzen $f_1 = 25 \text{ Hz}$, $f_2 = 70 \text{ Hz}$, $f_3 = 160 \text{ Hz}$ und $f_4 = 510 \text{ Hz}$ werden mit $f_s = 100 \text{ Hz}$ abgetastet. Bei der Abtastung von f_2 , f_3 und f_4 wird das Abtasttheorem verletzt und es entstehen die Aliasfrequenzen $f_{2 \text{ Alias}} = \text{Betrag von } (100 - 70) \text{ Hz} = 30 \text{ Hz}$, $f_{3 \text{ Alias}} = \text{Betrag von } (200 - 160) \text{ Hz} = 40 \text{ Hz}$ sowie $f_{4 \text{ Alias}} = \text{Betrag von } (500 - 510) \text{ Hz} = 10 \text{ Hz}$.

Die Wirkung einer Unterabtastung ist auch in alten Westernfilmen in Gestalt sich scheinbar rückwärts drehender Wagenräder und als Stroboskopeffekt in der Diskothek beobachtbar.

Der Abtastvorgang wird mathematisch durch die Multiplikation einer kontinuierlichen Zeitfunktion $x(t)$ mit einer regelmäßigen Folge von Dirac-Impulsen $s_s(t)$ beschrieben. Der zeitliche Abstand der Dirac-Impulse entspricht der Abtastperiode T_s . Durch die Ausblendeigenschaft des Dirac-Impulses wird nur der Funktionswert von $x(t)$ selektiert, der zum Zeitpunkt des Dirac-Impulses existiert.

Gleichung (50) drückt dies aus.

Um aus dieser Gleichung weitere Erkenntnisse bequem ableiten zu können, werden wir uns jetzt ein wenig mit der Faltung – im Englischen Convolution genannt – beschäftigen.

Multiplizieren hier – Falten dort

Aus Tabelle 1 wissen wir, dass die Multiplikation zweier Zeitfunktionen der Faltung ihrer Spektren (auf Englisch: convolution) entspricht bzw. umgekehrt. Doch was ist nun eine Faltung zweier Funktionen? Mathematisch gesprochen ist die Faltung eine Vorschrift, nach der zwei Funktionen $x_1(t)$ und $x_2(t)$ auf eine dritte Funktion $y(t)$ abgebildet werden. Das hört sich komplizierter an, als es ist.

Im analogen Zeitbereich ist die Faltung

zweier Funktionen wie in Gleichung (51) definiert. Im Frequenzbereich ist die Fouriertransformierte von $y(t)$ gleich dem Produkt der Fouriertransformierten von $x_1(t)$ und $x_2(t)$, wie in Gleichung (52) dargestellt.

Werden zwei Frequenzfunktionen $X_1(\omega)$ und $X_2(\omega)$ miteinander gefaltet, entspricht das der Produktbildung ihrer Fourierrücktransformierten im Zeitbereich. Vergleiche Gleichungen (53) und (54).

Wir werden später genauer auf Anwendungen der Faltung eingehen. An dieser Stelle wollen wir als Merksatz knapp zusammenfassen:

Faltung im Zeitbereich entspricht Multiplikation im Frequenzbereich bzw. Multiplikation im Zeitbereich entspricht Faltung im Frequenzbereich.

Von der Faltungssumme zum Faltungsintegral

Wer mathematisch etwas vorgebildet ist, kann das Faltungsintegral aus der Gleichung auch anschaulich interpretieren.

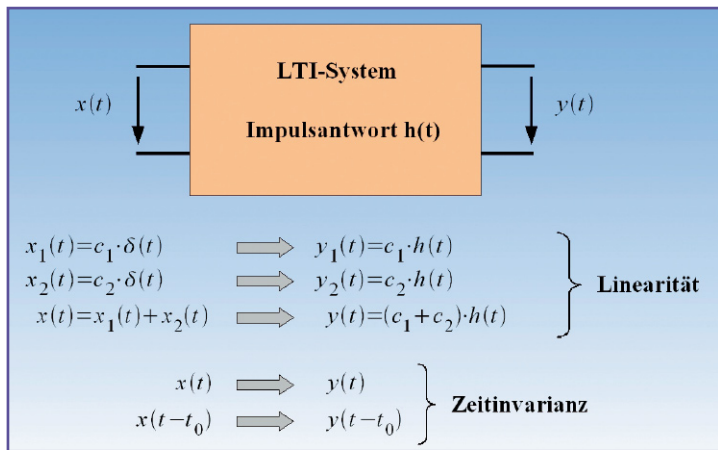


Bild 21: Die Eigenschaften eines LTI-Systems: linear und zeitunabhängig.

Rechteckdauer $\Delta\tau$ zum infinitesimal kurzen Zeitabschnitt $d\tau$, die Summe zum Integral und die diskreten Zeitpunkte $n\Delta\tau$ zur Laufvariablen τ wie in (56) und (57). Die Gleichung (56) ist nichts weiter als die bereits aus Gleichung (22) bekannte Ausblendeigenschaft des δ -Impulses. Gleichung (57) ist das Faltungsintegral aus dem Eingangssignal und der Impulsantwort des Systems. Wegen der LTI-Eigenschaften genügt es also, die Antwort $y(t) = h(t)$ des Systems auf einen Dirac-Impuls $\delta(t)$ als Eingangssignal zu kennen. Für ein beliebiges Eingangssignal $x(t)$ folgt dann aus Gleichung (57) die entsprechende Ausgangsspannung $y(t) = x(t)*h(t)$.

Vorausgesetzt wird ein lineares, zeitinvariantes System (LTI: Linear Time Invariant). Darunter versteht man ein System, das zu jedem Zeitpunkt auf die gleichen Eingangsanregungen mit den gleichen proportionalen Reaktionen antwortet. Abbildung 21 fasst diese Eigenschaften zusammen.

Zur Ableitung des Faltungsintegrals denken wir uns nun die Eingangsanregung $x(t)$ durch eine Treppenkurve angenähert (Abbildung 22). Sie besteht aus einer Folge von Rechtecken der Breite $\Delta\tau$ und einer Höhe, die dem Eingangssignalwert in der Mitte des Rechtecks entspricht. Am Beispiel eines RC-Tiefpasses sind die Antworten auf die einzelnen Rechtecke in deren Farben als ansteigende und abfallende e-Funktionen untereinander dargestellt. Wegen der LTI-Eigenschaften überlagern sie sich zu einer Summe entsprechend Gleichung (55).

Je feiner nun die Treppe gestuft wird, umso ähnlicher wird die Überlagerungssumme dem wahren Ausgangssignal des Systems. Im Grenzübergang für $\Delta\tau \rightarrow 0$ gehen die Rechtecke des treppenförmigen Eingangssignals $x(t)$ in eine unendliche

$$\tilde{y}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n \cdot \Delta\tau) \cdot y_r(t - n \cdot \Delta\tau) \cdot \Delta\tau \quad \text{Überlagerungssumme} \quad (55)$$

$$x(t) = \lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n \cdot \Delta\tau) \cdot x_r(t - n \cdot \Delta\tau) \cdot \Delta\tau = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot \delta(t - \tau) d\tau \quad (56)$$

$$y(t) = \lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n \cdot \Delta\tau) \cdot y_r(t - n \cdot \Delta\tau) \cdot \Delta\tau = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau \quad (57)$$

$$x(t) * h(t) = h(t) * x(t) \quad \text{Die Faltung ist kommutativ} \quad (58)$$

$$[x(t) * h(t)] * g(t) = x(t) * [h(t) * g(t)] \quad \text{Die Faltung ist assoziativ} \quad (59)$$

$$x(t) * [h(t) + g(t)] = [x(t) * h(t)] + [x(t) * g(t)] \quad \text{Die Faltung ist distributiv} \quad (60)$$

$$x(t) * \delta(t) = x(t) \quad \text{Der Diracimpuls ist das neutrale Element der Faltung} \quad (61)$$

$$x(t) * \delta(t - t_0) = x(t - t_0) \quad \text{Verschiebungseigenschaft des Diracimpulses} \quad (62)$$

Folge gewichteter Dirac-Impulse über, die Rechteckantwort des Systems $y_r(t)$ wird zur Impulsantwort $h(t)$, die endliche

Eine erstaunliche Tatsache!

Es ist sehr nützlich, einige der wichtigsten in den Gleichungen (58–62) dargestellten Eigenschaften der Faltung zu kennen. Die meisten davon lassen sich unmittelbar aus dem Definitionsintegral nach Gleichung (51) oder (57) herleiten.

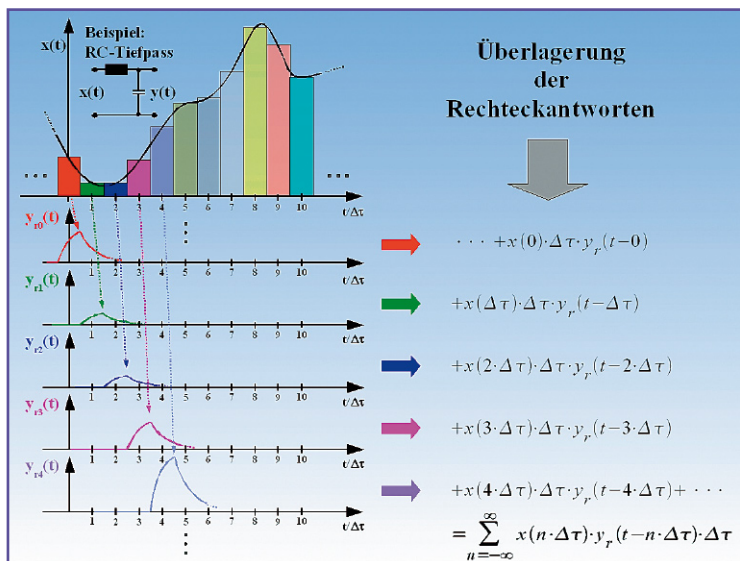


Bild 22: Die Überlagerung der Systemantworten auf eine durch eine Folge von Rechtecken nachgebildete Eingangsfunktion führt zur Faltungssumme als Ausgangsfunktion.

Grafische Veranschaulichung des Faltungsintegrals

Wir wollen anhand von Gleichung (63) grafisch die Wirkungsweise der Faltung nachvollziehen.

Als anregendes Signal $x(t)$ nehmen wir zwei aufeinanderfolgende Rechtecke – das erste negativ, das zweite positiv. Die Impulsantwort des Systems $h(t)$ ist eine abklingende e-Funktion. Abbildung 23 zeigt, wie $x(t)$ und $h(t)$ mit Hilfe des Faltungsintegrals Gleichung (63) in $y(t)$ überführt werden.

Abbildung 24 demonstriert grafisch, wie die Faktoren des Integranden, der Integrand selbst und das Integral zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten t_1, t_2, t_3 und t_4

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot h(t-\tau) d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} x(t-\tau) \cdot h(\tau) d\tau \quad \text{Faltungsintegral} \quad (63)$$

$$X_s(i\omega) = \frac{1}{T_s} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(i\omega - i k \omega_s) \quad (64)$$

Periodisches Spektrum einer abgetasteten Zeitfunktion

des analogen (unabgetasteten) Signals durch Tiefpassfilterung nicht mehr möglich. Somit kann auch das unabgetastete Signal nicht rekonstruiert werden.

Fassen wir also noch einmal zusammen: Durch das Abtasten eines bandbegrenzten Signals entstehen bei Vielfachen der Abtastfrequenz Kopien des ursprünglichen

aussehen. Mit zunehmender Zeit t schiebt sich das zeitgespiegelte Eingangssignal immer weiter über die Impulsantwort. Das Produkt aus beiden wird aufintegriert und ergibt den Momentanwert der Ausgangsspannung. Alle Momentanwerte zusammen repräsentieren den zeitlichen Verlauf des Ausgangssignals (gestrichelte Kurve).

Bei zeitlich begrenztem $x(t)$ und $h(t)$ entsteht erst dann ein Ausgangssignal, wenn sich die Faktoren des Integranden zu überlappen beginnen. Deshalb ist das Ausgangssignal $y(t)$ ebenfalls zeitlich begrenzt und so breit wie die Anregung $x(t)$ und die Impulsantwort $h(t)$ zusammen.

Wenn wir nun auf Gleichung (50) unser Wissen anwenden, dass der Faltung im Zeitbereich die Multiplikation im Frequenzbereich entspricht, führt dies unter Auslassung einiger Zwischenschritte bei der Berechnung zu Gleichung (64). Sie beschreibt nun nichts anderes als das mit der Abtastkreisfrequenz ω_s periodisch wiederholte Spektrum $X(i\omega)$ der nicht abgetasteten, bandbegrenzten Zeitfunktion $x(t)$. Mit anderen Worten: Wird eine Zeitfunktion $x(t)$, deren Spektrum $X(i\omega)$ ist, unter Einhaltung des Abtasttheorems regelmäßig im Raster $T_s = 2\pi/\omega_s$ abgetastet, so ist das Spektrum $X_s(i\omega)$ der abgetasteten Zeitfunktion eine in ω_s periodische Wiederholung von $X(i\omega)$. Wir merken uns deshalb:

Die Abtastung einer Zeitfunktion führt zur Periodisierung ihres Spektrums.

Wird das Abtasttheorem eingehalten, überlappen sich die periodischen Spektren nicht. Ist die Abtastfrequenz dagegen zu klein, überlagern sie sich. Deshalb lässt sich aus ihnen die ursprüngliche Zeitfunktion nicht mehr fehlerfrei zurückgewinnen. Abbildung 25 gibt dies wieder. Es ist jetzt

Bild 23:
So werden das Eingangssignal $x(t)$ und die Impulsantwort des Systems zum Ausgangssignal „gefaltet“.

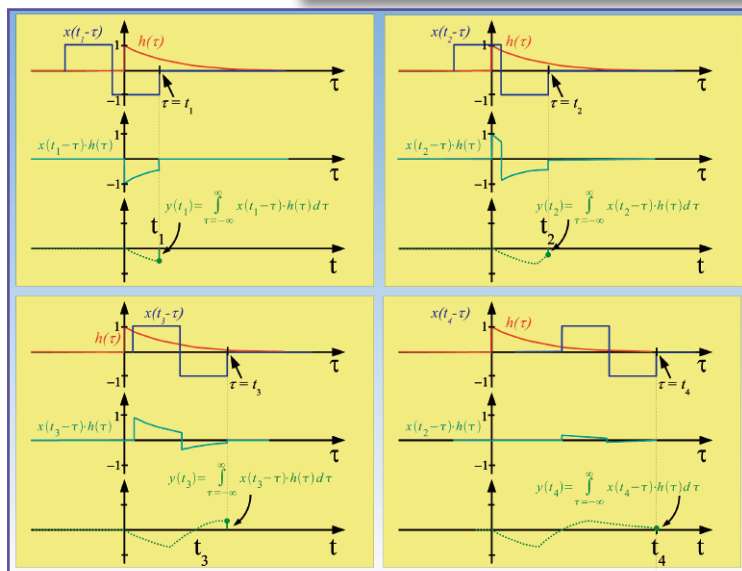
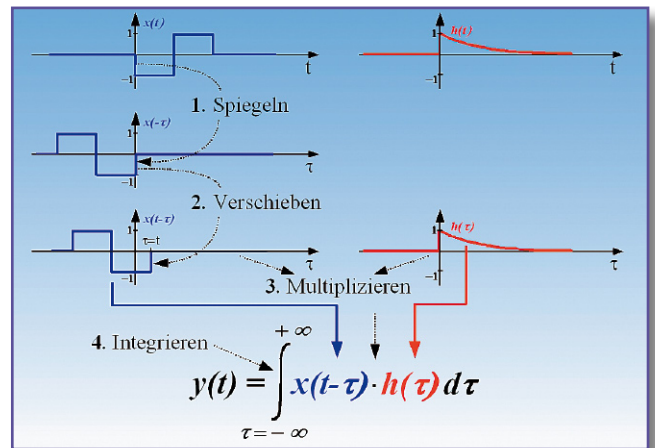


Bild 24: Der Faltungsprozess zu vier aufeinanderfolgenden Zeitpunkten

anschaulich zu erkennen, dass eine Verletzung des Abtasttheorems $\omega_s < 2 \omega_{max}$ eine Durchdringung des Basisbandspektrums mit seinen Nachbarn bewirkt. Damit ist die Wiedergewinnung des Basisbandspektrums

Spektrums des unabgetasteten Signals (Aliasspektren).

Die Betrachtung der Grenzfälle ist interessant. Lassen wir das Abtastintervall gegen null gehen, entnehmen wir also mit einer unendlich hohen Abtastfrequenz Signalproben, schieben sich die Aliasspektren ins Unendliche und es verbleibt das Basisbandspektrum des unabgetasteten Signals. Verringern wir die Abtastfrequenz dagegen immer mehr, rücken die periodischen Spektren immer weiter zusammen. Mit dem Verletzen des Abtasttheorems beginnen sie sich zu überlagern, bis sie im Grenzfall eines einzigen Abtastwerts den konstanten Summenwert 1 annehmen (65).

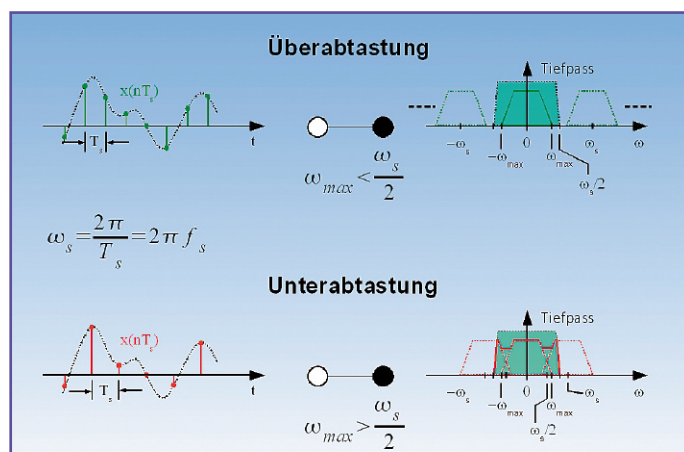


Bild 25: Wird das Abtasttheorem verletzt, überlagern sich die periodischen Spektren und das Spektrum des unabgetasteten Originalsignals lässt sich nicht wiedergewinnen. Es ist durch Aliasanteile verfälscht.

$$f(t) = \delta(t) \quad \text{---} \quad F(i\omega) = 1 \quad (65)$$

In Teil 4 beschäftigen wir uns mit der Digitalisierung analoger Signale. **ELV**

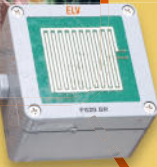
Funk-Signalgeber

Multitalent: Signalisierung durch LED, Sprache oder Soundclips

Es fängt an zu regnen, Wäsche reinholen



Regensensor



Guten Morgen, Zeit zum Aufstehen



Timer



Besuch ist da



Bewegungsmelder

Sie haben Post



Magnetkontakte

Die Wäsche ist fertig



Gerätefertigmelder

€ 79,95
74-627-42



Es wird dunkel, Hoftor abschließen



Dämmerungssensor

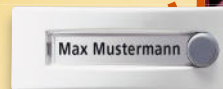
USB



DING DONG



Türklingel



Da ist Musik drin: Speichert bis zu 8 unterschiedliche Melodien, gesprochene Texte oder Soundclips (WAV-Format). Diese können unterschiedlichen Ereignissen zugeordnet werden, die über die Sender des ELV-Haussteuerungs-Systems gemeldet werden.

- Wahlweise optische, akustische oder optisch-akustische Signalisierung
- Soundrecorder mit USB-Anschluss
- Flash-Speicher für 24,5 Sekunden maximale Aufzeichnungslänge

- Empfang von bis zu 16 FS20-Sendern
- Funktion „Signalisierung in Abwesenheit“: Speichert eingegangene Signalarufe
- Diverse Ansteuerungsmöglichkeiten
- Plug 'n' Play
- Inkl. Konfigurations-Software, USB-Kabel und 6 vorkonfigurierten Klingeltönen
- Voll integrierbar in das ELV-Haussteuerungs-System

WS 50 – Temperaturstation der Extraklasse: Tendenzen, Komfortzone, Frost- und Temperaturwarnung, Multisensorempfang...

Temperaturstation WS 50

Ideale Anzeigestation für den Pool-/Teichsensor PS 50:

- » Individuell einstellbarer Komfortbereich – damit sehen Sie auf einen Blick, ob der Pool angenehm temperiert ist bzw. ob Ihre Fische frieren
- » Akustische Warnung bei Verlassen programmierbarer Temperaturgrenzen
- » Anzeige der Temperaturtendenz
- » Integrierter Temperatur- und Luftfeuchtesensor
- » Problemlose Integration in die bereits vorhandene Funk-Infrastruktur (passende Sensoren s. unten)



Set-Preis

Pool-Sensor PS 50 + Basisstation WS 50

€ **59,95**

74-730-29

Basisstation einzeln
74-730-30 € 34,95

Temperaturwarnung und Frostalarm

Weitere Sensoren



1. Kombi-Sensor
 2. Funk-Tempersensor
 3. Funk-Temperatur-/Luftfeuchtesensor.
- Ausführliche Beschreibung der Sensoren ab Seite 194 im Hauptkatalog 2007.

Der Poolsensor für Ihre Wetterstation

Wissen Sie, wie warm das Wasser in Ihrem Pool ist oder messen Sie jeden Morgen mit dem großen Zeh? Funkübertragung der Wassertemperatur zu Ihrer Wetterstation*, einfacher geht's nicht!



Ideal für Fisch- und Gartenteiche

- integrierte Temperaturanzeige 0 °C–70 °C
- integrierter Datensender, für Nutzung im ELV-Wetterstationssystem adressierbar
- erweitert den Einsatzbereich der ELV-Wetterstationen*
- mit Seilöse für Grund-Befestigung
- 2–3 Jahre Betrieb mit einem Batteriesatz

Pool-Temperatur-Funk-Sensor PS 50



€ **29,95**

74-669-87

- schwimmfähig • integrierte Temperaturanzeige • ca. 100 m Funkreichweite • zu vielen ELV-Wetterstationen kompatibel

*WS 50, WS 200, WS 250 Edition, WS 300, WS 300 PC, s. Hauptkatalog 2007 ab Seite 194