

ELV[®] journal



Mini-Schaltungen



Fernspeisung für Elektret-Mikrofone

Mit dieser Schaltung sind 100 m Abstand zwischen Mikro und Verstärker kein Problem!

Modellbau



Modellbau-Werbelaufschrift

Werbelaufschrift mit 9 LEDs im Maßstab 1:87

Haustechnik



Tastdimmer für Hutschienenmontage

Elektronischer Lichtdimmer für den Einbau in die Elektrounterverteilung

USB-DCF-Uhr



USB-I/O-Interface



Mehr Wissen in Elektronik

Messtechnik

- USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät
- Gleichstromzähler

Haustechnik

- Dämmerungsschalter
- Niederspannungsheizung
- Gefahrenmeldesystem

PC-Technik

- USB-I/O-Interface
- USB-DCF-Funkuhr

Weitere Highlights

- PMR-LPD-Alarmzusatz
- Beschleunigungsmesser
- Grundlagen OPs



WS 300 Funk-Wetterstation

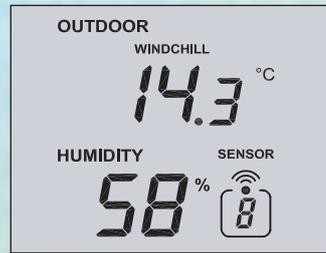


Willi präsentiert Ihnen das Wetter

Einzigtages Konzept – fantastischer Preis

Wettervorhersage war gestern – jetzt kommt Willi. Edles Design, innovative Sensortechnik und die Wettervorhersage über das Wettermännchen „Willi“ sind nur einige Merkmale der neuen Funk-Wetterstation von ELV. In wenigen Minuten ist die formschöne Wetterstation komplett aufgebaut und sofort einsatzbereit. Sie zeigt nicht nur die aktuellen Wetterdaten an, sie errechnet auch die Wettervorhersage für die nähere Umgebung und registriert Windgeschwindigkeiten sowie Regenmengen. Darüber hinaus informiert Sie über weitere interessante Daten wie die aktuelle Mondphase, Sonnenauf- und -untergangszeiten, die Wettertendenz, das Raumklima usw. Wenn man aber ganz schnell wissen will, wie das Wetter denn nun wird, muss man sich nur den Bekleidungsstatus des Wettermännchens „Willi“ ansehen. Ob in Badeshorts oder mit Schal und Regenschirm, „Willi“ zeigt Ihnen in über 70 Variationen immer die korrekte Kleidung für das Wetter vor Ihrer Haustür. Sobald es regnet und der Sensor diesen Regen erfasst, zeigt es Ihnen Willi durch den geöffneten Regenschirm, ohne das Sie nach draußen sehen müssen.

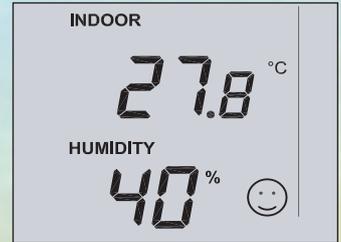
Das große und übersichtliche LC-Display der superflachen und in eleganten Silberblau gehaltenen Basisstation zeigt Ihnen im Normalbetrieb bereits alle wichtigen Wetterdaten mit graphischer und numerischer Anzeige. Die Bedienung für das Erreichen weiterer Funktionen erfolgt ganz einfach über nur 5 Tasten. Einen ganz wesentlichen Beitrag zur Genauigkeit der Wetterdaten leistet der neuartige Funk-Kombi-Sensor KS 300 (detaillierte Beschreibung siehe gegenüberliegende Seite). Er ist auf einem Steckmast angebracht und arbeitet ähnlich wie industrielle Profigeräte. So kann z.B. jetzt die Außentemperaturmessung wie bei den professionellen Meteorologen erfolgen: in 2m Höhe und gegen Sonnenstrahlung abgeschirmt. Darüber hinaus lässt sich der Kombi-Sensor, ohne Kabel zu verlegen und Löcher bohren zu müssen, an jedem beliebigen Ort in einer Entfernung von bis zu 100m zur Basisstation aufstellen. An bis zu 8 weiteren Orten lassen sich die Temperaturen und relativen Luftfeuchten durch den Sensor ASH 2200 erfassen und kabellos per Funk durch störungsfreie 868-MHz-Technik zur Wetterstation senden.



Außentemperatur und Außen-Luftfeuchte

Wahlweise Anzeige der Temperaturen und relativen Luftfeuchten von jeweils einem von bis zu 9 Funk-Außensensoren (1 Kombi-Sensor KS 300, 8 Außensensoren ASH 2200). Der erste Außensensor befindet sich bereits im Kombi-Sensor.

- Anzeige von:
- Außentemperatur, alternativ Taupunkt, Windchill-Temperatur (gefühlte Temperatur)
 - Außen-Luftfeuchte
 - Anzeige des aktuell angezeigten Sensors



Innen-Temperatur und Innen-Luftfeuchte

Beide Sensoren befinden sich bereits im Gehäuse der Wetterstation, es ist kein externer Sensor erforderlich.

- Anzeige von:
- Innentemperatur, alternativ Taupunkt-Anzeige
 - Innen-Luftfeuchte
 - Komfortindikator für das Raumklima



Regenmenge

Der Regenmengenmesser ist Bestandteil des Kombi-Sensors, er übermittelt seine Daten per Funk zur Station.

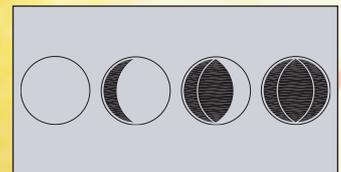
- Anzeige von:
- Regenmenge in mm, l/m², wahlweise für die letzte Stunde, die letzten 24 Stunden oder Gesamt
 - Anzeige des beginnenden Regens



Windgeschwindigkeit

Der Windmesser ist ebenfalls Bestandteil des Kombi-Sensors. Durch den Steckmast ist er frei aufstellbar, ohne Einfluss naher Gebäude, Bäume etc. Auch er überträgt seine Daten per Funk zur Wetterstation.

- Anzeige von:
- Windgeschwindigkeit in km/h, m/s
 - Windsacksymbol (leicht, mäßig, stark)



Mondphasenanzeige

Anzeige der aktuellen Mondphase in vier Stufen: Neumond, erstes Viertel, letztes Viertel, Vollmond



Luftdruck-Verlauf, Luftdruck-Tendenz

Für das Verfolgen der Wetterentwicklung und der Wettervorhersage.

- Anzeige von:
- Luftdruckverlauf der letzten 24 h
 - Luftdruck-Tendenzanzeige: stark steigend, steigend, gleichbleibend, fallend, stark fallend
 - wahlweise Anzeige von Innen-, Außentemperatur oder Luftdruck



Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zeit & Datum

Die Sonnenaufgangs- und -untergangszeiten werden anhand einer genauen Position (Länge, Breite) sehr genau für jeden Ort in Deutschland angezeigt.

- Anzeige von:
- Sonnenauf- und -untergang
 - Zeit und Datum



WS 300

inkl. Funksensor KS 300 und Batterien

149,-

35-561-96

Lieferbar ab Nov. 2003

Wettervorhersage

Die Wettervorhersage erfolgt durch den „Bekleidungsstatus“ des Wetter-Willis und durch die Wettersymbole (Sonne, bewölkt, Regen) am oberen Displayrand.



KS 300 – Kombi-Sensor mit Q4-1-Technik

Um Messfehler weitgehend zu eliminieren, wurde für den Temperatur-/Luftfeuchte-Sensor eine Konstruktion gewählt, wie sie bei professionellen Messsystemen (beispielsweise an Autobahnbrücken oder auf Berg-Messstationen) sehr häufig eingesetzt wird: Rippenförmig angeordnete Schirme mit definierten Lufteinlässen sorgen für eine geschützte, gleichmäßige Luftströmung und schützen die Sensoren vor direkter Sonneneinstrahlung und somit vor unzulässiger Erwärmung.

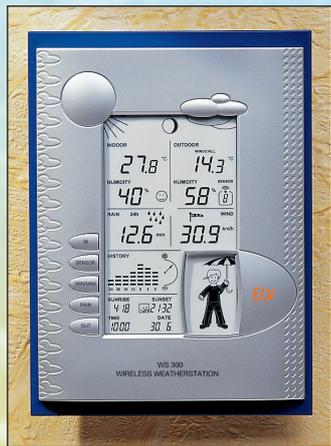
Der kugelgelagerte Rotorkopf des Schalenkreuz-Anemometers erlaubt eine richtungsunabhängige Messung der Windgeschwindigkeit schon bei geringer Windstärke.

Die Anbringung des Regenmengenmesssystems auf gleicher Höhe mit den übrigen Sensoren bietet enorme Vorteile gegenüber der Platzierung auf dem Boden. Die Verschmutzung (durch Laub und aufgewirbelten Staub) und die Gefahr der (unbeabsichtigten) Beschädigung ist deutlich geringer, die Messung im Strom genauer.

Herkömmliche Wetterstationen benötigen eine bestimmte Zeitdauer zur Erfassung einer Mindestregenmenge, bevor eine Regenanzeige auf dem Display erfolgen kann. Dies dauert bei mäßig starkem Regen ca. 20 Minuten.

Der Kombi-Sensor KS 300 mit Q4-1-Technik hingegen ist mit einer neuen Elektronik ausgestattet, die schon mit der ersten Tropfenbildung sofort die Regensymbolanzeige aktiviert – „Willi“ spannt seinen Schirm auf bzw. die Regenanzeige erscheint sofort.

Die Reinigung des Regenmengenmesssystems erfolgt im Handumdrehen. Mit wenigen Handgriffen kann der Trichter abgenommen und gereinigt werden. Besonders vorteilhaft ist die einfache und jederzeit ortsveränderliche Montage des neuen Kombi-Sensors. Es müssen weder Außenfassaden durch Löcher beschädigt werden noch ist eine halsbrecherische Installation in luftiger Höhe erforderlich. Der Kombi-Sensor ist komplett vormontiert und intern (= geschützt) verkabelt. Der wetterfeste ca. 2 m hohe Stahlmast wird nur zusammengesetzt und an gewünschter Stelle im Garten ca. 50 cm ins Erdrreich gesteckt.



Mit einer geeigneten Schelle (nicht im Lieferumfang) kann natürlich auch eine Montage am Balkongeländer oder ähnlichen Orten geschehen. Der Batteriewechsel der drei notwendigen Mignon-Batterien (im Lieferumfang) erfolgt einfach und schnell ohne Demontage des Sensors und ohne jedes Werkzeug. Die Batterielebensdauer beträgt ca. 3 Jahre.

Temperatur-/Feuchte-Außen-sensor ASH 2200
Batteriebetrieb (2 x Mignon) für den Einsatz an dunklen bzw. lichtarmen Orten
Temperatur: Messbereich: -19,9 – +79,9 °C
• Auflösung: 0,1 °C
• Genauigkeit: ±1 °C
Luftfeuchtigkeit: Messbereich: 20,0 bis 99,9% rH, Auflösung: 0,1% rH, Genauigkeit: ±8%
Luftdruck: Messbereich: 300–1200 hPa, Auflösung: 1 hPa, Genauigkeit: ±1 hPa
35-429-93 □24,⁹⁵



Neuer Kombi-Sensor KS 300

Anzeige-Beispiele:

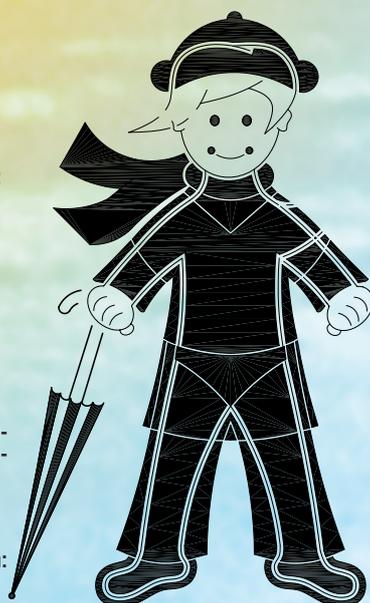
Mütze, lachendes Gesicht:
Temp. <10°C, kein Regen

Wehender Schal:
Wind >10 km/h, Temp. <14°C

Wehendes Haar, T-Shirt,
Shorts, Sonnenbrille:
Wind, Temp. >22°C und
<25°C, geringe Regen-
wahrscheinlichkeit

Weinendes Gesicht, lange Hose, Schu-
he, Pullover, Jacke, Schal, Mütze, ge-
öffneter Regenschirm:
Temp. <10°C und >0°C, Regen
(„Schmuddelwetter“)

Regenschirm geschlossen:
Hohe Regenwahrschein-
lichkeit



Wetter-Willi

Die Features der WS 300 im Überblick:

- Funkübertragung:** 868-MHz-Funkübertragung zur Ankopplung aller Sensoren
- Temperatur:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Temperaturwerte werden gleichzeitig angezeigt 1 x Innen- und 1 x wählbare Außentemperatur, Auflösung 0,1 °C, Genauigkeit ±0,8 °C, Anzeigeeinheit: °C, Taupunkt- (innen) bzw. Windchill-Anzeige (innen/außen), Komfortzonenindikator für Innenanzeige
- Relative Luftfeuchte:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Feuchtwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 1 %, Genauigkeit ±5 %
- Luftdrucktendenz:** Anzeige durch fünf Pfeile, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleich bleibend
- Luftdruckentwicklung:** Anzeige durch Balkendiagramm, bis 24 h zurückverfolgbar
- Regenmenge:** Messbereich 0 bis 999 mm, Anzeige gesamt seit letztem Reset, letzte 24 h oder 1 h, Anzeige in mm, l/m², Auflösung <0,3 mm
- Windgeschwindigkeit:** Anzeige wahlweise in km/h, m/s, Auflösung 0,1 km/h, Windsack-Symbol für leichten, mäßigen und starken Wind
- Sonnenaufgang/-untergang:** Anzeige auf individuellen Standort einstellbar
- Mondphase:** Anzeige der aktuellen Mondphase in vier Stufen
- Zeit/Datum:** Quarzuhr
- Wettervorhersage:** durch Wettersymbole: Sonne, heiter, bewölkt, Regen oder Bekleidungsstatus des Wetter-Willis
- Umfangreiche Speichermöglichkeiten:** Min./Max.-Werte mit Zeit und Datum
- Netzunabhängig:** Basisstation 4 Mignonzellen, Sensor 3 Mignonzellen, Batterielebensdauer >3 Jahre (Station und Sensor)
- Gehäuseabmessungen (B x H x T):** 160 x 220 x 35 mm (ohne Fuß)

Sicherheitstechnik

- ▶ Alarmzusatz für PMR-/LPD-Funkgeräte 48

PC-Technik

- USB-I/O-Interface UIO 88 6
- USB-DCF-Funkuhr UDF 77 28

Umwelttechnik

- USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät 44

Haustechnik

- Tastdimmer für Hutschienenmontage 23
- Niederspannungs-Kabelheizung 54
- Dämmerungsschalter 66

Messtechnik

- Gleichstromzähler GSZ 500 69

Modellsport

- ▶ Modellbau-Werbelaufschrift 63

Audiotechnik

- ▶ Fernspeisung für Elektretmikrofone 12

ELV-Serien

So funktioniert's:

- Haus- und Gefahrenmeldesystem HMS 100 ... 16
- Aktive Geräuschminderungssysteme 39
- Effekte am Bus - DMX 512 76

Praktische Schaltungstechnik:

- Beschleunigungsmesser BM 2 34

Elektronik-Grundlagen:

- Operationsverstärker, Teil 4 51

Rubriken

- Die Neuen 81
- Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum 113
- Vorschau auf die nächste Ausgabe 114

- ▶ besonders leicht nachbaubar



▲ Beschleunigungsmesser BM 2

Erfasst gleichzeitig Beschleunigungswerte in zwei Achsen im Bereich zwischen 0 und ± 10 g. Mit Maximalwertspeicher für die Erfassung z. B. von Schock und Vibrationen.

Seite 34



► Dämmerungsschalter

Universell einsetzbarer Dämmerungsschalter mit einstellbarer Schaltschwelle und einer Schaltleistung bis 3600 VA.

Seite 66



◀ Gleichstromzähler GSZ 500

Strommesser und Ladungszähler in einem Gerät - mit Durchschnittswertbestimmung für die mittlere Stromaufnahme und abgesetztem Spezial-Sensor für Messungen an batteriebetriebenen Geräten.

Seite 69

► Modellbau- Werbelaufschrift

Kleine LED-Ansteuerschaltung für das Ansteuern von bis zu 9 LEDs in der Art einer Werbelaufschrift.

Seite 63



◀ USB-I/O-Interface UIO 88

Praktisches I/O-Board mit 8 Eingängen und 8 Ausgängen, die sich einfach über die USB-Schnittstelle des PCs ansteuern lassen.

Seite 6



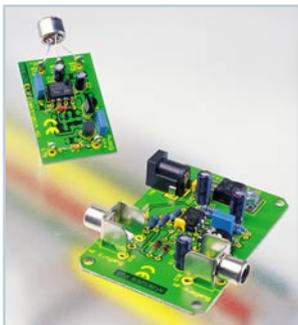
**Effekte am Bus - ►
DMX-512**
Ausführliche Vorstellung des professionellen, digitalen Lichtsteuersystems - mit Grundlagen, Technik und Schnittstellen
Seite 76



▲ USB-DCF-Funkuhr UDF 77
Autark arbeitendes Empfangs- und Auswertegerät für das DCF-77-Zeitsignal, das über den USB an den PC angeschlossen wird und dessen Systemzeit synchronisiert. **Seite 28**



◀ Alarmzusatz für PMR-/LPD-Funkgeräte
Wertet Schaltkontakte oder Schaltspannungen aus, wandelt diese in eine Alarmtonfolge um und steuert ein PMR/LPD-Sendegerät an, das den Alarmton zum weit entfernten Empfänger sendet. **Seite 48**



◀ Fernspeisung für Elektret-Mikrofone
Überträgt die Versorgungsspannung mit auf der 2-poligen Mikrofonleitung - spart die Spannungsquelle am Einsatzort.
Seite 12



▲ Haus- und Gefahrenmeldesystem HMS 100
Neues funkgestütztes Überwachungssystem für viele Ereignisse im Haus - von Rauch, über Wasser, Gas bis zur Temperatur- und Luftfeuchteerfassung und Einbruchmeldung.
Seite 16

**Tastdimmer für ►
Hutschienenmontage**
Elektronischer Lichtdimmer/Schalter für den Einbau in die Elektrounterverteilung. Die Bedienung erfolgt über normale Installationstaster.
Seite 23



**Niederspannungs- ►
Kabelheizung**
Leicht zu installierende und sichere Elektroheizung für Haus und Garten in verschiedenen Leistungsklassen.
Seite 54



▲ USB-Temperatur-Feuchte-Messgerät
Tragbares Präzisionsmessgerät für die genaue Erfassung von Temperatur und Luftfeuchte mit abgesetztem Sensor. Auch als Datenlogger mit einstellbarem Aufzeichnungsintervall einsetzbar.
Seite 44

**Aktive Geräusch- ►
minderungssysteme**
Lärm macht krank - eine Diskussion rund um einige Methoden der elektronischen Geräuschdämmung.
Seite 39





USB-I/O-Interface UIO 88

Viele Hobby-Programmierer haben gute Ideen für die Steuerung unterschiedlichster Vorgänge und Geräte mit dem PC. Meist jedoch fehlt es ihnen an (zeitgemäßer) Hardware, mit der z. B. Schaltvorgänge ausgeführt oder Zustände abgefragt werden können. Das USB-I/O-Interface stellt eine solche universelle Schnittstelle zur Verfügung. Das Board verfügt über 8 Eingänge und 8 Ausgänge, die sich einfach über die USB-Schnittstelle des PCs ansteuern bzw. abfragen lassen.

Fühler nach draußen

Viele Hobby-Programmierer nutzen ihren PC nicht nur als Schreib- oder Spielgerät, sondern realisieren die unterschiedlichsten Anwendungen selbst. Da werden z. B. Internetseiten und Datenbanken für den alltäglichen Gebrauch erstellt. Für diese reinen Software-Projekte wird in der Regel keine spezielle Hardware benötigt, so dass der erfahrene Programmierer sofort nach dem Starten des PCs mit seinen eigenen Projekten beginnen kann.

Geht es jedoch darum, in die Schnittstellen-Programmierung einzusteigen oder mit dem PC externe Vorgänge zu steuern und zu überwachen, dann kommt man um den Zukauf einer zusätzlichen, externen Hardware nicht mehr herum. In den vergange-

nen Jahren war die Programmierung der parallelen oder seriellen Schnittstelle der Regelfall, wobei diese sehr einfach beherrschbar sind. Zunehmend verdrängt aber der USB die althergebrachten Schnittstellen, beispielsweise verfügen viele tragbare Rechner gar nicht mehr über eine serielle Schnittstelle. Daher bietet sich die zeitgemäße USB-Schnittstelle für externe Steuerungen an.

Das hier vorgestellte USB-I/O-Interface UIO 88 verfügt über acht digitale Ein- und Ausgänge, mit denen bereits viele Standardaufgaben erledigt werden können. Beispielsweise lassen sich Lampen steuern, Zustände erfassen und vieles mehr realisieren. Die Ausgänge sind so dimensioniert, dass diese in beiden Zuständen (high oder low) einen Strom von 20 mA treiben können. Somit lassen sich beispiels-

Technische Daten:

Eingänge:

Spannung: 0 V (low) bzw. 5 V (high)
Max. Länge der Anschlussleitung: 3 m

Ausgänge:

Spannung: 0 V (low) bzw. 5 V (high)
Max. Ausgangsstrom je Kanal
(high und low): 20 mA
Max. Länge der Anschlussleitung: 3 m

USB-Schnittstellen-Konfiguration:
9600 Baud, 8 Datenbits, gerade Parität,
1 Stoppbit

Allgemein:

Spannungsversorgung: über USB
Max. Stromaufnahme: 400 mA
Gehäuseabm. (B x H x T): 58 x 24 x 120 mm
Systemvoraussetzung: WIN 98, ME,
XP, 2000, USB-Schnittstelle

weise externe Schaltgeräte wahlweise nach „high“ oder nach „low“ ansteuern.

Beschaltung und Anschluss

Die Beschaltung der digitalen Ein- und Ausgänge muss der Anwender je nach geplanter Verwendung des USB-I/O-Interface UIO 88 individuell realisieren, wobei jedoch die Angaben in den technischen Daten einzuhalten sind. Ein entsprechendes Anwendungsbeispiel ist in Abbildung 1 zu sehen. Da kommen eingangsseitig Taster ebenso in Betracht wie Schaltausgänge von Geräten.

Auch ausgangsseitig sind vielfältige Steuerungsmöglichkeiten denkbar, von der einfachen LED über Schaltstufen, Relais bis hin zur Ansteuerung von Optokopplern und Geräte-Schalteneingängen. Die Spannungsversorgung der Baugruppe erfolgt über den USB, dadurch entfällt auch jedes Problem in Bezug auf Netzspannung. Die Verbindung zum PC wird mit einem normalen USB-Verbindungskabel hergestellt.

Datenübertragung

Die USB-Datenübertragung funktioniert in dieser Schaltung ähnlich wie eine serielle Datenübertragung. Sie erfolgt mit einer Baud-Rate von 9600 bit/s, 8 Datenbit, gerader Parität und einem Stoppbit. Was genau hinter diesen Abkürzungen steckt, soll im Folgenden erläutert werden.

Die Geschwindigkeit der Datenübertragung wird üblicherweise in „bit/s“ angegeben. Diese Angabe kennzeichnet die Anzahl von einzelnen Bits, die pro Sekunde übertragen werden. Jedes übertragene Byte ist zusätzlich in einen entsprechenden Datenrahmen gefasst, der später noch genauer betrachtet wird, und der in diesem Fall aus drei zusätzlichen Bit besteht. Es werden also nicht nur die reinen „Nutzdaten“ übertragen. Aus diesem Grunde ist die effektiv übertragene Anzahl an Daten natürlich etwas geringer, als es die reine Angabe der Datenübertragungsgeschwindigkeit aussagt. Eine Datenübertragungsgeschwindigkeit von 9600 bit/s klingt für USB sehr langsam, ist aber für den Betrieb des UIO 88 mehr als ausreichend.

Tabelle 1: Verwendete ASCII-Steuerzeichen	
Zeichen	Wert
STX	02hex
ETX	03hex
ENQ	05hex
ACK	06hex
DC2	12hex
DC3	13hex
NAK	15hex

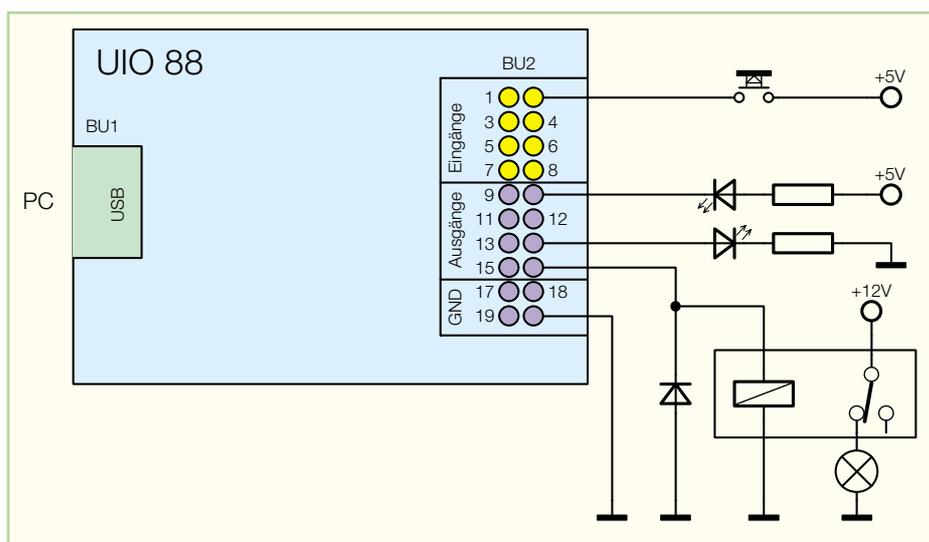


Bild 1: Anwendungsbeispiele für die Ein- und Ausgangsbeschaltung des UIO 88

Bei jeder Datenübertragung können Fehler auftreten, die jedoch durch verschiedene Fehlererkennungsmethoden zu identifizieren sind. Eine einfache und effektive Methode ist das Einfügen eines Paritätsbits, bei dem zwischen gerader (even parity) und ungerader Parität (odd parity) unterschieden wird. Der Sender untersucht hier das zu übertragende Byte und zählt dabei die Anzahl der logischen Einsen. Bei gerader Parität wird das Paritätsbit so (zurück-) gesetzt, dass die Gesamtzahl aller Einsen in Datenbyte und Paritätsbit gerade ist. Bei ungerader Parität wird das entsprechende Bit so (zurück-)gesetzt, dass die Gesamtzahl ungerade ist. Der Empfänger zählt ebenfalls die Anzahl aller Einsen und ermittelt daraus, ob ein Fehler bei der Datenübertragung aufgetreten ist. Diese Methode erkennt Fehler, bei denen in der Datenübertragung eine ungerade Anzahl von Bit (1, 3, 5, 7) falsch übertragen wurde. Diese Methode ist für einfache Datenübertragungen, wie sie beim UIO 88 verwendet wird, ausreichend. Sollen jedoch größere Datenmengen übertragen werden, so empfiehlt sich die softwaremäßige Implementation anderer effektiver Fehlererkennungsmethoden wie etwa die Prüfsummenbildung (z. B. CRC-16).

Wie bereits erwähnt, gibt es bei der seriellen Übertragung einen Datenrahmen, der durch ein Start- und ein Stoppbit die Kombination aus Daten und Paritätsbit umrahmt. Er dient dazu, dass der Empfänger den Beginn eines Datenblockes eindeutig erkennt und dann die übertragenen Bits entsprechend erfasst. Jeder Datenblock beginnt mit einer logischen „1“ als Startbit und endet mit einer logischen „0“ als Stoppbit. Die Anzahl der Stoppbit ist beim UIO 88 auf eines festgelegt, allerdings können andere Geräte auch mit 1,5 oder 2 Stoppbit arbeiten.

Bis jetzt haben wir erst die unterste Ebene der Datenübertragung erläutert, das verwendete Protokoll des UIO 88 besteht jedoch pro Befehl aus mehreren zu übertragenden Bytes und benutzt außerdem einen Protokollrahmen. Jedes Datenpaket beginnt mit dem Steuerzeichen „STX“ (02hex) und endet mit dem Zeichen „ETX“ (03hex). An diesen Zeichen kann der jeweilige Empfänger genau erkennen, wann ein Datenpaket beginnt bzw. endet, und weiß somit, wann ein Befehl oder dessen Antwort komplett empfangen wurde. Kommen diese Steuerzeichen jedoch in den Daten vor, so müssen sie entsprechend umgeformt werden, um einen vorzeitigen Neustart bzw. Abbruch der Kommunikation zu verhindern. Die Konvertierung der Zeichen wird entsprechend folgender Auflistung durchgeführt (eine Übersicht der verwendeten ASCII-Zeichen befindet sich in Tabelle 1):

<STX>	→	<ENQ>	<DC2>
<ETX>	→	<ENQ>	<DC3>
<ENQ>	→	<ENQ>	<NAK>

Taucht eines der drei Zeichen „STX“, „ETX“ oder „ENQ“ in den Daten auf, ist es also durch die entsprechende Zeichenfolge auszutauschen. Empfängerseitig muss diese Umsetzung jedoch wieder rückgängig gemacht werden, um die eigentlichen Nutzdaten wiederherzustellen. Der entsprechende Befehlssatz des UIO 88 ist in Tabelle 2 zu sehen und dort erläutert.

Als Beispiel für die beschriebene Vorgehensweise sollen der Ausgang 2 auf high, alle anderen gleichzeitig jedoch auf low gesetzt werden. Den entsprechenden Befehl „o“ entnimmt man Tabelle 2 und ergänzt mit den entsprechenden Parametern sowie dem Protokollrahmen:

<STX>	o	<02hex>	<ETX>
-------	---	---------	-------

Tabelle 2: Befehlssatz des UIO 88

Abfragen der Eingänge:	
Befehl:	„I“
Parameter:	keine
Antwort:	aktueller Zustand der Eingänge (1 Byte), ACK (1 Byte)
Abfragen aller Ausgänge:	
Befehl:	„O“
Parameter:	keine
Antwort:	aktueller Zustand der Ausgänge (1 Byte), ACK (1 Byte)
Setzen aller Ausgänge:	
Befehl:	„o“
Parameter:	auszugebende Daten (1 Byte)
Antwort:	Ausgangszustand nach dem Setzen (1 Byte), ACK (1 Byte)
Setzen eines Ausgangs:	
Befehl:	„s“
Parameter 1:	Nummer des Ausgangs (0–7, 1 Byte),
Parameter 2:	gewünschter Zustand (0 bzw. 1, 1 Byte)
Antwort:	Ausgangszustand aller Ausgänge (1 Byte), ACK (1 Byte)

Hier ist jedoch bereits zu sehen, dass der Befehlsparameter das Steuerzeichen „STX“ (02hex) enthält. Es muss also eine Konvertierung erfolgen:

```
<STX> o <ENQ> <DC2> <ETX>
```

Dieser Datenstring ist jetzt über die USB-Schnittstelle zu übertragen. Sind diese Bildungsregeln erst einmal verinnerlicht, stellt die Programmierung der einzelnen Befehle kein Problem mehr dar.

Zum besseren Verständnis der Ansteuerung des USB-I/O-Interface befindet sich auf der mit dem Bausatz mitgelieferten Programmdiskette ein Visual-C++-Beispielprojekt mit zugehörigen Quelltexten. Außerdem enthält die Diskette noch Informationen zur Programmierung einer USB-Schnittstelle.

Weitere Infos und Beispielprojekte zum Umgang mit der USB-Schnittstelle lassen sich auf der Internet-Seite des USB-Chip-Herstellers „www.ftdichip.com“ abrufen.

Schaltung

Die Schaltung des USB-I/O-Interface (UIO 88) ist in Abbildung 2 und 3 dargestellt. Die Schaltung der Ein- und Ausgänge (Abbildung 2) erscheint auf den ersten Blick recht umfangreich, ist aber dennoch schnell zu überblicken, da sich die Ein- und Ausgangsstufen jeweils 8fach wiederholen.

Das zentrale Element des UIO 88 bildet der Mikrocontroller IC 2. Dieser erfasst die Daten von den digitalen Eingängen ST 1 bis ST 8, wandelt diese Daten um, wertet die Befehle der USB-Schnittstelle aus und steuert die digitalen Ausgänge ST 9 bis ST 16 an.

Der interne Oszillator wird durch den Quarz Q 2 und die beiden Kondensator C 22 und C 23 auf eine Frequenz von 14,745 MHz stabilisiert. Der Schaltungsteil mit C 24, R 14 und D 3 sorgt für einen definierten Reset-Impuls beim Zuschalten der Betriebsspannung und damit für definierte Verhältnisse des Mikrocontrollers beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall. Eine weitere externe Beschaltung ist zum normalen Betrieb des Mikrocontrollers nicht notwendig. Der Mikrocontroller erhält seine Befehle über das vorgeschaltete USB-Modul („USB-Umsetzung“). Dieses USB-Modul setzt ankommende Befehle vom USB-Format in serielle Befehle und auch abgehende serielle Befehle in das USB-Format um, so dass der Mikrocontroller diese an seinen Schnittstellenpins (RXD und TXD) „verstehen“ kann.

Das zentrale Element des USB-Moduls (Abbildung 3) bildet der USB-Controller (IC1/FTU232AM), der speziell für die Konvertierung zwischen USB und RS 232 entwickelt wurde. Dieses IC beinhaltet auch eine Art Mikrocontroller, so dass eine Taktversorgung gewährleistet sein muss. Der interne Oszillator wird mit dem Quarz Q 1 und den Kondensatoren C 12 und C 13 auf eine Frequenz von 6 MHz stabilisiert. Ein definiertes Starten des USB-Controllers wird durch Beschalten des Reset-Pins mit T 1, R 6, R 7, R 8 und C 8 sichergestellt.

Zur Speicherung der USB-Erkennungsdaten (Vendor-ID, Product-ID, Seriennummer etc.) des UIO 88 ist an die „Microwire“-Schnittstelle von IC 1 ein EEPROM vom Typ 93C46 (IC 3) angeschlossen.

Neben den beiden Leitungen für die Betriebsspannung besteht der USB aus zwei Datenleitungen (D+, D-). Diese sind jeweils über einen Widerstand zum Leitungs-

abschluss (R 1, R 3) mit dem USB-Controller IC 1 verbunden.

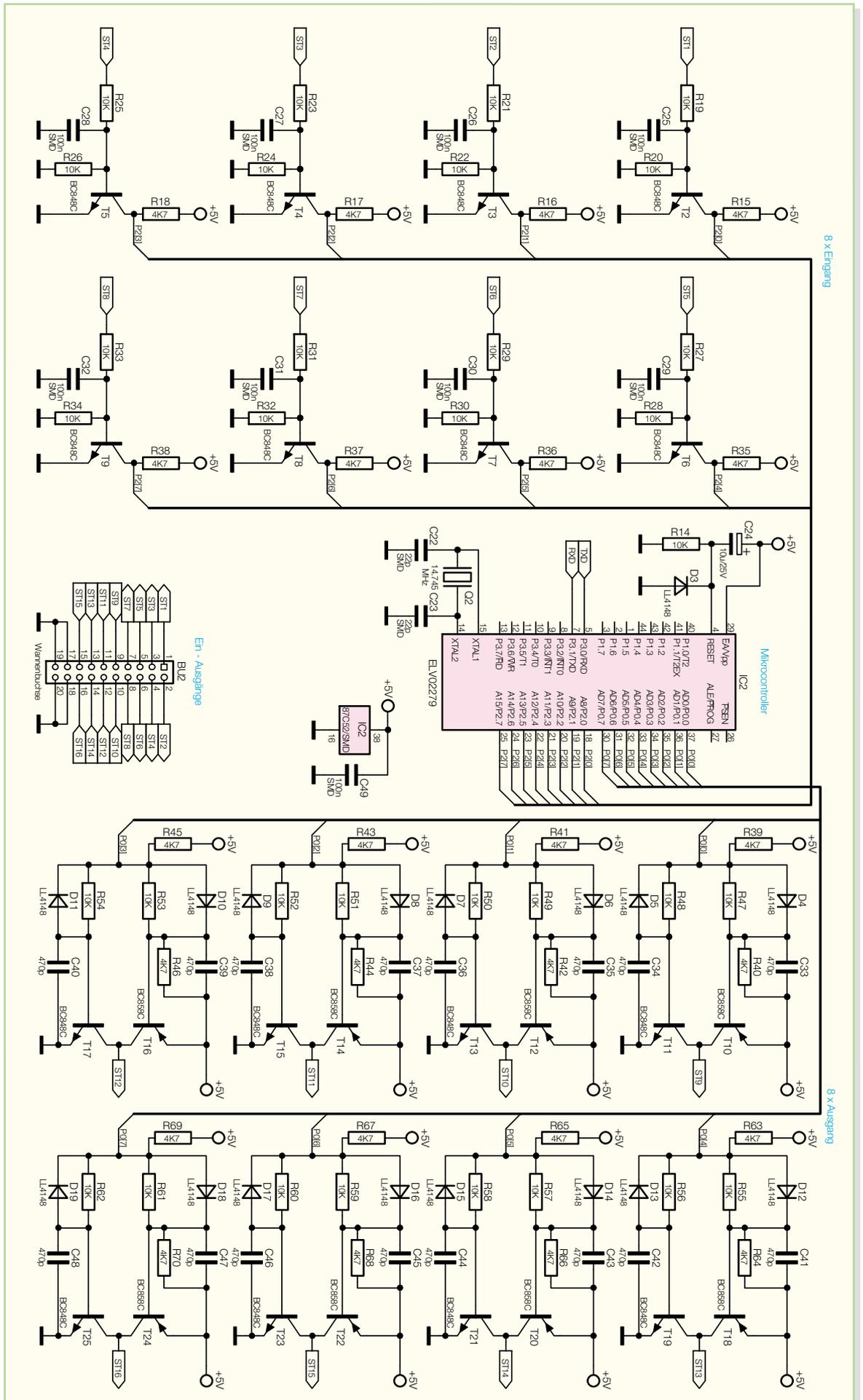
Der Widerstand R 2 dient als Pull-up-Widerstand des USB. Über den definierten „High“-Pegel der D+-Datenleitung erkennt der PC eine angeschlossene UIO-88-Hardware. Die Leuchtdioden D 1 und D 2 dienen als Statusanzeige für die Übertragung, wobei die grüne LED (D 1) einen Sendevorgang und die rote LED (D 2) einen Datenempfang der UIO-88-Hardware signalisiert.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung erfolgt über den USB, der eine Spannung von 5 V zur Verfügung stellt. Diese Betriebsspannung gelangt über die USB-Buchse (Pin 1 und Pin 4) auf die Schaltung. Die Kondensatoren C 1 bis C 7 sowie die Induktivitäten L 1 und L 2 dienen zur Stabilisierung dieser Spannung bzw. zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen. Die Sicherung SI 1 ist als Überlastungsschutz des USB implementiert.

Das UIO 88 verfügt über 8 Eingänge und 8 Ausgänge, die sich jeweils schaltungstechnisch nicht unterscheiden. Aus diesem Grund wird jeweils nur ein Ein- bzw. Ausgang beschrieben. Der an Eingang ST 1 angelegte Pegel steuert über einen Widerstandsteiler, bestehend aus R 19 und R 20, den Transistor T 2 an. Dieser invertiert das Signal und gibt es weiter an den Mikrocontroller. Der Kondensator C 25 parallel zum Widerstand R 20 dient zur Unterdrückung eventuell auftretender Störungen.

Die Ausgänge sind ein wenig aufwändiger, da hier entsprechende Ströme getrieben werden sollen, und das sowohl bei High- als auch bei Low-Pegel. Die Endstufe besteht deshalb also aus zwei Transistoren, von denen immer nur einer durchgeschaltet sein darf, um einen Kurzschluss der Betriebsspannung mit der Schaltungsmasse zu verhindern. Hierfür kommt am Ausgang ST 9 ein PNP-Transistor (T 10) und ein NPN-Transistor (T 11) zum Einsatz. Diese werden vom Mikrocontroller über eine Portleitung, aber über unterschiedliche Vorwiderstände angesteuert. Der Transistor T 10 wird leitend, sobald die Basisspannung ca. 0,7 V geringer ist als die Betriebsspannung, der Transistor T 11 wird leitend, sobald die Basisspannung ca. 0,7 V beträgt. Somit ergibt sich ein Spannungsbereich, in dem beim Umschaltvorgang beide Transistoren kurzzeitig im leitenden Zustand sind und somit einen zeitlich begrenzten Kurzschluss verursachen. Aus diesem Grunde erfolgt das jeweilige Zuschalten der Transistoren leicht verzögert. Die Verzögerung wird durch die beiden Kondensatoren C 33 und C 34 realisiert. Die Dioden D 4 und D 5 schließen den entsprechend parallel liegenden Widerstand kurz, um den Verzögerungskondensator beim Abschalten des zugehö-

Bild 2: Die Ein- und Ausgänge des USB-I/O-Interface UIO 88



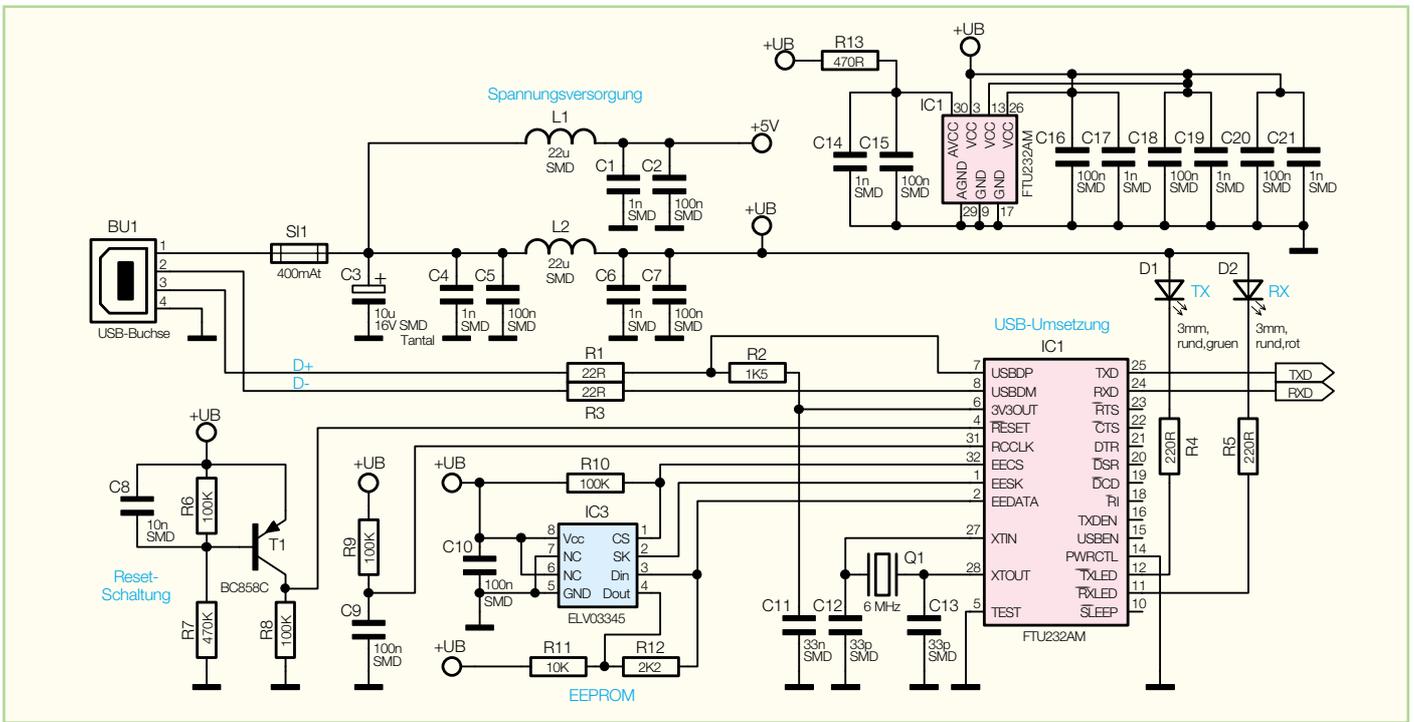


Bild 3: Die USB-Umsetzung des USB-I/O-Interface UIO 88

rigen Transistors schneller zu entladen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass die einzelnen Transistoren verzögert einschalten, aber schnell wieder abschalten, so dass sich zu keinem Zeitpunkt beide Transistoren im leitenden Zustand befinden können.

Nachbau

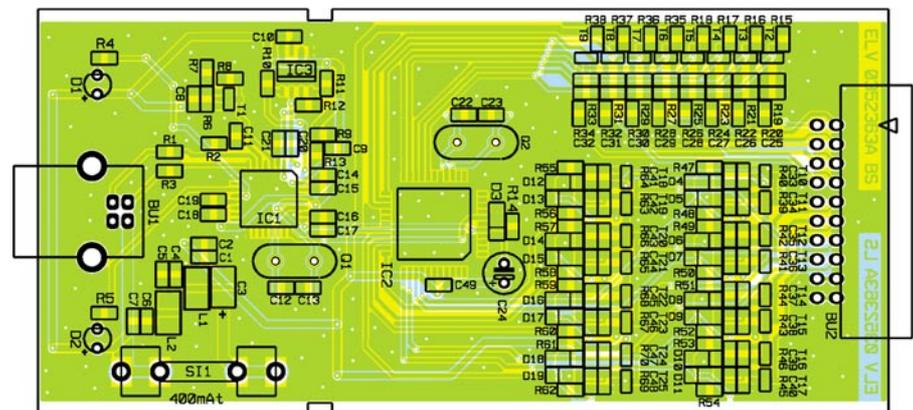
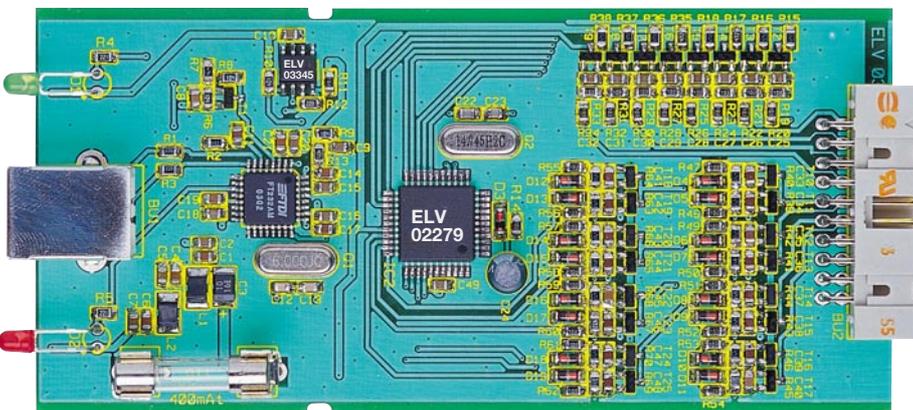
Der Nachbau des USB-IO-Interface

UIO 88 erfordert ein wenig Geschick, da die verwendeten Bauelemente fast ausschließlich in SMD-Technik ausgeführt sind, um ein kompaktes Design zu erreichen. Neben einem geregelten Lötcolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Lötzinn sowie Entlötlitze sollte auch eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile nicht fehlen. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste. Der Aufbau erfolgt an-

hand des Bestückungsdrucks, des Platinenfotos sowie der Stückliste.

Er beginnt mit den ICs 1, 2 und 3. Diese haben einen sehr geringen Pin-Abstand und sind am besten zu bestücken, wenn ringsum noch keine Bauteile die Lötarbeiten behindern. Beim Bestücken dieser Bauteile ist besonders auf die korrekte Einbaulage zu achten, da nachträgliche Korrekturen nur sehr schwer durchführbar sind und dabei (nicht nur im Hobbylabor) meist Platine und/oder Bauelement beschädigt werden können. Beim USB-Controller (IC 1) und dem Mikrocontroller (IC 2) ist die Pin 1 zugeordnete Ecke entweder angeschragt oder durch eine kreisförmige Ausfräsung des Gehäuses gekennzeichnet, die sich auch im Bestückungsdruck wiederfindet. Bei IC 3 ist die Pin 1 zugeordnete Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Bei den ICs wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt, an dem diese zuerst verlötet werden. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite zu verlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Anschlüsse des ICs auf den zugehörigen Löt-pads aufliegen, um später Kontaktfehler durch ungenügende Verlötung auszuschließen. Bevor die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte verlötet werden, ist nochmals die richtige Position zu überprüfen.

Nach dem Verlöten aller IC-Pins und sorgfältiger Kontrolle auf Kurzschlüsse (überflüssiges Zinn mit feiner Entlötlitze absaugen) geht es nun an die weiteren SMD-Komponenten, die SMD-Widerstände, -Kondensatoren und -Spulen. Hier wird wieder zunächst jeweils ein Löt-pad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und am vorverzinnten Pad anlötet. Nach der Kontrolle der korrekten



Ansicht der fertig bestückten Platine des UIO 88 mit zugehörigem Bestückungsplan

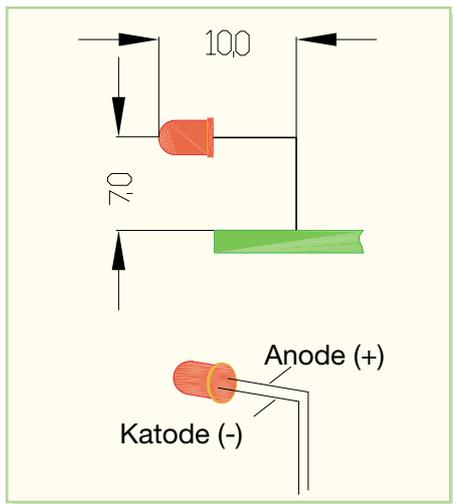


Bild 4: So erfolgt die Präparation und Bestückung der LEDs.

Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt vor dem Bestücken einzeln aus der Verpackung genommen werden, da diese keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert. Als Nächstes erfolgt die Bestückung des SMD-Elkos C 3. Bei SMD-Elkos ist üblicherweise der +-Pol gekennzeichnet. Im Anschluss daran sind die SMD-Transistoren und -Dioden in gleicher Weise auf der Leiterplatte zu verlöten. Hier ist jedoch besonders auf die richtige Polung zu achten, die sich bei den Transistoren aus der Pin-Konfiguration ergibt. Die Dioden sind durch eine Ring-Markierung an der Katode gekennzeichnet.

Vor der weiteren Bestückung sind alle SMD-Lötstellen sorgfältig zu kontrollieren, ggf. unter Zuhilfenahme einer starken Lupe. Ist alles in Ordnung, beginnt die Bestückung der konventionell bedrahteten

Bauelemente. Bei diesen Bauteilen ist darauf zu achten, dass überstehende Drahtenden auf der Lötseite der Platine mit einem Elektronik-Seitenschneider so abgetrennt werden, dass einerseits die Lötstelle nicht beschädigt wird, andererseits hervorstehende Drahtenden keine Kurzschlüsse im späteren Betrieb hervorrufen können. Die beiden Quarze (Q 1 und Q 2) und der Elko sind in stehender Position zu bestücken und zu verlöten. Bei dem Elko C 24 ist unbedingt auf richtige Polung zu achten, da dieser sonst im schlimmsten Fall sogar explodieren könnte. Üblicherweise sind diese am Minuspol gekennzeichnet.

Die beiden Buchsen BU 1 und BU 2 und der Sicherungshalter müssen direkt auf der Leiterplatte aufliegen, bevor die Anschlüsse verlötet werden, da die Lötstellen bei späterer mechanischer Belastung der Buchsen ziemlich stark beansprucht werden.

Nun erfolgt die polrichtige Bestückung der Leuchtdioden, hier ist die Anode durch den längeren Anschlusspin gekennzeichnet. Die LEDs sind nach etwa 10 mm um 90 Grad abzuwinkeln und dann etwa 7 mm hoch zu verlöten, so dass keine Probleme bei der Montage des Gehäuses auftreten (siehe Abbildung 4).

Abschließend, nach nochmaliger Überprüfung der Leiterplatte auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken, ist das Gehäuse zu montieren. Hierfür wird die Platine mit der Seite der USB-Buchse und den LEDs zuerst in die Gehäuseoberschale eingelegt, so dass die Platine in die „Gehäuse-Nasen“ einrastet. Daraufhin ist die Gehäuseunterschale von der Seite her aufzuschieben.

Funktionskontrolle

Nach Abschluss des Aufbaus ist das USB-I/O-Interface mittels des mitgelieferten Testprogramms einfach zu überprüfen. Dazu verbindet man das I/O-Interface über ein USB-Verbindungskabel mit einem PC. Dieser sollte die neu angeschlossene Hardware erkennen und nach kurzer Zeit einen USB-Treiber verlangen. Dieser Treiber (ftd2xx.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programmdiskette.

Anschließend ist das Testprogramm „uio88_test.exe“ von der mitgelieferten Programmdiskette zu starten. In dem daraufhin erscheinenden Dialogfeld (Abbildung 5) ist der Punkt „Aktiv“ einzuschalten. Jetzt fragt das Programm die Eingänge des I/O-Interface in einem festen Zeitraster ab. Der linke Fensterbereich stellt den Zustand der Eingänge entsprechend dar. Im selben Zeitraster steuert das Programm die Ausgänge. Durch Setzen der entsprechenden Häkchen im rechten Fensterbereich werden die Ausgänge entweder gesetzt oder zurückgesetzt, was mit einem Multimeter

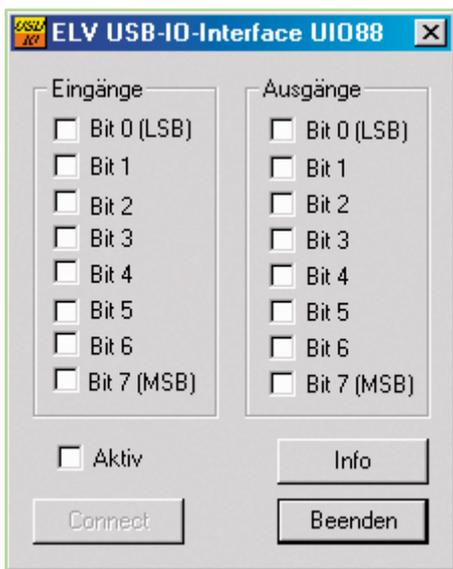


Bild 5: Das Testprogramm für das USB-I/O-Interface

Stückliste: USB-I/O-Interface UIO 88

Widerstände:

22 Ω/SMD	R1, R3
220 Ω/SMD	R4, R5
470 Ω/SMD	R13
1,5 kΩ/SMD	R2
2,2 kΩ/SMD	R12
4,7 kΩ/SMD	R15–R18, R35–R46, R63–R70
10 kΩ/SMD	R11, R14, R19–R34, R47–R62
100 kΩ/SMD	R6, R8–R10
470 kΩ/SMD	R7

Kondensatoren:

22 pF/SMD	C22, C23
33 pF/SMD	C12, C13
470 pF/SMD	C33–C48
1 nF/SMD	C1, C4, C6, C14, C17, C19, C21
10 nF/SMD	C8
33 nF/SMD	C11
100 nF/SMD	C2, C5, C7, C9, C10, C15, C16, C18, C20, C25–C32, C49
10 µF/16V/SMD	C3
10 µF/25V	C24

Halbleiter:

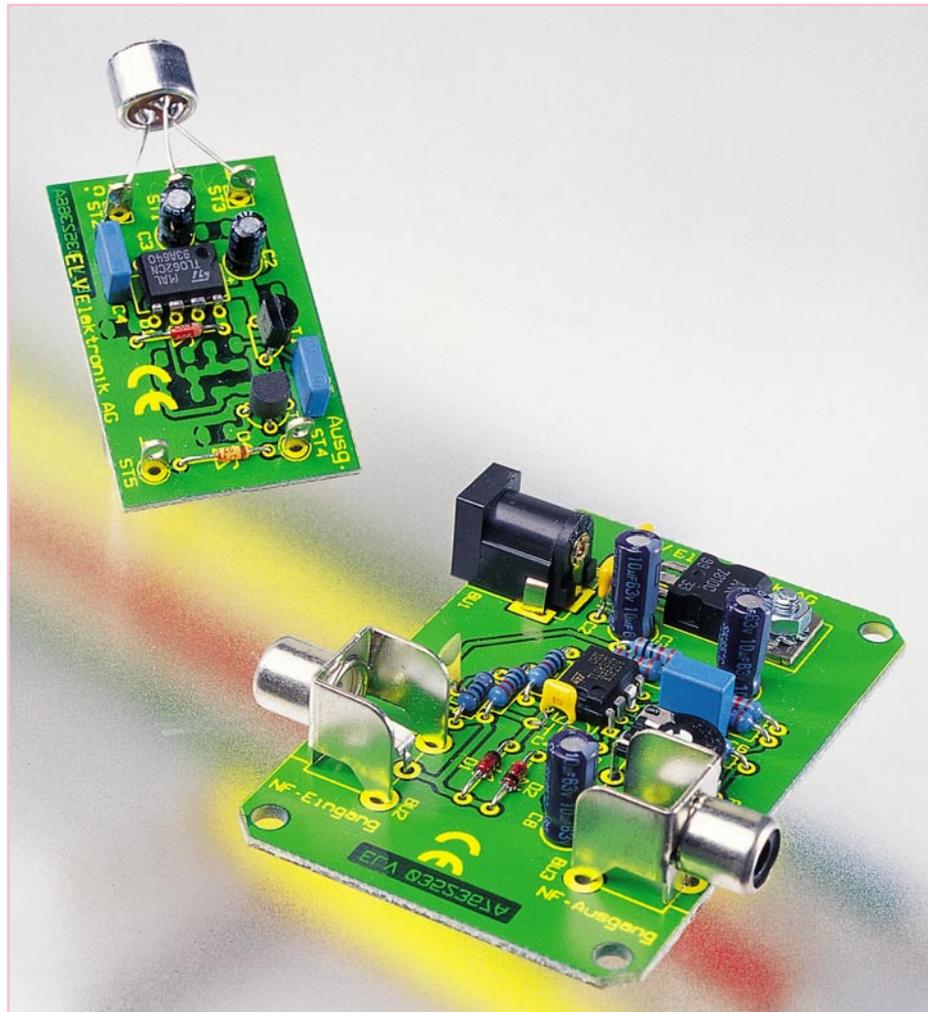
FT8U232AM/SMD	IC1
ELV02279/SMD	IC2
ELV03345/SMD	IC3
BC858C	T1, T10, T12, T14, T16, T18, T20, T22, T24
BC848C	T2–T9, T11, T13, T15, T17, T19, T21, T23, T25
LL4148	D3–D19
LED, 3mm, grün	D1
LED, 3mm, rot	D2

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	Q1
Quarz, 14,745 MHz, HC49U4	Q2
SMD-Induktivität, 22 µH	L1, L2
USB-B-Buchse, winkelpoint	BU1
Wannen-Steckleiste, winkelpoint, 2 x 10-polig	BU2
Sicherung, 0,4 A, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
1 3,5"-Diskette UIO 88	
1 Profil-Gehäuse, blau, bearbeitet und bedruckt	

kontrolliert werden sollte. Jetzt kann der Test der Eingänge erfolgen. Dazu legt man nacheinander High-Pegel an jeden Eingang. Sofern der Eingang in Ordnung ist, ist das jeweils zugehörige Feld im Anzeigefenster der PC-Software markiert.

Funktionieren alle Ein- und Ausgänge, ist das Modul bereit für eigene Applikationen. 



Fernspeisung für Elektret-Mikrofone

Mit Hilfe dieser Schaltung kann eine Elektret-Mikrofon-Kapsel über eine nur 2-polige Leitung ferngespeist werden, d.h. die Versorgungsspannung wird zusammen mit der NF auf einer Leitung übertragen. Durch eine spezielle Schaltungstechnik ist es sogar möglich, statt der üblichen abgeschirmten Leitung eine normale ungeschirmte Leitung (z. B. Lautsprecherkabel oder Klingeldraht) zu verwenden. So eröffnen sich neue Anwendungsmöglichkeiten für die praktischen kleinen Elektret-Mikrofone.

Nur über zwei Drähte

Elektret-Mikrofonkapseln sind eine praktische Sache – sie sind empfindlich, weisen ein weites Frequenzspektrum auf und sie sind sehr kompakt. Gerade letztere Eigenschaft eröffnet den kleinen Mikrofonen ein weites Anwendungsfeld.

Werden Sie jedoch quasi stand-alone

betrieben, ist der Verkabelungsaufwand relativ hoch, erfordern die Mikrofone doch durch den integrierten Verstärker die getrennte Zuführung einer Versorgungsspannung. Zu dieser Forderung nach 3-adrigem Anschluss kommt die nach einem abgeschirmten Kabel für die Signalführung. Das erschwert natürlich den Einsatz bei nachträglich zu installierenden Mikrofonen, etwa als Babyfon oder als Nachrü-

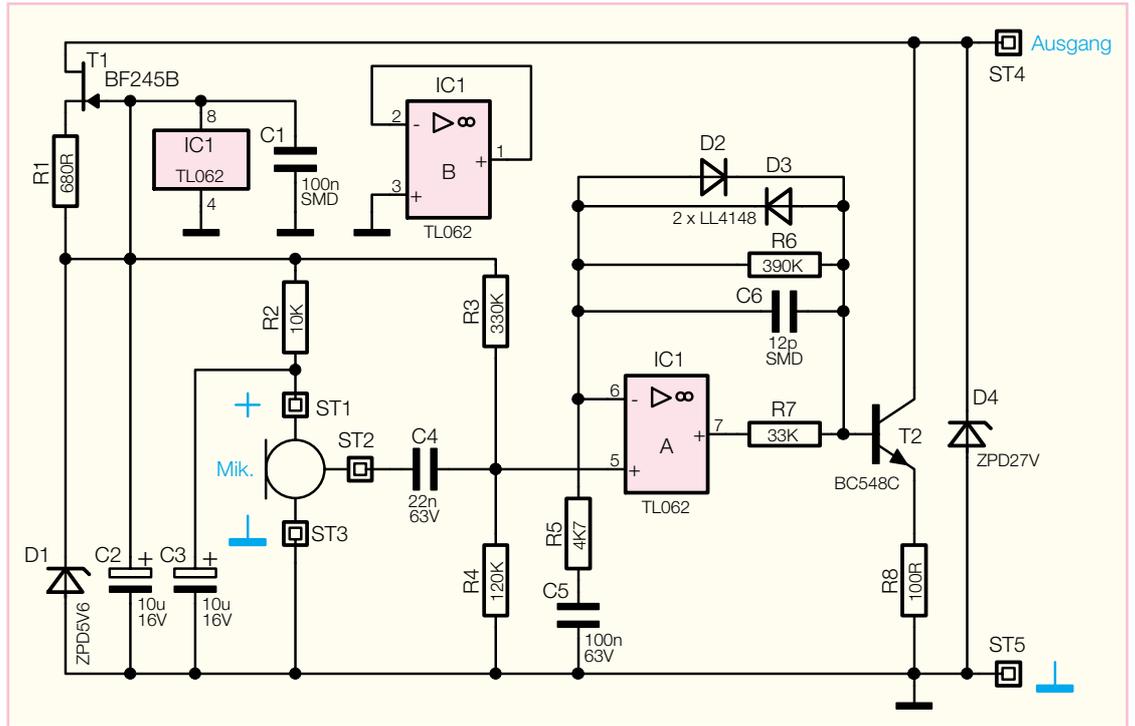
Technische Daten:

Spannungsversorgung: .. 12 V bis 18 V
 Stromaufnahme: max. 20 mA
 Gesamtverstärkung: .. 40 dB bis 55 dB
 (einstellbar)

Abmessungen:

- Netzteil-Platine: 70 x 48 mm
 - Mikrofon-Platine: 28 x 42 mm

Bild 1 : Schaltbild des Mikrofonverstärkers



stung für eine bereits vorhandene Video-Überwachungsanlage. Vielfach kann man jedoch auf bereits verlegte 2-Draht-Installationen zurückgreifen, z.B. eine alte Klingelleitung zur Haustür. Zudem sind unge-schirmte 2-Draht-Installationskabel recht preiswert und schnell sowie unauffällig verlegbar. Kann man einen Mikrofonan-schluss so lösen, muss man z.B. für das Babyfon nicht immer auf Funktechnik zu-rückgreifen.

Die hier vorgestellte Lösung ermöglicht die Realisierung dieser Aufgabenstellung. Sie bietet nicht nur die Umsetzung des 3-adrigen Mikrofonanschlusses auf 2 Dräh-te, in den allermeisten Fällen kann hier auch auf das Verlegen abgeschirmter Lei-

tung verzichtet werden. Diese ist dann nur noch bei hartnäckigen Störungen, etwa durch starke Stromverbraucher wie Elek-tromotoren etc., notwendig.

Stellt man den Aufwand für die relativ kleine Schaltung dem einer aufwändigen Kabelverlegung gegenüber, erhält man hier eine preisgünstige und intelligente Lösung.

Schaltung

Das Funktionsprinzip der Schaltung basiert auf Signalübertragung durch Strom-änderungen (Stromeinprägung). Hierbei wird die zu übertragende Information (NF-Signal) nicht wie üblich durch Spannungs-änderungen auf der Signalleitung, sondern

durch den sich ändernden Betriebsstrom übertragen. Hierdurch ist es möglich, auch den Mikrofonverstärker mit der notwen-digen Betriebsspannung zu versorgen. Hier nun die Schaltungsbeschreibung im Detail.

Das Schaltbild des Mikrofonverstärkers ist in Abbildung 1 dargestellt. Über die Anschlusspunkte ST 4 und ST 5 wird der Mikrofonverstärker mit dem Fernspeise-netzteil verbunden. Die vom Netzteil kom-mende Spannung beträgt ca. 8 V. Die Ge-winnung der Betriebsspannung für den Ope-rationsverstärker erfolgt durch die Strom-quelle, bestehend aus T 1 und R 1. Die Stromquelle belastet die (Kabel-)Schleife mit einem Konstantstrom von ca. 2 mA, und arbeitet damit rückwirkungsfrei auf

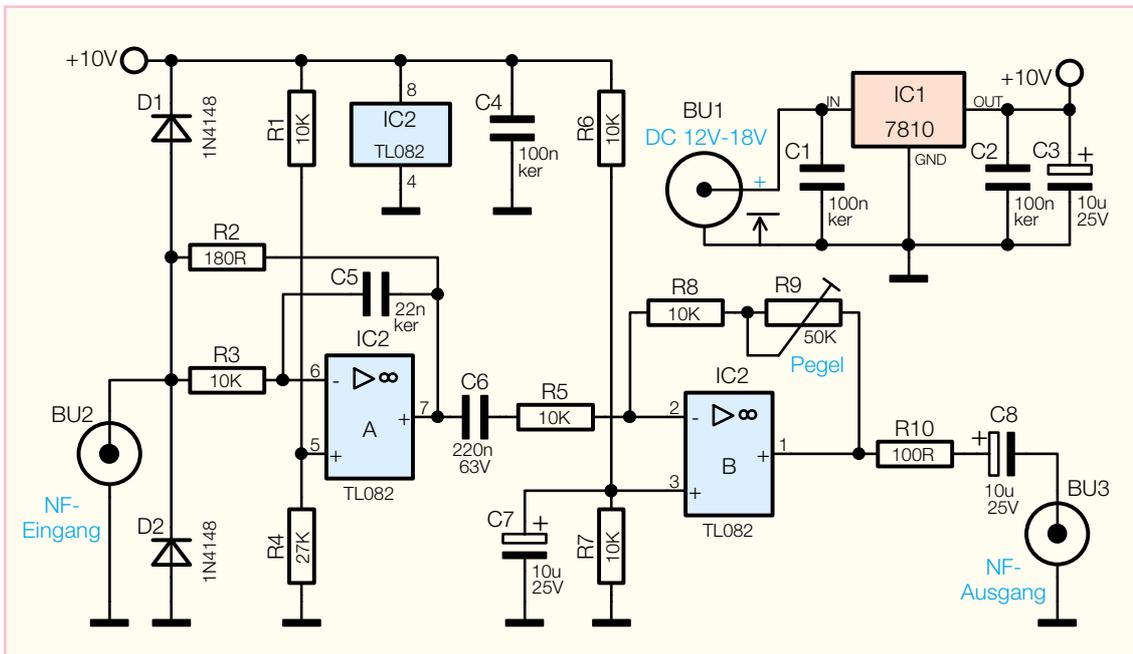
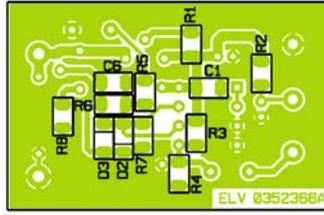
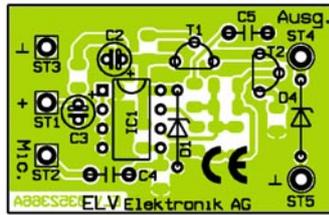
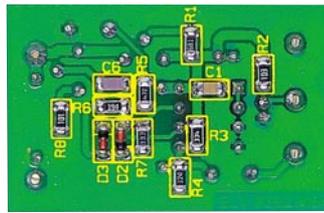


Bild 2:
Schaltbild des
Fernspeisenezteils



Ansicht der fertig bestückten Mikrofonplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Mikrofonplatine

Widerstände:

- 100Ω/SMD/1206 R8
- 680Ω/SMD/1206 R1
- 4,7kΩ/SMD/1206 R5
- 10kΩ/SMD/1206 R2
- 33kΩ/SMD/1206 R7
- 120kΩ/SMD/1206 R4
- 330kΩ/SMD/1206 R3
- 390kΩ/SMD/1206 R6

Kondensatoren:

- 12pF/SMD/1206 C6
- 22nF/100V/MKT C4
- 100nF/63V/MKT C5

- 100nF/SMD/1206 C1
- 10μF/16V C2, C3

Halbleiter:

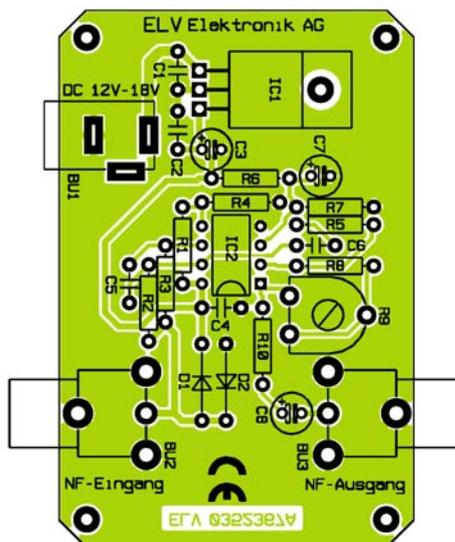
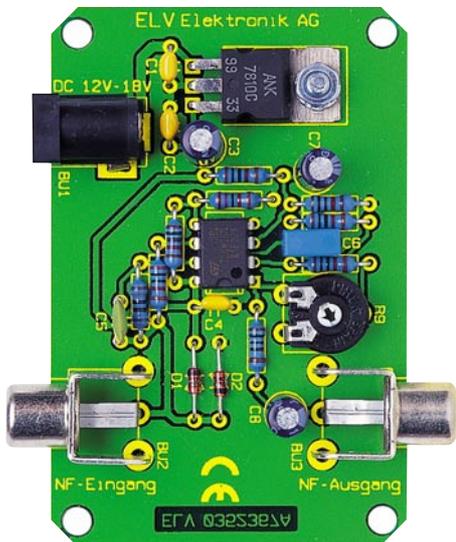
- TL062 IC1
- BF245B T1
- BC548C T2
- ZPD5,6V/0,4W D1
- LL4148 D2, D3
- ZPD27V/0,4W D4

Sonstiges:

- Elektret-Einbaukapsel ST1-ST3
- Lötstift mit Lötöse ST1-ST5

die zu übertragenden Sprachsignale. An der Z-Diode D 1 liegt eine stabile Spannung von 5,6 V an, die das Elektret-Mikrofon und den Operationsverstärker IC 1 A versorgt. IC 1 A arbeitet gleichspannungsmäßig als Spannungsfolger und puffert die durch R 3 und R 4 festgelegte Spannung.

Diese Spannung steuert den Transistor T 2 an, der wiederum als Stromsenke mit einem Ruhestrom von 7 mA arbeitet. Daraus ergibt sich ein Gesamtstrom von lediglich 9 mA, der dem Netzteil entnommen wird. Über den Widerstand R 2 wird das Elektret-Mikrofon selbst mit Spannung ver-



Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

sorgt. Mit Hilfe des Koppelkondensators C 4 gelangt die NF auf den nicht invertierenden Eingang Pin 5 des OPs IC1 A. Die Wechselspannungsverstärkung wird durch das Widerstandsverhältnis R 6/R 5 bestimmt und beträgt ca. 40 dB.

Das NF-Signal wird symmetrisch zur Ausgangsruhespannung des OPs und damit auch zum Ruhestrom des Transistors T 2 überlagert. Die Sprachsignale bewirken somit eine Änderung des Schleifenstroms, die im Fernspeisenetzteil wieder in Spannungssignale umgewandelt werden. Die beiden Dioden D 2 und D 3 verhindern ein Übersteuern des OPs.

Kommen wir nun zum Fernspeise-Netzteil, dessen Schaltbild in Abbildung 2 dargestellt ist. Die hier verwendete Betriebsart der Stromeinprägung erlaubt einen Empfangsverstärker mit nahezu 0 Ω Eingangswiderstand und damit Verminderung kapazitiver Einstreuungen. Das vom Mikrofon kommende, stromgeprägte Signal wird durch den OP IC 2 A in ein Spannungssignal umgewandelt.

An der Eingangsbuchse BU 2 steht die durch R 1 und R 4 festgelegte Spannung von ca. 8 V als Betriebsspannung für den Mikrofonverstärker an. Die Ausgangsspannung von IC 2 A ist von R 2 und dem Schleifenstrom abhängig. Mit dem Rückkoppelkondensator C 5 werden unerwünschte HF-Einstreuungen geblockt.

Der Wechselspannungsanteil gelangt

Stückliste: Netzteilplatine

Widerstände:

- 100Ω R10
- 180Ω R2
- 10kΩ R1, R3, R5-R8
- 27kΩ R4
- PT10, liegend, 50kΩ R9

Kondensatoren:

- 22nF/ker C5
- 220nF/63V/MKT C6
- 100nF/ker C1, C2, C4
- 10μF/25V C3, C7, C8

Halbleiter:

- 7810 IC1
- TL082 IC2
- 1N4148 D1, D2

Sonstiges:

- Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print BU1
- Cinch-Buchse, print BU2, BU3
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3

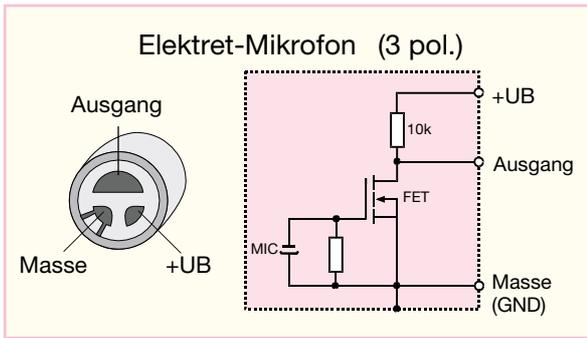


Bild 3 : Der Anschluss des Elektret-Mikrofons

über C 6 und R 5 auf den zweiten Operationsverstärker IC 2 B, mit dem eine Pegelanpassung vorgenommen wird. Der Verstärkungsfaktor kann mit dem Trimmer R 9 in einem Bereich von 0 dB bis 15 dB eingestellt werden. Über R 10 und C 8 gelangt das verstärkte Signal zur Ausgangsbuchse BU 3.

Der Spannungsregler IC 1 erzeugt aus der über die Buchse BU 1 eingespeisten (unstabilierten) Eingangsspannung eine stabile Betriebsspannung von 10 V.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf zwei verschiedenen Platinen. Neben den bedrahteten Bauteilen werden auf der Mikrofonplatine zusätzlich noch SMD-Bauteile eingesetzt, um die Abmessungen möglichst gering zu halten.

Wir beginnen den Nachbau mit dem Bestücken der Mikrofonplatine. Da die Platine nur sehr geringe Abmessungen hat, fixiert man sie mit einem Stück doppelseitigem Klebeband auf der Arbeitsunterlage. So können die SMD-Bauteile bequem verlötet werden. Beim Verlöten der Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem sollte man SMD-Lötzinn (0,5 mm) verwenden. Als Werkzeug empfiehlt sich außerdem eine Pinzette mit sehr feiner Spitze, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Es ist dabei zu beachten, dass die jeweilig richtige Stückliste verwendet wird! Wichtige Zusatzinformationen zur Bestückung kann auch das Platinenfoto liefern.

Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden.

Bei den SMD-Dioden ist auf die richtige Polung zu achten.

Nachdem alle SMD-Bauteile verlötet sind, folgt die Bestückung der restlichen bedrahteten Bauteile. Auch hier gilt es, auf die richtige Einbaulage bzw. Polung der Elkos und Halbleiter zu achten. Zum Schluss sind die 5 Lötstifte zu bestücken. Das Mikrofon wird direkt an die Anschlusspunkte ST 1 bis ST 3 gelötet. Das Anschlussbild für das Elektret-Mikrofon ist in Abbildung 3 dargestellt.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt der Aufbau der Netzteil-Platine. Die Bestückung erfolgt auch hier in der schon beschriebenen Art. Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert. Dazu sind die Anschlussbeine zunächst im Abstand von 2,5 mm zum Gehäusekörper um 90° nach unten abzuwinkeln (siehe auch Platinenfoto)

to) und der so vorbereitete Spannungsregler nach dem Einsetzen in die Platine mit einer Schraube M 3 x 8 mm an der Platine zu befestigen. Erst dann verlötet man die Anschlüsse.

Im letzten Arbeitsschritt werden die beiden Cinch-Buchsen und die DC-Buchse bestückt und verlötet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Buchsen plan auf der Platine aufliegen, bevor man die Anschlüsse verlötet. So werden die Lötstellen von der späteren mechanischen Belastung entlastet. Damit ist der Nachbau bereits beendet, und die Platinen können an ihrem Einsatzort installiert werden.

Installationshinweise

Wie im Text schon erwähnt, kann für die Verdrahtung „normales“ 2-poliges Kabel verwendet werden, wie z.B. Lautsprecher- oder Telefonkabel. In extremen Fällen, wo starke induktive Störquellen wie Motoren oder Leuchtstofflampen in der Nähe sind, kann es unter Umständen zu Störeinstreuungen kommen. In diesen Fällen kommt man um den Einsatz abgeschirmten Kabels nicht herum. Leitungslängen bis zu 100 Meter dürften bei beiden Kabelvarianten kein Problem darstellen.

Als Spannungsquelle empfiehlt sich der Einsatz eines Steckernetzteils. In der Abbildung 4 ist das Anschlussschema aller Komponenten zu sehen. Wichtig ist dabei, die richtige Polung der Verbindungsleitung zwischen Mikrofon- und Netzteilplatine zu beachten – also Aderfarben beachten bzw. die Polarität vor dem Anschluss an die Mikrofonplatine testen! ST 4 ist dabei mit dem „heißen“ Innenleiter des Cinch-Steckers auf der Netzteilseite zu verbinden.

Für beide Platinen stehen unbearbeitete Gehäuse zur Verfügung, in die man nur noch entsprechende Bohrungen für die Ein- und Ausgangsbuchsen einbringen muss.

ELV

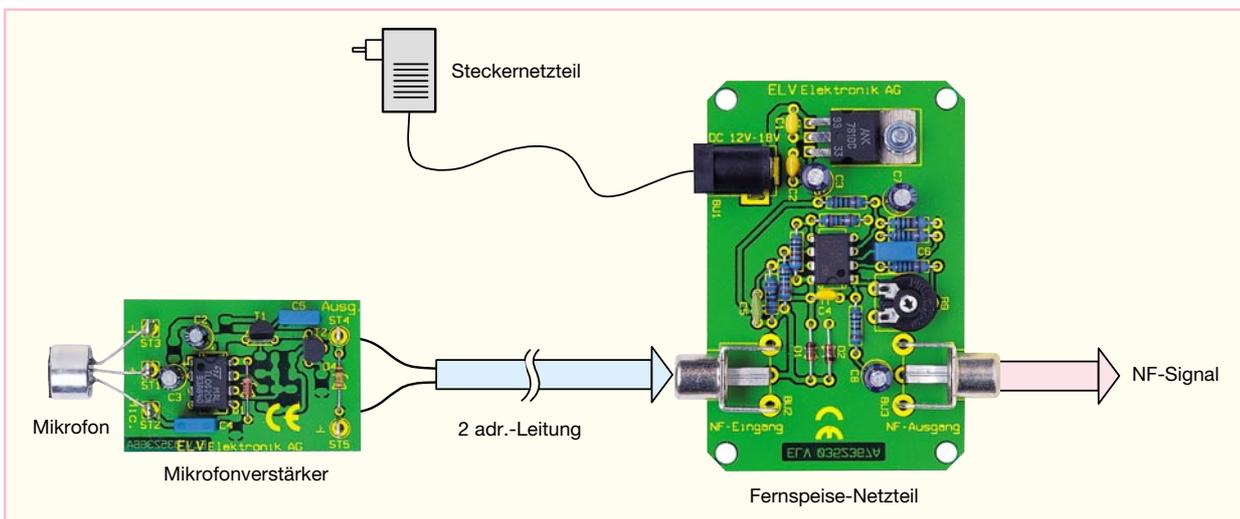
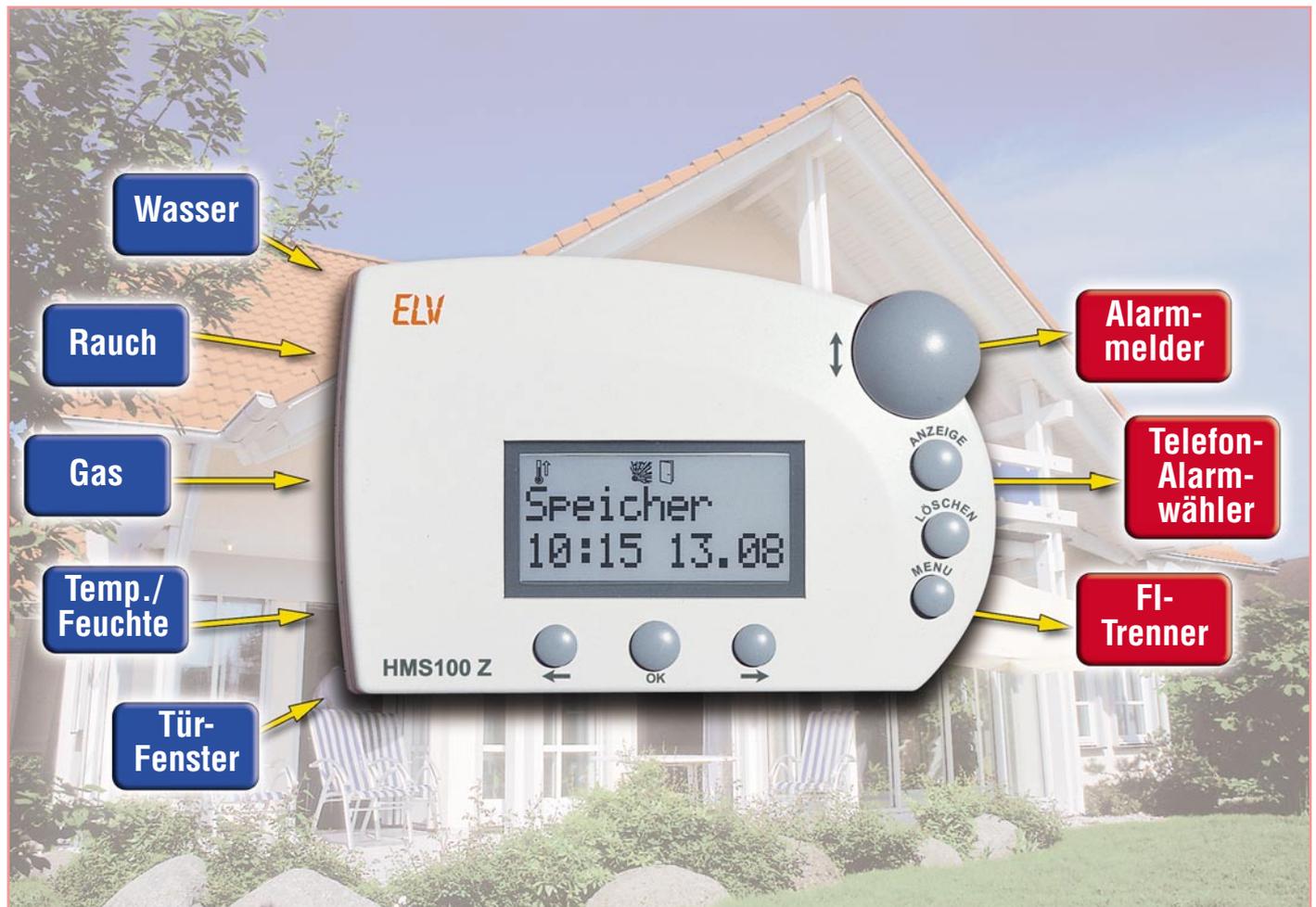


Bild 4 : Das Anschlussschema für die Verkabelung aller Komponenten



Haus- und Gefahren-meldesystem HMS100

Das neue HMS100 von ELV erlaubt die Erfassung einer Vielzahl von Ereignissen über Funk-Sensoren, vom Wasser- über Rauch-, Gas-, Temperatur- und Kontaktmelder bis zur Alarmierung beim Erreichen programmierter Grenzwerte. Die Zentrale des Systems zeigt Störungen in allen wichtigen Gebäudebereichen sofort an, alarmiert intern und extern und kann so teure Folgeschäden, etwa bei Gas- oder Wasseraustritt, begrenzen helfen.

Frühwarnung kommt billiger

Wenn man manche Unglücke, von denen man in der Zeitung gelesen hat oder über die man im Fernsehen informiert wird, Revue passieren lässt, fragt man sich oft genug, ob diese nicht durch einen minimalen Einsatz von Warntechnik vermeidbar gewesen wären. Auch eigene Erlebnisse, wie etwa ein geplatzter Waschmaschinenschlauch oder sogar ein Brand im Haus, lassen diese Frage aufkommen.

Vor allem Unglücke, die mit Bränden

oder Gasaustritten einhergehen, sind meist verheerend und kosten sogar Menschenleben.

Noch vor gut hundert Jahren war ein Brand der häufigste Unglücksfall, der einen normalen Haushalt treffen konnte. Inzwischen sind all unsere Häuser mit einer ganzen Reihe von Versorgungsmedien wie Gas, Wasser, Strom ausgestattet. Vor allem Letzterer hat den echten Komfort ins Haus gebracht – elektrische und elektronische Geräte sind für unseren Alltag heute unentbehrlich geworden. Aber gerade diese entpuppen sich immer mehr als Brand-

verursacher Nummer eins – der sich selbst entzündende 8,95-Euro-Radiowecker ist wohl das typischste Beispiel.

Unsicherheitsfaktor elektronische Geräte?

Und gerade bei elektronischen Geräten produziert der steigende Kostendruck auf die Hersteller so manche Wiederauferstehung längst tot geglaubter Unfallursachen – etwa den plötzlich in Brand geratenden Fernseher. Solche Produkte, insbesondere die importierten „Billigmarken“, passieren zwar sämtliche vorgeschriebenen Prüfun-

gen, auch bei den hiesigen Importeuren, aber während der Serienfertigung treten dann doch immer wieder erhebliche Probleme auf. Da werden billigere Materialien eingesetzt, Schutzvorschriften missachtet usw.

Eine hauptsächliche Brandursache bei elektronischen Geräten jedoch ist die Standby-Unsittlichkeit. Ursprünglich als bedienkomfortsteigernd erdacht, entpuppt sich diese Funktion heute nicht nur als enormer Stromfresser (bis zu 5 % des gesamten Stromverbrauchs eines Haushalts können hier „verbraten“ werden, ein PC im Standby-Betrieb verbraucht z. B. bis zu 15 W), sondern als die Hauptursache bei Bränden an elektronischen Geräten.

Auch in anderen Bereichen, etwa der Heizungstechnik, gibt es wieder vermehrt Tendenzen zu mehr Unfallträchtigkeit – meist aus Leichtsinn, aus Unkenntnis oder Technikgläubigkeit. Darauf werden wir noch genauer eingehen.

Enorme Schadenshöhen

Versagt irgend ein technisches Gerät im Haus (bis hin zum normalen Wasserhahn), sind heute die eintretenden Sachschäden beträchtlich, wenn man das Unglück nicht rechtzeitig bemerkt. Die Versicherungswirtschaft gibt durchschnittlich 100.000 Euro Sachschaden bei Wohnhausbränden an, bei Gasunglücken sind es durchschnittlich sogar 150.000 Euro, ganz abgesehen von den nicht in Zahlen zu fassenden Personenschäden. Kein Wunder, ist doch der Wert eines Einfamilienhauses heute auf durchschnittlich 275.000 Euro gestiegen (1970: 55.000 Euro). Allein Wohnungseinrichtungen kosten den Versicherer beim Schadensfall im Durchschnitt 100.000 Euro.

Aus solchen Zahlen kann man ersehen, was ein nicht rechtzeitig entdeckter, beginnender Schwelbrand oder ein Gasaustritt bedeuten können.

Leider schreibt der Gesetzgeber, außer der obligatorischen Heizgeräte- und Schornsteinkontrolle durch den Schornsteinfeger, dem Privathaushalt auf keinem Gebiet geeignete Warneinrichtungen vor. Dabei kann ein simpler Rauchmelder für wenige Euro Leben retten. Dies haben z. B. unsere skandinavischen Nachbarn längst erkannt und schreiben die Ausrüstung mit Rauchmeldern vor.

Sicherheit und Information

Aber es muss ja im Leben nicht gleich so dramatisch werden, manchmal will man auch nur bequem bestimmte Daten über irgendwelche Zustände in Haus und Hof haben, etwa, welche Temperatur und Luftfeuchte im Gewächshaus herrschen oder ob eine bestimmte Tür geschlossen ist bzw. gerade (etwa durch einen Einbrecher) geöffnet wird.

Für all diese diskutierten Fälle und noch weitere Anwendungen ist das Haus- und Gefahrenmeldesystem HMS100 konzipiert. Hier scharen sich rund um eine Zentrale zahlreiche Sensoren, die ihre Signale per Funk übermitteln und so nahezu jeden denkbaren Zustand von technischen Geräten, der Versorgungsmedien, von Türen, Fenstern usw. erfassen und melden.

In der Zentrale kann der Anwender Alarmparameter programmieren, etwa, ab welcher Temperatur ein Alarm ausgegeben werden soll. Der kann sowohl rein optisch im Zentralen-Display als auch akustisch durch eine interne Sirene oder aber über ein Telefon-Alarmwählgerät erfolgen, das bis zu drei verschiedene programmierte Nummern anruft und die Warnung an diese Teilnehmer, das kann auch das eigene Handy sein, weitergibt.

Zusätzlich ist auch die Einbindung von FI-Trenngeräten möglich, die bei einem Alarm den durch einen FI-Schalter geschützten Bereich des Hauses vom Stromnetz trennen. Meist wird dies das gesamte Haus sein.

Das System

Das System besteht zunächst aus der Zentrale HMS100 Z. Die kommuniziert über eine Funkverbindung mit bis zu 30 Sensoren und 5 Aktuatoren (4 FI-Trenner, 1 Alarmwählgerät) des Systems.

Weiterhin sind verschiedene Sensoren/Aktuatoren verfügbar, die im Folgenden kurz für den ersten Überblick vorgestellt werden sollen, bevor wir sie einzeln beschreiben:

Rauchmelder HMS100 RM

Batteriebetriebener Rauchmelder mit einstellbarer Ansprechschwelle und integriertem Signalgeber.

Propan-Gassensor HMS100 PG

Über ein Steckernetzteil betriebener Gassensor für in der Luft sinkende Gase (Butan-/Propan-Gas (Flaschengas)). Auslösewert 1800 ppm.

Methan-Gassensor HMS100 MG

Ebenfalls über ein Steckernetzteil betriebener Gassensor für in der Luft steigende Gase (Methan-Gas (Stadtgas)). Auslösewert 5000 ppm.

Kohlenmonoxid-Gassensor HMS100 CO

Gassensor für austretendes Kohlenmonoxid (z. B. undichte Abzüge, Kamine, Gasthermen usw.), ebenfalls netzbetrieben. Auslösewert 30 ppm.

Kontaktmelder HMS100 TFK

Batteriebetriebener Universal-Melder, der bei Auslösung eines Kontaktes (serien-

mäßig angeschlossen ist ein Reed-Kontakt, der durch einen Magneten ausgelöst wird) eine Meldung an die Zentrale schickt. Über eine Schraubklemme können auch beliebige Schließ- oder Öffnungskontakte angeschlossen werden. Deren Arbeitsart (Schließ- oder Öffnungskontakt; NO/NC) ist über einen Jumper umschaltbar. Damit ist der Melder universell für die Überwachung von Türen, Fenstern, Klappen, Schiebern usw. einsetzbar.

Wassermelder HMS100 W

Batteriebetriebener Feuchtemelder mit abgesetztem Feuchtefühler, er registriert Flüssigkeiten ab 2 mm Höhe.

Wassermelder HMS100 WD

Batteriebetriebener Feuchtemelder mit integriertem Feuchtefühler, er registriert bereits geringe Feuchte auf der Aufstellfläche.

Temperatur-Sensor HMS100 T

Batteriebetriebener Temperatursensor mit abgesetztem, gekapseltem Temperaturfühler für den Erfassungsbereich zwischen -30 °C und +70 °C.

Temperatur-/Luftfeuchte-Sensor HMS100 TF

Batteriebetriebener Temperatur-/Luftfeuchtesensor mit integrierten Temperatur-/Luftfeuchte-Sensoren. Erfassungsbereich der Temperatur: -30 °C bis +70 °C; Erfassungsbereich der Luftfeuchte: 20 bis 99 % rel. Luftfeuchte.

FI-Trenner HMS100 FIT

Der FI-Trenner löst, gesteuert über ein in der Zentrale programmierbares Auslösekriterium, den Fehlerstromschalter der Hausinstallation aus. Damit kann z. B. bei ersten Anzeichen eines Gasaustritts die Gefahr einer Explosion durch versehentliches Schalten eines elektrischen Verbrauchers eingeschränkt werden.

Der FI-Trenner befindet sich im Stecker-Steckdosen-Gehäuse und wird direkt vom 230-V-Stromnetz versorgt.

Alarmwähler HMS100 AW

Der Alarmwähler ist ein über ein Steckernetzteil oder Batterien betriebenes Telefonwählgerät, das nach Auslösung von der Zentrale aus bis zu 3 Rufnummern zu je max. 22 Ziffern selbstständig anwählt und einen Alarmton ausgibt.

An diesem Umfang an Peripherie kann man leicht erkennen, dass sich hier schon ein sehr komplexes Netz an Überwachungssensoren für nahezu alle denkbaren (Un-) Fälle im Haus installieren lässt, zumal die maximale Anzahl von 30 Sensoren tatsächlich kaum ein Detail unkontrolliert lassen kann.



Bild 1: Die Zentrale ist das Herz des Systems

Nach diesem kurzen Überblick wollen wir die einzelnen Komponenten genauer besprechen.

Herz des Systems – die Zentrale

Die Zentrale HMS100 Z (Abbildung 1) kommuniziert, wie gesagt, ausschließlich per Funk mit der gesamten Peripherie. Daher hat man (außer einem nahe liegenden Netzanschluss für das Netzgerät) alle Freiheiten, sie innerhalb der Funkreichweite der Sensoren bzw. Aktuatoren zu platzieren. Diese beträgt im Freifeld bis zu 100 m, sie ist freilich in Gebäuden je nach Bausubstanz eingeschränkt. Die Datenübertragung erfolgt im relativ störungsarmen 868-MHz-ISM-Bereich, auch die Art der Signalübertragung selbst sorgt für stör-sichere Übertragung.

Der Betrieb erfolgt über ein Netzgerät. Fällt einmal der Strom aus, überbrückt eine interne 9-V-Batterie diesen für kurze Zeit. Sie sorgt auch dafür, dass man die Zentrale bequemer programmieren kann. Denn sie ist im Normalbetrieb in einem passenden Wandhalter arretiert, der auch den Kontakt zum Netzteil herstellt. Nimmt man die Zentrale ab, übernimmt die Batterie die Stromversorgung, und man kann die Zentrale bequemer programmieren.

Alternativ zum Wandbetrieb kann man die Zentrale auch auf dem Tisch aufstellen.

Ohne Tasten-Wirrwarr

Schaut man sich die Zentrale an, fällt neben dem dominierendem Display sofort die geringe Anzahl von Bedienelementen auf. Kein Wunder, wird die Zentrale doch selbstverständlich von einem Mikroprozessor gesteuert. Im Zusammenspiel mit dem dreizeiligen, alphanumerischen Dis-

play ist es so möglich, alle Funktionen und Programmierungsebenen menügesteuert zu erreichen.

Abbildung 2 zeigt die Menüstruktur der Zentrale. Man sieht, dass diese nicht tief gestaffelt ist. Deshalb ist sie schnell erlernen und beherrschbar, und schon nach kurzer Zeit kann man das Manual beiseite legen.

Überhaupt fällt die Bedienung, wenn die Zentrale einmal programmiert ist, minimal aus. Erscheint eine Alarmmeldung im Display, muss man lediglich den betroffenen Sensor anwählen, um etwa zu erfahren, wann welcher Rauchmelder angesprochen hat.

Die gesamte Programmierung und Bedienung wird auch erleichtert durch den großen Drehgeber oben rechts, der ein schnelles Blättern durch Menü und Einstellungen ermöglicht. Ergänzt wird seine Funktion durch die drei Tasten unter dem Display (nach links oder rechts in der ausgewählten Zeile bewegen). Allein mit diesen drei Bedienelementen kann man z. B. jedem Sensor einen Klartextnamen zuteilen, so dass dieser nicht mehr „Temperatursensor 1“ heißen muss, sondern etwa „Garage“ benannt werden kann.

Auch das Anmelden und Löschen von Sensoren, das Festlegen von Alarmdaten bei den Temperatur- bzw. Temperatur-Luftfeuchtesensoren und die Programmierung für die Alarmausgabe erfolgt ähnlich einfach.

Kommen wir zu den Anzeigen des Gerätes.

Übersichtliche Anzeige

Das im Kontrast einstellbare und beleuchtbare Display ist dreizeilig gestaltet. Dabei erscheinen in der obersten Zeile (Abbildung 3) Piktogramme, die ein Auslösen eines bestimmten Meldertyps oder der Funkverbindung zu einem der Aktuatoren grafisch anzeigen. So kann man bereits auf einen Blick erkennen, um welchen

Normalbetrieb

—	Störungen bearbeiten	Sensorauswahl	Ursachen anzeigen
—	Sensor einstellen		
—		Sensor hinzufügen	Sensorsuche
—		Sensor bearbeiten	Sensorauswahl
—		Sensor Wartung	Sensorauswahl
—		Sensor löschen	Sensorauswahl
—		Sensor Messwerte	Sensorauswahl
—	Alarmwähler hinzufügen/einstellen		
—		Zentralenadresse	
—		Alarmwähler suchen	
—		Amtsholung ohne/mit 0	
—		Rufnummer 1 bearbeiten	
—		Rufnummer 2 bearbeiten	
—		Rufnummer 3 bearbeiten	
—		Alarmwähler löschen	
—		Alarmwähler testen	
—		Alarmwähler anmelden (Wartung)	
—	FI-Trenner einstellen		
—		FI-Trenner hinzufügen	FI-Trenner-Suche
—		FI-Trenner bearbeiten	FI-Trenner-Auswahl
—		FI-Trenner löschen	FI-Trenner-Auswahl
—		FI-Trenner testen	FI-Trenner-Auswahl
—	Uhr einstellen		
—	Kontrast einstellen		
—	Beleuchtung einstellen		
—		Bei Netzanschluss	
—		Bei Bedienung	
—		Immer Aus	

Bild 2: Die Menüstruktur für die Einstellung und Bedienung ist übersichtlich



Bild 3: Deutliche Symboldarstellung für die Alarmierung – man erkennt auf einen Blick, welcher Sensortyp ausgelöst hat

gen, dass ein akustischer Alarm erfolgen soll, hingegen bei einem bestimmten Temperaturalarm nicht.

Strom aus!

Ein Clou des Systems ist die mögliche Ansteuerung von bis zu 4 FI-Trennern. Diese können, wie der akustische Alarm, einzelnen Sensoren direkt zugeteilt werden.

Der FI-Trenner (Abbildung 4) löst bei einem auftretenden Alarmereignis einen Fehlerstromschutzschalter aus, der einen Stromkreis im Haus absichert. Damit kann man z. B. dann eine leckende Waschmaschine ebenso abschalten wie das ganze Haus bei Gasalarm – und so größeren Schäden vorbeugen. Man denke da nur einmal an den berühmten Lichtschalter, den man bei der Suche nach dem Gasleck aus Versehen betätigt ...

So genügt, wenn das Licht im Haus ausgeht, ein Blick auf das Display der Zentrale, um erst einmal auf Nummer sicher zu gehen, das Haus zu verlassen und dann Hilfe herbeizuholen oder andere Maßnahmen ergreifen zu können.

Für den Einsatz des FI-Trenners muss man allerdings seine Hausinstallation genau kennen. Denn die Installation von FI-Schaltern in Gebäuden ist nicht einheitlich. Der FI-Schutz kann sowohl das gesamte Gebäude umfassen als auch nur einzelne Räume, wie z. B. die Nassräume, die Waschküche oder eine Außeninstallation.

Man sollte sich also über die eigene Handdokumentation darüber vergewissern, welche Räume durch den FI-Schalter, sofern überhaupt vorhanden, geschützt sind.

Alarm es sich jetzt gerade handelt. In den alphanumerischen Zeilen darunter werden alle Meldungen und Programmierungen im (deutschen) Klartext ausgegeben.

Im Normalbetrieb zeigt die untere Zeile Zeit und Datum an, bei der Abfrage erscheinen hier z. B. Zeitdaten von aufgetretenen Alarmen.

Die Anzeige von Alarmdaten erfolgt auf zweierlei Weise. Im Normalbetrieb werden alle Alarme angezeigt, die noch nicht wieder gelöscht wurden. So kann man z. B. bei der Heimkehr sofort sehen, ob es heute im Gewächshaus zu heiß geworden ist. Im zweiten Anzeigemodus, „AKTUELL“ genannt, werden hingegen bestehende Alarme zum gerade aktuellen Zeitpunkt angezeigt.

Eine Besonderheit bilden natürlich die Temperatur- bzw. Temperatur-Luftfeuchtesensoren. Deren Daten sind nicht nur im Alarmfall, sondern ständig abfragbar, die Daten werden alle 7 Minuten an die Zentrale übermittelt.

Sicherer Betrieb

Nun versteht es sich fast von selbst, dass ein solches System, von dessen Funktion viel abhängt, selbstkontrollierend ausgeführt sein muss. Deshalb melden sich alle Sensoren und auch die Aktuatoren in kurzen Zeitabständen bei der Zentrale. Aus der diesbezüglichen Statusmeldung erkennt die Zentrale, ob z. B. die Batterie des Sensors erschöpft ist. Meldet sich ein Sensor mehr als 70 Minuten nicht mehr, erscheint eine Alarmmeldung (Sensor-Piktogramm). Wählt man dann den entsprechenden Sensor an, folgt hier die Meldung „Sensor verloren“. Dies gilt auch für die Aktuatoren.

Alarm!

Erfolgt eine Störungsmeldung (es erscheint das Symbol des Sensortyps in der

oberen Displayzeile), genügt das Drücken der Tasten „Menü“ und „OK“, um in das Menü „Störungen bearbeiten“ zu kommen. Diese Funktion erlaubt es, eingegangene Störungen detailliert anzeigen zu lassen. Es wird nach Anwahl zunächst des Sensortyps und dann des konkreten Sensors Anfang und Ende der Störung angezeigt, bei den Sensoren HMS100 T/TF zusätzlich der Auslösegrund des Alarms (zu kalt, zu warm, zu trocken, zu feucht, jeweils mit maximalem bzw. minimalem Wert beim Alarm).

Bei diesen Sensoren wird bei der Über- bzw. Unterschreitung der eingestellten Parameter die Art der Grenzwertüberschreitung bereits in der oberen Displayzeile neben dem Thermometersymbol angezeigt (Pfeil nach oben – Überschreitung der oberen Grenze; Pfeil nach unten – Unterschreitung der unteren Grenze).

Die Alarmausgabe kann auf mehrere Arten erfolgen. Zunächst ist dies die oben beschriebene optische Ausgabe im Display. Zusätzlich ist ein Signalgeber in der Zentrale zuschaltbar. Seine Aktivierung erfolgt für jeden Sensor einzeln im Rahmen der Programmierung des Sensors. So kann man z. B. für die Rauchmelder festle-



Bild 4: Bis zu 4 FI-Trenner sind einsetzbar



Bild 5: Der Telefon-Alarmwähler wählt automatisch bis zu drei Nummern an, um einen Alarm mitzuteilen

Ist in der Gebäudeinstallation kein FI-Schalter vorhanden, kann man in Einzelfällen, z. B. für eine Waschmaschine, dennoch einen FI-Schutz realisieren, indem man in die belegte Steckdose einen so genannten Personenschutzadapter einsteckt, an diesen wiederum den FI-Trenner und die Maschine anschließt. Im Alarmfall löst dann der FI-Trenner den Personenschutzadapter aus, der wiederum nur die Waschmaschine vom Netz trennt und damit auch das meist vorhandene Aquastopventil schließt.

Der bis zu 16 A belastbare FI-Trenner verfügt über eine Testfunktion, die einen schnellen Test des betreffenden Stromkreises ermöglicht. Sie löst nach längerem Drücken der Anmelde-/Testtaste am HMS100 FIT oder nach Auslösen von der Zentrale aus den Fehlerstromschutzschalter aus.

Er meldet sich übrigens, wie die Sensoren, regelmäßig bei der Zentrale, um das Bestehen der Funkverbindung unter Kontrolle zu halten.

Bei Anruf Alarm

Die vierte Alarmausgabemöglichkeit bildet der ebenfalls per Funk angesteuerte Telefon-Alarmwähler HMS100 AW (Abbildung 5). Er wählt im Alarmfall vorher programmierte Nummern (max. 3 versch. Nummern mit je max. 22 Ziffern), um z. B. das eigene Handy, Freunde, Nachbarn etc. zu verständigen, und übermittelt den Alarm durch eine Tonfolge.

Die Anwahl erfolgt so:

Zunächst wird Rufnummer 1 gewählt. Kann der Alarm über diese Nummer abgesetzt werden, gilt er als bestätigt. Ist der Versuch über Rufnummer 1 erfolglos, wird Rufnummer 2 gewählt. Ist das Absetzen des Alarms auch über Rufnummer 2 nicht möglich, wählt der Alarmwähler Rufnummer 3. Ist auch Rufnummer 3 erfolglos, folgt wieder Rufnummer 1 usw., bis einer der Teilnehmer erreicht ist.

Die Stromversorgung des Alarmwählers kann wahlweise ausschließlich über

Batterien oder zusätzlich zu den Batterien über ein Netzteil erfolgen. Der Batteriebetrieb bietet den Vorteil, dass das System völlig autark arbeitet. Dies ist vorteilhaft, falls z. B. neben dem Telefonanschluss kein Netzanschluss vorhanden ist.

Beim Betrieb mit einem zusätzlichen Netzteil dienen die Batterien lediglich zur Notstromversorgung. Deshalb sind in jedem Fall Batterien einzusetzen.

Auch hier erfolgt eine regelmäßige Statusmeldung zur Kontrolle der Funkverbindung.

Man sieht also, die Alarmierungsmöglichkeiten sind recht umfangreich und sehr flexibel einsetzbar.

Kommen wir nun zu den einzelnen Sensoren des Systems.

Wenn es schwelt – Rauchmelder HMS100 RM

Der Funk-Rauchmelder (Abbildung 6) ist vom Arbeitsprinzip her ein alter Bekannter aus dem ELV-Sortiment, der ein einzigartiges Feature aufweist. Denn er ist in seiner Ansprechempfindlichkeit einstellbar und kann somit auch in Räumen eingesetzt werden, in denen geraucht oder gekocht wird. Die dabei auftretenden Rauch- bzw. Dampfentwicklungen sind selten so intensiv wie Brandrauch, insbesondere bei einem beginnenden Schwelbrand oder beim Brand von Einrichtungsmaterialien. Deshalb kann damit auch der „Raucher-Haushalt“ sein Wohn- oder Schlafzimmer mit

einem Rauchmelder bestücken, denn gerade in diesen Zimmern entstehen die meisten durch Raucher verursachten Brände. Da der Rauchmelder selbst über eine durchdringende Sirene verfügt, sollte die Gefahr des Einschlafens mit brennender Zigarette mit den allermeist tödlichen Folgen gebannt sein ...

Auch der Einsatz in der Küche macht nun Sinn – damit wird es möglich, dass der nicht ausgeschaltete Herd mit dem in-between brennenden Kochtopf noch rechtzeitig erkannt wird.

Der Rauchmelder arbeitet mit einem optischen Trübungsmelder und ansonsten völlig autark. Das heißt, er warnt sogar bei ausgeschalteter Zentrale.

Unsichtbare Gefahr erkannt – Gasmelder HMS100 MG/PG/CO

Dass Gasunfälle materiell besonders verheerend und für Menschen tragisch enden, hat wohl jeder zumindest schon im Fernsehen erleben können.

Ein Gasmelder erkennt, entsprechend der zu erkennenden Gasart richtig montiert, sehr frühzeitig einen Gasaustritt, weit unterhalb jeglicher Gefährdungsschwelle. Wenn er anschlägt, bleibt immer noch genügend Zeit, planvoll ein Gebäude zu verlassen und entsprechende Maßnahmen zu veranlassen, bevor ein größerer Schaden, im Extremfall eine Gasexplosion, auftritt.

Denn viele Gase haben weder Geruch noch Geschmack und zu sehen sind sie auch nicht. Deshalb gehört eigentlich auch ein Gasmelder neben dem Rauchmelder zur Grundausrüstung eines Haushalts, der mit Gas versorgt wird. Aber auch alle anderen Haushalte leben mit einem CO-Melder auf der sicheren Seite, wie wir sehen werden.



Bild 6: Schlägt Alarm, bevor es richtig brennt – Rauchmelder HMS100 RM



Bild 7: Die Gasmelder warnen lange, bevor es gefährlich wird. Hier der Typ MG für Stadt-/Methan-gas

Innerhalb des HMS-100-Systems kann man aus drei äußerlich baugleichen Gasmeldern auswählen, einem für Erdgas (Abbildung 7), einem für Flüssiggas und einem für Kohlenmonoxid.

HMS100 MG

Dieser Gasmelder signalisiert das Austreten von Stadt- und Erdgas sowie Methangas aus Geräten, Leitungen etc.

Diese Gase nennt man, da sie leichter sind als Luft, aufsteigende Gase. Deshalb ist hier der Gasmelder im überwachten Raum möglichst hoch zu montieren. Er wird, wie die beiden anderen Melder auch, mit einem Netzteil betrieben, da hier ein Batteriebetrieb aufgrund des Arbeitsprinzips des beheizten Gasdetektors unökonomisch wäre.

HMS100 PG

PG kommt von Propangas und kennzeichnet diesen Melder als Flüssiggas-Melder für Butan und Propan, das sind die bekannten Flaschen- oder Tankgase, wie sie oft zum Kochen, zum Grillen, in kleinen Imbissen, zur Beheizung von Terrassen, Gewächshäusern oder der Hobbywerkstatt eingesetzt werden. Diese Gase sind schwerer als Luft und sinken demzufolge zu Boden. Hier ist der Gasmelder also möglichst bodennah unterzubringen.

HMS100 CO

Dieser Gasmelder sollte, wie gesagt, neben einem Rauchmelder Standardaustattung sein. Insbesondere gilt dies für Haushalte mit Gasheizungen bzw. Gasthermen (z. B. im Bad) oder mit traditionell bzw. mit Gas beheizten Öfen und Kaminen. Er erkennt das tückische Kohlenmonoxid (CO) sehr frühzeitig. Tritt dieses unsicht- und unriechbare Gas aus, ist der Mensch in höchstem Maße gefährdet. Denn dieses Gas wirkt schnell narkotisierend – selbst, wenn man den Gasaustritt noch anhand von Schwindel, Übelkeit und Gleichgewichtsstörungen bemerkt, ist es meist zu spät, man ist nicht mehr in der Lage, zielgerichtet einen gefährdeten Raum

zu verlassen. Kohlenmonoxid ist auch die (Haupt-) Ursache der landläufig „Rauchvergiftung“ genannten Vergiftungserscheinung bei Bränden. Während man hier aber meist sehen kann, dass es brennt, ist der geruchlose Austritt aus einem defekten Kamin, einer nicht oder schlecht gewarteten Gastherme noch gefährlicher, weil man innerhalb kürzester Zeit nicht mehr in der Lage ist, zu reagieren und schließlich in den meisten Fällen unmittelbar an einer Lungenvergiftung stirbt.

Ein in der Presse vor einiger Zeit propagiertes Beispiel mag typisch für dieses Gas sein: Ein Rentnerpaar fühlte sich in der Wohnung zunehmend unwohl – Kopfschmerzen, Schwindel, usw. Eines Tages starb der Mann auf seinem Sofa ohne zunächst erkennbaren Grund. Der Arzt erkannte auf natürlichen Tod des älteren Herrn. Nur durch Zufall blieb der Frau später das gleiche Schicksal erspart, da ein Enkel sich bei einem Besuch ebenfalls unwohl fühlte und nach einigem Suchen die Ursache fand. Es war der undichte Rauchabzug im Mehrfamilienhaus. Er hatte im Bereich der Wohnung unsichtbare, aber gasdurchlässige Risse bekommen ...

Dieses gefährliche Gas ist z. B. einer der Anlässe, weshalb der Schornsteinfeger in regelmäßigen Abständen vorbeikommt, Gasgeräte, Kamine und Schornsteine überprüft. Denn in bestimmten Gegenden nisten z. B. Dohlen zu gern im Schornstein und verstopfen mit dem Nestmaterial diesen gasdicht. Die Gase strömen also zu-

rück und suchen sich andere Wege ins Freie – vielfach eine Ursache bei Unfällen mit Gasthermen. Neuere Gasheizungen verhindern durch die mechanische Gestaltung des Abzugs solche Unfälle.

Auch der beliebte offene Kamin kann zur CO-Falle werden, wenn die Grundregeln über Frischluftzufuhr und Abzug nicht beachtet werden. Wer schon einmal nach einem Kaminabend (von den Getränken abgesehen) Kopfschmerzen hatte oder sich abgeschlagen fühlte, hat genau dieses Phänomen erlebt.

Deshalb kommt ein CO-Melder eigentlich in der Wertigkeit dem Rauchmelder nahe.

Meldet alles – Kontaktmelder HMS100 TFK

Der batteriebetriebene HMS100 TFK (Abbildung 8) verfügt über einen abgesetzten Magnetschalter, der sich quasi an jede Tür, jedes Fenster, jede Klappe, jede Schublade etc. montieren lässt. Beim Öffnen des Schalters schlägt der Kontaktmelder Alarm in der Zentrale. Aber damit sind noch nicht alle Möglichkeiten dieses Schalters genannt. Denn der Meldeeingang ist alternativ zum mitgelieferten Magnetkontakt auch mit anderen Meldekontakten belegbar, z. B. dem eines Infrarot-Bewegungsmelders oder eines Trittkontaktes. Die Wirkungsrichtung (NC-Öffner- oder Alarmkontakt; NO-Schließer- bzw. Schaltkontakt) ist durch einen Jumper wählbar. Damit ist dieser Melder äußerst universell einsetzbar und das HMS100 sogar zur kleinen Alarmanlage ausbaubar.

Gegen Überschwemmung – Wassermelder HMS100 W/WD

Niemand ist gegen geplatzte Waschmaschinenschläuche, überlaufende Badewannen und ähnliche Ereignisse gefeit. Man kann aber den Schaden begrenzen, indem man vorsorglich einen Wassermelder auf dem gefährdeten Areal platziert, der austretendes Wasser sofort meldet. Genau dies ist die Aufgabe der beiden batteriebetriebenen Wassermelder des Systems (Abbil-

Bild 8: Universeller geht es kaum – der Kontaktmelder des Systems





Bild 9: Wassermelder für jeden Einsatzzweck – links der Typ W für die Registrierung von Wasserhöhen ab 2 mm, rechts der Typ WD für die Alarmierung bereits bei feinsten Feuchtigkeitsfilmen, z. B. Tau

dung 9). In der grundsätzlichen Arbeitsweise ähneln sie sich – entsteht ein Stromfluss zwischen zwei Fühlerkontakten durch Wasser oder andere leitende Flüssigkeiten, wird die Zentrale alarmiert.

Im Detail haben die beiden Melder jedoch unterschiedliche Aufgaben und unterscheiden sich damit in ihrer konstruktiven Ausführung.

HMS100 W

Der Wassermelder (Abbildung 9 links) registriert über einen abgesetzten Sensor das Auftreten von Flüssigkeiten auf dem Boden ab einer Höhe von 2 mm. Das Elektronik- und Sendeteil selbst kann erhöht und an einer sendetechnisch günstigen Stelle untergebracht werden. Dort kann ihm dann selbst ein etwas größeres „Hochwasser“ nichts anhaben.

HMS100 WD

Hier sind Fühler und Auswerteeinheit in einem Gehäuse untergebracht. Die Fühler berühren die zu überwachende Fläche direkt, so dass selbst ein geringer Feuchtigkeitsfilm, etwa eine Betauung oder Dampfniederschlag, Alarm auslösen.

Wie warm, wie kalt, wie feucht? Die Temperatur- und Temperatur-/Luftfeuchtesensoren HMS100 T/TF

Diese beiden Sensoren (Abbildung 10) vervollständigen das Sensorprogramm des HMS100. Sie erfassen Temperaturen und im Falle des Modells TF zusätzlich die Luftfeuchte und melden die entsprechenden Werte alle 7 Minuten an die Zentrale. Sind dort entsprechende Grenzwerte eingestellt, erfolgt eine Alarmierung.

So kann man das Erreichen kritischer Temperaturen, etwa Frost oder übermäßige Wärme im Gewächshaus ebenso nicht verpassen wie etwa stark ansteigende Luftfeuchte in einem feuchtegefährdeten Raum.

Temperatursensor HMS100 T

Der Sensor (in Abbildung 10 links) besitzt einen um 1 m abgesetzten, gekapselten Temperaturfühler, der sogar in Flüssigkeiten getaucht werden kann. Seine Einsatzgebiete sind beispielsweise die Erfassung und Meldung der Temperatur einer

Kühltruhe, des Gartenteichs, des Heizungskreislaufs oder des Bodens.

Temperatur-/Luftfeuchtesensor HMS100 TF

Hier sind sowohl der Temperatursensor als auch der Sensor für die Erfassung der Luftfeuchtigkeit im Gehäuse der Sendeeinheit untergebracht. Das ist der richtige Sensor, um z. B. das Raumklima in einem feuchtegefährdeten Raum zu überwachen oder das in einem Gewächshaus. Die einzige Einschränkung besteht darin, dass der Sensor nicht für den ungeschützten Einsatz im Freien zugelassen ist, wohl aber etwa unter einem Terrassendach oder schützendem Dachvorsprung arbeiten kann.

Wie man an dieser umfangreichen Vorstellung der einzelnen Komponenten des HMS100 erkennen kann, ist hier ein äußerst universell einsetzbares, in weiten Grenzen erweiterbares Meldesystem entstanden, das eine sehr große Anzahl von möglichen Gefahrenmomenten im häuslichen Alltag abdeckt. Ein vergleichbares System für den Privateinsatz wird man derzeit auf dem Markt vergeblich suchen, zumal zu einem so günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis, wie es hier realisiert wurde. Immerhin kostet die Zentrale trotz des enormen Funktionsumfangs und Komforts nur knapp 80 Euro, und die einzelnen Funk-Komponenten sind zu Preisen zwischen gut 30 und 80 Euro ebenfalls erschwinglich. Und man erhält für dieses Geld eine zuverlässige Allround-Warn- und Meldeanlage, die bedeutende Werte, ja Menschenleben schützt und damit den Wohnkomfort deutlich erhöht. **ELV**



Bild 10: Die beiden Temperatursensoren decken zahlreiche Aufgabenstellungen für die Temperatur- und Luftfeuchtemessung ab; links der Typ T mit abgesetztem Temperatursensor, rechts der Typ TF mit integrierten Sensoren für Temperatur und Luftfeuchte



Tast-Dimmer für Hutschienenmontage

Der TDH 1 dient als elektronischer Lichtdimmer/Schalter, der speziell für den Einbau in die Elektroverteilung (Hutschiene) geeignet ist. Er kann gegen ein herkömmliches Stromstoßrelais unter Beibehaltung der üblichen Lichttasterfunktion ausgetauscht oder bei Neuinstallation eingesetzt werden. Die angeschlossene Last schaltet oder dimmt man über normale, in der Elektroinstallation übliche Taster. Die Helligkeit wird über die Druckdauer auf dem Taster gesteuert. Beim Ausschalten speichert der Dimmer die zuletzt gewählte Helligkeit und stellt diese beim Einschalten automatisch wieder ein.

Dimmen: sparsames Licht nach Stimmung

Der Tast-Dimmer für Hutschienenmontage (TDH 1) dient als elektronischer Lichtdimmer/Schalter, der speziell für den Einbau in herkömmliche Elektroverteiler (Hutschiene) geeignet ist und dort Stromstoßrelais-Steuerungen ersetzen kann.

Da stellt sich sicherlich zunächst die Frage, wozu Lampen eigentlich gedimmt werden sollen.

Zum einen verändert das Dimmen die Lichtatmosphäre und erlaubt eine Anpassung an unterschiedliche Raumnutzungen

(Lesen, Fernsehen). Durch Dimmen wird zu jeder Stimmung schnell die passende Beleuchtung gefunden. Das Licht wird somit zum Gestaltungsmittel.

Zum anderen erhöht das Dimmen die Lampenlebensdauer. Wird beispielsweise die Betriebsspannung nur um 5 % verringert, was sich in der Helligkeitswahrnehmung kaum bemerkbar macht, so verdoppelt sich die Lebensdauer der Lampen. Weiterhin bringt die Helligkeitssteuerung auch einen Energiespareffekt, da im Dimmbetrieb dem Netz nur die wirklich benötigte Energie, also stets weniger als die Maximalleistung der Lampe, entnommen wird.

Der hier vorgestellte Tast-Dimmer ist

gegen ein herkömmliches Stromstoßrelais unter Beibehaltung der üblichen Lichttasterfunktion austausch- oder auch bei Neuinstallation einsetzbar. Die angeschlossenen Glühlampen werden dabei weiterhin über normale, in der Elektroinstallation übliche Taster geschaltet oder gedimmt. Dabei steuert man die Helligkeit ganz einfach über die Druckdauer auf den Taster. Da man mit einem einfachen Taster nicht ohne weiteres eine Richtungssteuerung vornehmen kann, erfolgt zunächst bei einem dauernden Tastendruck ein Heraufdimmen bis zur maximalen Helligkeit. Danach sinkt die Helligkeit wieder kontinuierlich ab. So ist man ganz einfach in der Lage, die gewünschte Helligkeit einzustellen.

Nach dem Loslassen hält der Dimmer die hier eingestellte Helligkeit.

Auch beim Ausschalten wird die zuletzt gewählte Helligkeit gespeichert und beim Einschalten automatisch wieder eingestellt. So muss man nicht immer wieder für die gleiche Lichtsituation erneut die gewünschte Helligkeit einstellen.

Der TDH 1 arbeitet als Phasenanschnitt-Dimmer. Damit können Glühlampen und Halogenlampen (230 Volt) sowie an gewickelten Transformatoren (keine elektronischen Halogenlampen-Netzteile!!) betriebene Niedervolt-Halogenlampen gedimmt werden.

Phasenanschnittsteuerung

Die einfachste und preiswerteste Möglichkeit zum Dimmen einer Lampe ist die Variation des Stromflusswinkels, z. B. mit Phasenanschnitt per Triac. Dabei gilt: Je größer der Stromflusswinkel, desto heller die Lampe. In Abbildung 1 ist die vereinfachte Grundsaltung einer Phasenanschnittsteuerung dargestellt. Nach diesem Prinzip wird die Helligkeit der Lampe am Ausgang des TDH 1 eingestellt.

Der vordere Teil jeder Sinushalbwellen der Netzspannung wird bei diesem Verfahren abgeschnitten. Beim Nulldurchgang ist er gesperrt und wird erst durch einen von einer Triggerdiode ausgelösten Schaltimpuls durchgeschaltet. Der Schaltzeit-

Technische Daten:

Betriebsspannung: 230 V/AC
 Max. Anschlussleistung: 200 W
 Gehäuse-Abmessungen
 (B x H x T): 86 x 36 x 64 mm
 Dimmerkennzeichnung: RL
 Betriebsart: Phasenanschnittsteuerung
 Lastarten: Glühlampen,
 Halogenlampen,
 Niedervolt-Halogenlampen mit konventionell gewickeltem induktivem Trafo

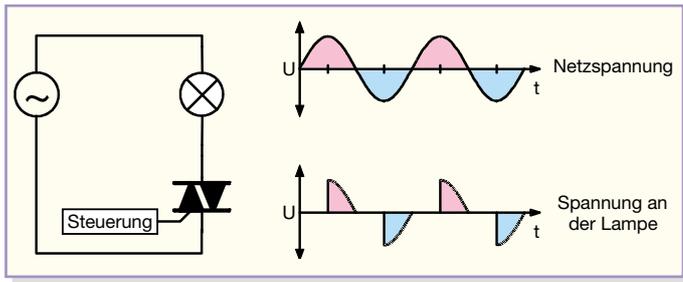


Bild 1: Das Prinzip der Phasenanschnittsteuerung

punkt wird von der Triac-Steuerung eingestellt. Bei erneutem Nulldurchgang der Sinuswelle wird der Triac wieder gesperrt. Der Vorgang wiederholt sich bei jeder Halbwelle. Bei einer Netzfrequenz von 50 Hz wird der Verbraucher 100 Mal pro Sekunde ein- und ausgeschaltet. Aufgrund der Trägheit des menschlichen Auges, aber auch aufgrund der Trägheit des Leuchtmittels wird ein flackerfreies Licht gesehen.

Bedienung

Die Bedienung des Tast-Dimmers erfolgt über die in der Elektroinstallation vorhandenen Taster (siehe auch Kapitel „Installation“). Der Tast-Dimmer wird über ein 230-V-Steuersignal, welches mit einem oder mehreren an der gleichen Phase angeschlossenen Taster erzeugt wird, bedient. Ein kurzes Betätigen des Tasters bewirkt ein sanftes Einschalten der Lampe. Durch ein nochmaliges kurzes Tasten erfolgt das Ausschalten der Lampe. Das Festhalten des Tasters bewirkt ein unentwegtes Auf- und Abdimmen der Lampe. Nach dem Loslassen wird die Helligkeit gehalten. Beim Ausschalten speichert der Dimmer die zuletzt gewählte Helligkeit und stellt sie beim erneuten Einschalten automatisch wieder ein.

Schaltung

Die Schaltung des Tast-Dimmers ist

übersichtshalber in zwei Teilen, dem Leistungssteil (Abbildung 2) und dem Steuerteil (Abbildung 3), dargestellt.

Die 230-V-Netzspannung wird über die Klemmen KL 1 (Phase, L) und KL 2 (Nullleiter, N) zugeführt. An der Klemme KL 1/T wird der Taster als Bedienelement angeschlossen. Die Klemme KL 2/L' ist der Ausgang der Schaltung, hier wird die jeweilige Last angeschlossen. Die Netzspannungszuführung ist über die von außen zugängliche Sicherung SI 1 abgesichert. Die Sicherung befindet sich auf der Steuerplatine, wurde aber zum besseren Verständnis der Schaltung im Schaltbild des Leistungssteils integriert. Der Netzanschluss L ist mit der Schaltungsmasse der gesamten Dimmerschaltung verbunden – bildet also das Bezugspotenzial für alle weiteren Betriebsspannungen und Steuersignale.

Die Versorgungsspannung der Schaltung wird über ein Kondensatornetzteil im Nullleiter-Zweig der Schaltung gewonnen. Dieses besteht aus dem Kondensator C 3, dem Elko C11, den Widerständen R 3 - R 6 und den Dioden D 1 und D 2. Der Widerstand R 6 dient der Strombegrenzung, da der Kondensator C 3 im Einschaltmoment einen hohen Strom verursacht, der die Schaltung zerstören könnte. Der Elko C 11 sorgt für eine Glättung der unstabilisierten Ausgangsspannung des Kondensatornetzteiles, welche in Bezug auf die Schaltungsmasse -15 V beträgt.

Die für den Steuerteil benötigte stabili-

sierte Betriebsspannung wird mit dem als Längsregler arbeitenden Transistor T1 mit den Vorwiderständen R 13, R 14, R 15, der Z-Diode D 3, den Elko C 8 und den Kondensator C 9 erzeugt. Diese Stabilisierung gibt an dem Emitter des Transistors T 1 eine negative Spannung (-UB) aus, die 3 V kleiner als die Bezugsmasse (GND) ist.

Das zentrale Bauelement des Leistungssteils ist der Baustein U2008B (IC 1), der die wesentlichen Funktionen für die Triac-Ansteuerung beinhaltet und ein einfaches, nur wenige Bauelemente umfassendes Schaltungsdesign ermöglicht. Im folgenden wird die Funktion dieses ICs kurz dargestellt.

Als Versorgungsspannung wird die un-stabilisierte Spannung (-15 V) des Kondensatornetzteiles über den Widerstand R9 auf den Pin 5 (-Vs) des IC 1 gelegt. IC 1 verfügt über eine eigene interne Spannungsstabilisierung. Weiterhin kontrolliert eine interne Spannungsüberwachung die Betriebsspannung und sorgt für ein definiertes Hochfahren des IC 1 nach dem Einschalten oder nach Unterbrechungen der Betriebsspannung.

Die Ansteuerung des Triac wird durch den Vergleich der an Pin 2 anliegenden Rampenspannung mit der an Pin 3 anliegenden Steuerspannung, wodurch die Bestimmung des Phasenwinkels des Triac-Zündimpulses erfolgt, realisiert.

Die Widerstände R 10 und R 11, der Kondensator C 7 und der Elko C 10 am Control-Eingang des IC 1, bewirken eine Störunterdrückung des Steuersignales (SIG) vom Mikrocontroller. Außerdem sorgen diese Bauteile für ein sanftes Umschalten der Helligkeitsstufen.

Die an Pin 2 anliegende Rampenspannung wird durch einen internen Rampengenerator erzeugt, wobei die Steigung dieser Spannung durch einen externen Kondensator von Pin 2 nach Masse (C 4 im

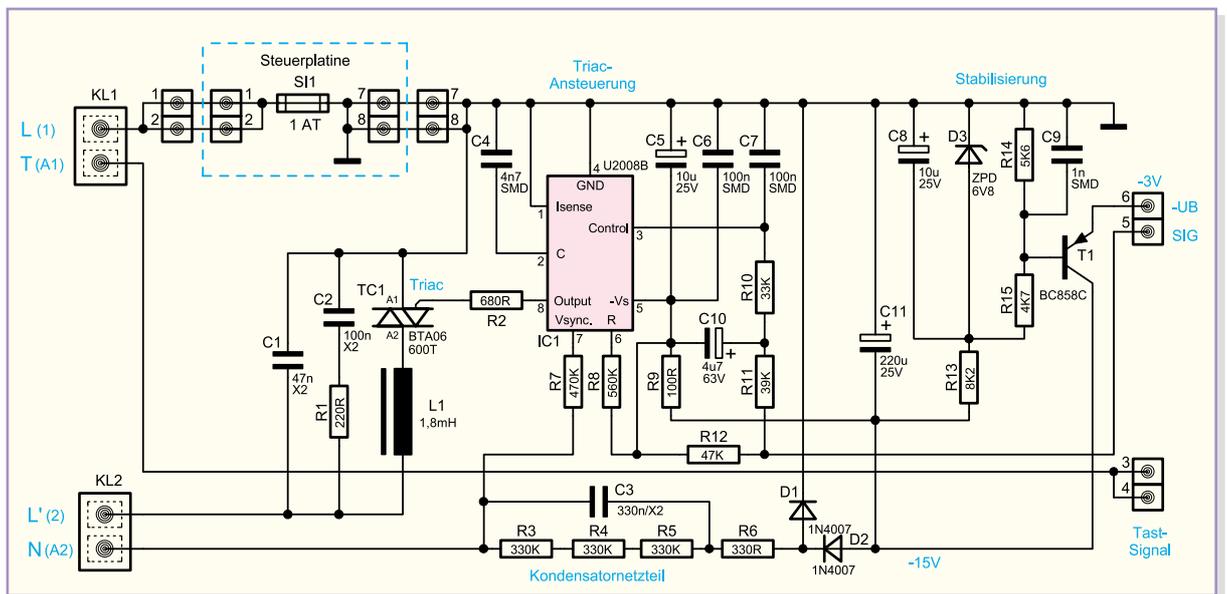


Bild 2: Schaltbild des Leistungssteils

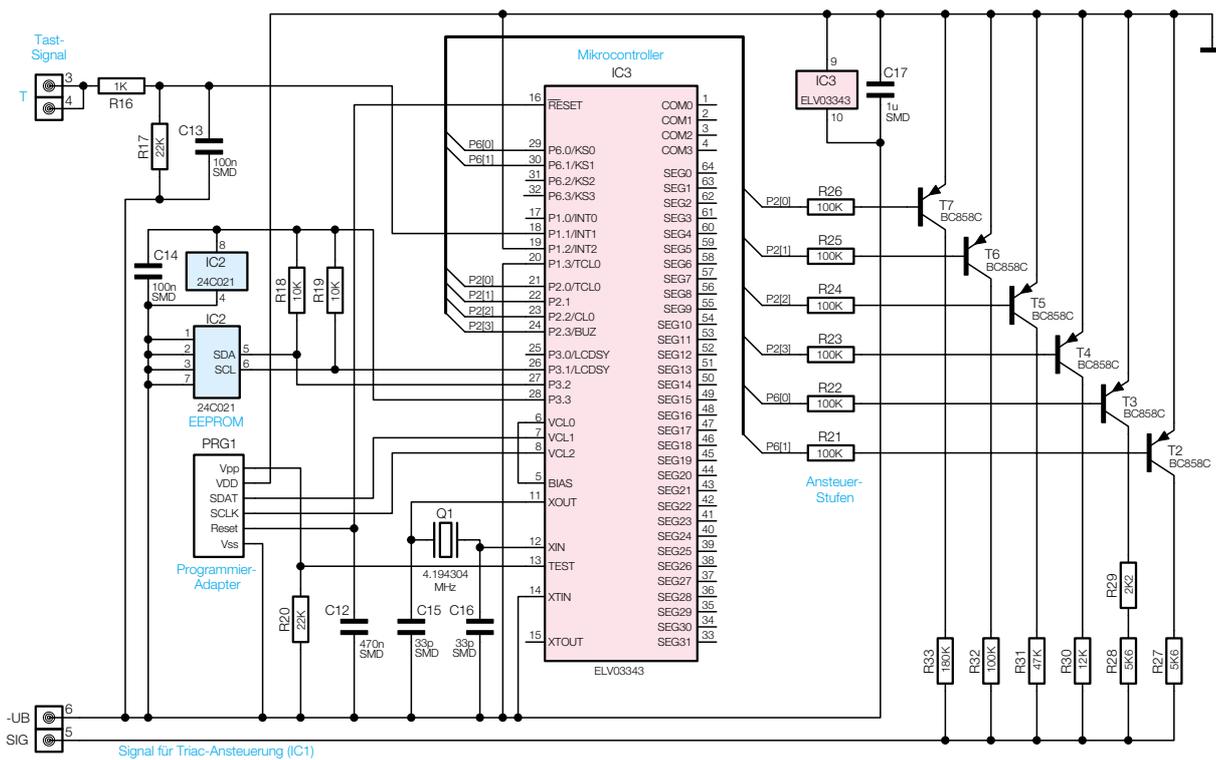


Bild 3:
Schaltbild
des Steuer-
teils

Schaltbild Leistungsteil) und dem intern erzeugten Ladestrom festlegt wird. Die Größe des Ladestroms selbst bestimmt der von Pin 6 gegen die Versorgungsspannung geschalteter Widerstand R 8. Mit diesem Widerstand wird ebenfalls der maximale Phasenwinkel festgelegt. Erreicht die Rampenspannung an Pin 2 den Wert der eingestellten Steuerspannung an Pin 3 (Signal für Triac-Ansteuerung vom Steuerteil), wird über die Ausgangsstufe (Pin 8) ein Zündimpuls ausgegeben. Dieser bewirkt ein Durchschalten des Triac TC 1 und somit das Einschalten der angeschlossenen Last. Der Anschluss Pin 8 hat eine Doppelfunktion: Zum einen wird hier der Zündimpuls ausgegeben und zum anderen die Spannung am Gate des Triacs gemessen. Nach der Triggerung des Triacs erfolgt die Spannungsmessung am Gate, die Aufschluss darüber gibt, ob der Triac auch wirklich durchgeschaltet hat. Diese Stromauswertung stellt sicher, dass beim Betrieb induktiver Last kein neuer Zündimpuls ausgegeben wird, wenn der Strom aus der vorangegangenen Halbwelle noch fließt. Es erfolgt dann eine Verschiebung des Zündimpulses. Dies verhindert den so genannten „Halbwellenbetrieb“, der zur Zerstörung induktiver Lasten führen kann. Des Weiteren stellt der Messvorgang sicher, dass der Triac überhaupt gezündet wurde. Falls nicht, wird ein weiterer Zündimpuls auf den Triac ausgegeben.

Die Kondensatoren C 1, C 2 der Widerstand R 1 und die Spule L 1 dienen zur Unterdrückung des beim Zünden des Triacs entstehenden Störspannungen.

Kommen wir damit zum in Abbildung 3

gezeigten Steuerteil. Hier befindet sich der Mikrocontroller IC 3, der die Steuerung des Tast-Dimmers übernimmt. Der Quarz Q 1 mit den Kondensatoren C 15 und C 16 stabilisiert den Hauptoszillator auf eine Frequenz von 4,1943 MHz. Der Kondensator C 12 sorgt für einen Reset-Impuls beim Zuschalten der Betriebsspannung und damit für definierte Zustände beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall. Der Programmieradapter PRG 1 und der Widerstand R 20 ermöglichen die Programmierung des Mikrocontrollers in der Serienproduktion.

In dem EEPROM (IC 2) werden die eingestellten Daten des TDH 1, wie beispielsweise zuletzt eingestellte Helligkeitsstufe, abgespeichert, so dass die zuletzt gewählte Helligkeit nach dem Wiedereinschalten sofort eingestellt ist.

Das Tast-Signal der Schaltung ist direkt auf den Mikrocontroller geschaltet. Im Ruhezustand des Taster-Einganges (T) liegt über den Pull-down Widerstand R 17 das -UB Potential an dem Mikrocontroller-Eingang P 1.1 an. Dieser wertet dies als „High“-Signal aus. Bei Betätigung des Tasters wird das Tast-Signal auf Bezugsmasse geschaltet und der Mikrocontroller erkennt dies als „low“-Signal. Der Kondensator C 13 dient zur Entprellung des Tastereinganges. Wie bereits beschrieben, übernimmt der Mikrocontroller die eigentliche Steuerung des Tast-Dimmers und somit auch die Steuerung des Leistungsteils. Mit den Ausgängen P 2.0 – P 2.3, P 6.0 und P 6.1 lassen sich die nachgeschalteten Transistoren (T 2 bis T 7) schalten und somit unterschiedliche Triac-Ansteuerstufen

einstellen. Diese Transistoren schalten bei jeweiliger Ansteuerung die Widerstände R 27 bis R 33 durch. Dies bewirkt einen unterschiedlichen Spannungsabfall über den Widerstand R 12 (siehe Schaltbild des Leistungsteils), der in Reihe mit den jeweilig zugeschalteten Widerständen liegt. Diese Spannung liegt an dem Control-Pin (Pin 3) des U2008B an. Aus der Differenz zwischen der Spannung an Pin 3 und der Referenzspannung an Pin 2 wird der Phasenwinkel bestimmt und somit der Triac gezündet. Durch den eingestellten Phasenwinkel ergibt sich die Helligkeit der Lampe.

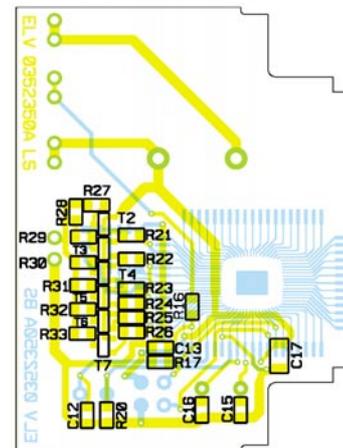
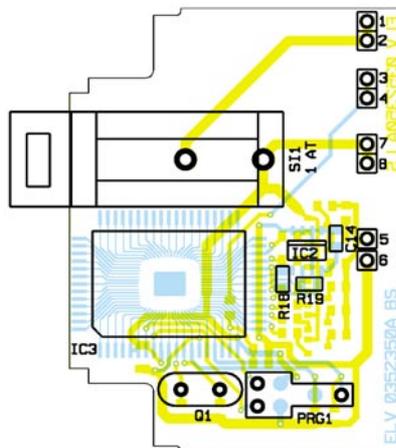
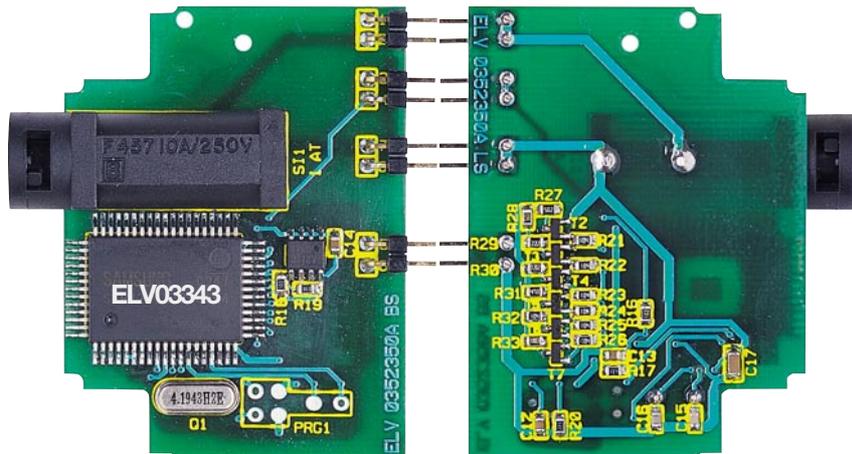
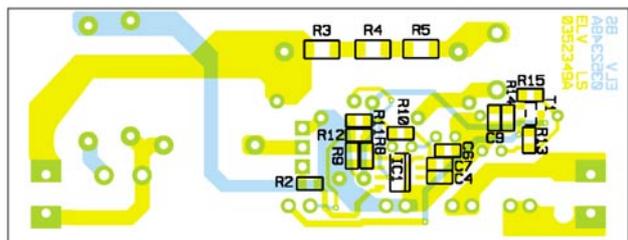
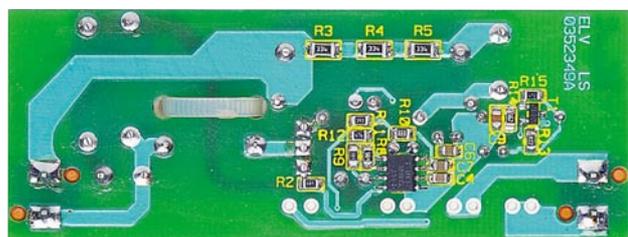
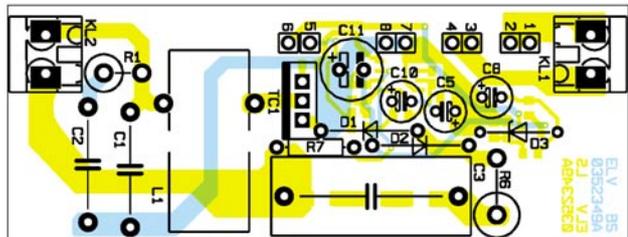
Nachbau

Der Aufbau des TDH 1 erfolgt auf zwei Platinen, wobei die Bestückung gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauteilen anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und dem Bestückungsdruck auf den Platinen vorzunehmen ist.

Deshalb gehören zur erforderlichen Werkstattausrüstung ein regelbarer LötKolben mit sehr schlanker Spitze, eine feine Pinzette, feines Lötzinn und ebensolche Entlötlitze für das einfache Beseitigen von unerwünschten Lötbrücken. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste.

Begonnen wird mit der Bestückung der SMD-Bauteile auf der Löt- (LS) und Bestückungsseite (BS) der Steuerplatine und auf der Lötseite der Leistungsplatine.

Zuerst sind die ICs IC 1, IC 2 und IC 3 zu bestücken. Bei diesen ist sehr sorgfältig auf die korrekte Einbaulage zu achten. Am Mikrocontroller (IC 3) ist die Pin 1 zuge-



Ansicht der fertig bestückten Leistungsplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

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

Stückliste: Tast-Dimmer-Hutschiene TDH 1

Widerstände:

100Ω/SMD	R9
220Ω/2W	R1
330Ω/2W	R6
680Ω/SMD	R2
1kΩ/SMD	R16
2,2kΩ/SMD	R29
4,7kΩ/SMD	R15
5,6kΩ/SMD	R14, R27, R28
8,2kΩ/SMD	R13
10kΩ/SMD	R18, R19
12kΩ/SMD	R30
22kΩ/SMD	R17, R20
33kΩ/SMD	R10
39kΩ/SMD	R11
47kΩ/SMD	R12, R31
100kΩ/SMD	R21-R26, R32
180kΩ/SMD	R33
330kΩ/SMD/ 1206	R3-R5
470kΩ	R7
560kΩ/SMD	R8

Kondensatoren:

33pF/SMD	C15, C16
1nF/SMD	C9
4,7nF/SMD	C4
47nF/275V~/X2/MKP	C1
100nF/SMD	C6, C7, C13, C14
100nF/250V~/X2	C2
330nF/275V~/X2	C3
470nF/SMD	C12
1µF/SMD/Bauform 1206	C17
4,7µF/63V	C10
10µF/25V	C5, C8
220µF/25V	C11

Halbleiter:

U2008B/SMD	IC1
24C2021/SMD	IC2
ELV03343/SMD	IC3
BTA06-600T	TC1
BC858C	T1-T7
1N4007	D1, D2
ZPD6,8V/0,4W	D3

Sonstiges:

- Quarz, 4,1943 MHz, HC49U4 Q1
- Ringkern-drossel, 1,8 mH L1
- Schraubklemmleiste,
2-polig KL1, KL2
- Sicherung, 1A, träge SI1
- Sicherungshalter,
liegend, print SI1
- 4 Stiftleisten, 1 x 2-polig, winkelprint
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Kunststoffschraube, 2,5 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3
- 1 Kühlkörperblech, bearbeitet
- 1 Kabelbinder, 90 mm
- 1 Isolierplatte, bearbeitet
- 1 Gehäuse-oberteil, hellgrau
- 1 Gehäuse-unterteil, hellgrau
- 1 Gehäusedeckel, bearbeitet und bedruckt
- 6 Klemmenabdeckungen, hellgrau
- 1 Rasterschieber, weiß

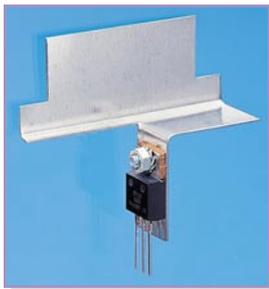


Bild 4: Die Montage des Kühlkörpers

ordnete Ecke entweder angeschrägt oder durch eine tiefe kreisförmige Ausfräsung des Gehäuses gekennzeichnet, die sich auch als Markierung im Bestückungsdruck wiederfindet. Bei IC 1 und IC 2 ist die Pin 1 zugeordnete Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Bei den ICs wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt und anschließend verlötet. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite anzulöten. Nach nochmaliger Kontrolle der korrekten Position des jeweiligen ICs sind die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte zu verlöten.

Danach setzt sich die Bestückung mit den SMD-Widerständen und SMD-Kondensatoren fort. Hier wird zunächst jeweils ein Lötpad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und an dem vorverzinnten Pad anlötet. Nach Kontrolle der korrekten Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt und einzeln vor dem Bestücken aus der Verpackung genommen werden, da sie keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert.

Im Anschluss daran sind die SMD-Transistoren in gleicher Weise mit der Leiterplatte zu verlöten. Hier ist jedoch besonders auf die richtige Polung zu achten, die sich bei den Transistoren aus der Pinkonfiguration ergibt.

Nachdem alle SMD-Bauteile verarbeitet sind, erfolgt die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente. Bei diesen Bauteilen sind überstehende Drahtenden auf der Lötseite der Platine mit einem Elektronik-Seitenschneider so abzutrennen, dass einerseits die Lötstelle nicht

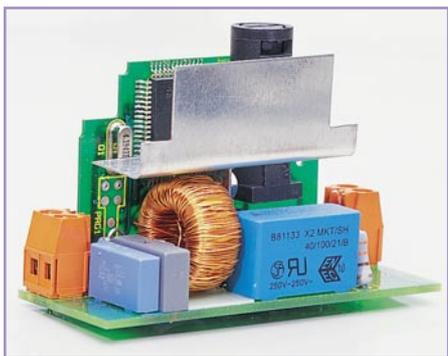


Bild 5: Die beiden montierten Platinen des TDH 1

beschädigt wird, andererseits hervorstehende Drahtenden keine Kurzschlüsse im späteren Betrieb hervorrufen können.

Dabei beginnen wir mit den Widerständen R 1, R 6 und R 7. Es ist darauf zu achten, dass R 1 und R 6 stehend zu bestücken sind. Im Anschluss daran werden der Quarz Q 1, die Dioden und die Elkos bestückt und verlötet. Bei den Elkos ist unbedingt auf polrichtige Bestückung zu achten, da diese sonst im schlimmsten Fall sogar explodieren könnten. Die Elektrolytkondensatoren sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Ebenso ist bei den Dioden auf richtige Polung zu achten. Dioden tragen einen Katodenring, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Jetzt sind noch die Kondensatoren C 1, C 2 und C 3, die Klemmen KL 1 und KL 2 und der Sicherungshalter zu bestücken und zu verlöten, gefolgt von der Spule L 1. Unterhalb der Spule ist die beiliegende Isolierplatte einzulegen, die einen Kurzschluss mit den Leiterbahnen verhindern soll. Die Spule wird mit zwischenliegender Isolierplatte mit einem Kabelbinder an der Basisplatte befestigt und verlötet. Im Anschluss daran ist der Triac zu bestücken. Zuerst ist der Triac auf dem dem Bausatz beiliegenden Kühlblech zu befestigen (siehe Abbildung 4). Dazu ist durch das Loch im Kühlblech eine M3x8-mm-Schraube einzulegen, der Triac aufzuschieben, so dass die Rückseite des Triacs „plan“ auf dem Kühlblech aufliegt. Anschließend legt man eine Zahnscheibe ein und verschraubt den Triac mit einer Mutter. Daraufhin ist der an das Kühlblech montierte Triac zu bestücken, so dass das Kühlblech etwa 3 mm über der Spule steht.

Nach abschließender Kontrolle der beiden Platinen auf Lötbrücken sind diese senkrecht miteinander zu verbinden (s. Abbildung 5). Hierzu werden an der Steuerplatine die abgewinkelte Seite der Stiftleisten angelötet und mit der Basisplatte verlötet. In den Sicherungshalter ist eine Sicherung (1 A/träge) einzulegen.

Zum Schluss erfolgt der Einbau in das Hutschienengehäuse (Abbildung 6). Dieses Gehäuse ist für die Montage auf einer DIN-Normschiene (Hutschiene) innerhalb eines Schaltschranks ausgelegt und besteht aus einem Gehäuseober- und -unterteil. In das Gehäuseunterteil wird auf der Unterseite ein Rast-



Bild 6: Die zusammengesetzten Teile des Hutschienengehäuses

schieber seitlich eingeschoben, bis dieser einrastet. Daraufhin sind die Gehäuseöffnungen, die nicht für die Klemmleisten benötigt werden, mit Abdeckkappen zu verschließen.

Nun wird die Platineneinheit eingesetzt und die beiden Gehäusehälften mit einer Schraube 2,5 x 8 mm verschraubt. Nach Aufsetzen (Einrasten) des Gehäusedeckels ist der Aufbau abgeschlossen und der fertige Tast-Dimmer bereit zur Installation.

Installation

Die Installation des Tast-Dimmers erfolgt in der Elektroverteilung (Schaltschrank/Hutschiene). **Achtung!** Sie darf nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Ein Anschlussplan für die Installation ist in Abbildung 7 dargestellt. Der Tast-Dimmer kann auch von mehreren, parallel geschalteten Tastern aus bedient werden. Bei der Lastbeschaltung ist die maximale Ausgangsleistung von 200 W unbedingt einzuhalten. **ELV**

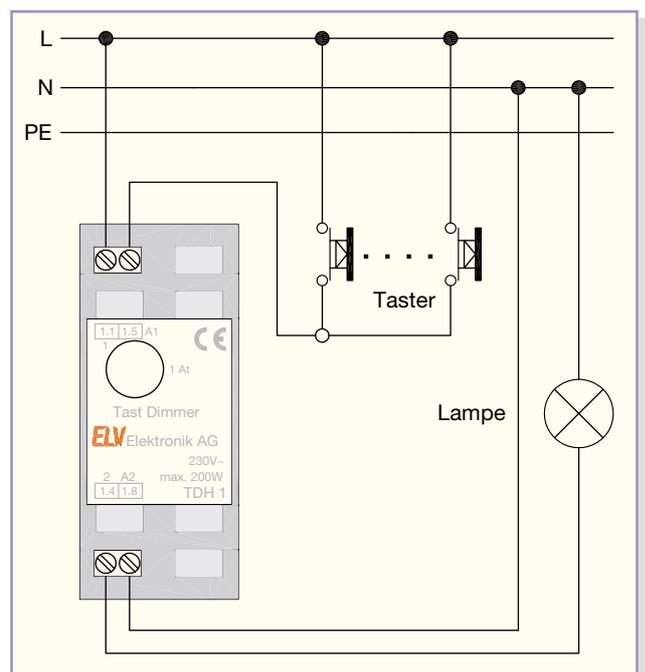


Bild 7: Installationsplan für den TDH 1

Immer pünktlich -



USB-DCF-Funkuhr

Bei der Arbeit am PC kann eine falsch eingestellte Systemuhr unangenehme Folgen haben – Erinnerungsfunktionen vom Terminkalender funktionieren nicht richtig, Dateien oder E-Mails werden mit der falschen Uhrzeit versehen und geraten in chronologischer Ordneransicht an die falsche Stelle ...

Damit die PC-eigene Systemuhr immer die exakte Uhrzeit anzeigt, wird sie mit Hilfe der USB-DCF-Funkuhr UDF 77 bei Bedarf neu gestellt. Die UDF 77 empfängt die atomgenaue Uhrzeit und das aktuelle Datum durch das DCF-77-Longwellen-Zeitsignal aus Frankfurt/Mainflingen.

Automatisch richtig

Wenn der E-Mail-Posteingangsordner nicht mehr auf den Bildschirm passt, liest man oft nur die oberen E-Mails. Je nach Einstellung stehen ganz oben in der Liste des Posteingangsordners ja schließlich die neuesten und noch ungelesenen Nachrichten. Durch eine falsch eingestellte Systemzeit kann es aber passieren, dass sich wichtige E-Mails weiter unten im Posteingangsordner befinden und so unentdeckt bleiben.

Auch in Verbindung mit einer Telefonanlage kann eine ungenaue Systemzeit für Probleme sorgen. Falsch datierte Faxe,

Anrufbeantworter, die sich zur falschen Zeit aktivieren oder falsche Zeiten aufzeichnen und fehlerhafte Anruflisten sind mögliche Auswirkungen.

Die Systemuhr eines heutigen PCs arbeitet zwar mit Quarzgenauigkeit, durch die starken Temperaturschwankungen im PC-Gehäuse ist diese Quarzgenauigkeit jedoch eingeschränkt. Auch eine schwache CMOS-Batterie kann zu einer ungenauen Funktion der Systemuhr führen.

Abgesehen von diesen Hardwarefehlern, können Softwarefehler, Systemabstürze und Computerviren die Systemuhr verstellen. Das Aktualisieren der Systemuhr über das Internet setzt eine permanente Internetverbindung voraus. Nachteile sind hier

die Internetgebühren und die Gefahr, dass, insbesondere bei unbeaufsichtigtem Betrieb, persönliche Daten ausspioniert oder Viren und Dialer auf den PC gebracht werden können.

Abhilfe schafft hier die USB-DCF-Funkuhr UDF 77. Sie ist eine unabhängig vom Rechner arbeitende Uhr, die sich durch das

Technische Daten:

Empfangsfrequenz:	..... 77,5 kHz
Betriebsspannung:	..... 3/5 V DC
Batterie:	..... 2 x Mignon 1,5 V
Batterielebensdauer:	..... ca. 100.000 h
Stromaufnahme USB-Betrieb:	ca. 35 mA
Abm. (B x H x T):	.. 70 x 100 x 24 mm

DCF-77-Langwellen-Zeitssignal aus Frankfurt/Mainflingen ständig mit dem genauen amtlichen Cäsium-Zeitnormal, das die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB) zur Verfügung stellt, synchronisiert. Die Reichweite des Senders beträgt etwa 2000 km.

Die Systemuhr des PCs wird auf Knopfdruck oder in festgelegten Zeitabständen automatisch mit der USB-DCF-Funkuhr synchronisiert. Eine Gefahr durch Angriffe über das Internet besteht dabei nicht, weil der PC nicht mit diesem verbunden sein muss.

Voraussetzung sind ein freier USB-Anschluss und ein Windows-Betriebssystem, das USB unterstützt.

Der Vorteil der Datenübertragung via USB ist die hohe übertragbare Datenrate. Im Gegensatz zu PC-Funkuhren mit serieller RS-232-Datenübertragung beträgt die Abweichung der Systemuhr von der atomgenauen Uhrzeit nach dem Synchronisieren via USB nur wenige Millisekunden.

Das Auswerten des DCF-Signals übernimmt ein Mikrocontroller. Auf diese Weise sind Fehlinterpretationen des DCF-Signals durch zu hohe Prozessorauslastung des PCs ausgeschlossen. Der Prozessor des PCs wird durch das UDF-77-PC-Programm selbst nur vernachlässigbar gering belastet.

Die UDF 77 arbeitet autark, also auch bei ausgeschaltetem PC.

Bei einer schlechten Empfangslage stört der eingeschaltete PC möglicherweise das DCF-Signal. Die UDF 77 versucht dann täglich um 4:10 Uhr, sich mit dem DCF-Signal zu synchronisieren. Dabei gehen wir davon aus, dass um diese Zeit nur wenige mögliche Störquellen aktiv sind. Selbst, wenn sich die UDF 77 nur einmal täglich synchronisiert, ist ihre Genauigkeit immer noch der einer Quarzuhr überlegen, da sie jeden Tag erneut hoch genau (Abweichung 1 Sekunde in 1 Mio. Jahren) synchronisiert wird.

Funktion

Die UDF 77 funktioniert mit ihren internen Batterien unabhängig von der Energieversorgung durch den PC. So kann sie, wie erwähnt, auch autark arbeiten. Lediglich bei eingeschaltetem PC erhält sie ihre Betriebsspannung via USB – das spart Batteriekapazität.

Zur Funktionskontrolle verfügt die Uhr über eine Status-LED. Sobald der DCF-Empfänger der UDF 77 eingeschaltet ist, beginnt die Status-LED zu blinken. Wenn die Empfangsqualität in Ordnung ist, leuchtet die Status-LED kontinuierlich. Mit Hilfe dieser LED kann die UDF 77 optimal ausgerichtet werden. Beim Ausrichten ist zu beachten, dass die Empfangsanzeige

eine Verzögerung von ca. 3 Sekunden hat – man muss sich u. U. schon einige Minuten Zeit nehmen, hat aber dann einen für den Standort optimalen Empfang.

Aufgrund des folgend beschriebenen Spannungsversorgungs-Managements leuchtet die LED jedoch nicht permanent weiter, wenn sich das Gerät im Batteriebetrieb befindet. Dann erfolgt ja lediglich, wie beschrieben 1x täglich der Senderruf.

Die UDF 77 arbeitet in 2 Modi

Der Erste ist der erwähnte autarke Betrieb, also ohne angeschlossenen USB oder bei abgeschaltetem PC. Nach dem Einlegen der Batterien versucht die UDF 77, sich mit dem DCF-Signal zu synchronisieren. Verläuft dies erfolgreich, wird der DCF-Empfänger abgeschaltet, um die Batterien zu schonen. Konnte der Empfänger 15 Minuten lang kein Signal empfangen, wird der DCF-Empfänger ebenfalls zunächst abgeschaltet. Nach 4 Stunden und 10 Minuten bei unsynchronisierter Uhr bzw. täglich um 4:10 Uhr schaltet der Mikroprozessor der Uhr den DCF-Empfänger ein und es erfolgt ein erneuter Empfangsversuch wie oben beschrieben, wieder bis zu ca. 15 Min. lang.

Der zweite Modus ist der mit eingeschaltetem PC. Jetzt wird die DCF-Uhr von der USB-Spannungsversorgung gespeist, die Batterien werden geschont. Der DCF-Empfänger ist jetzt ständig aktiv und kann jederzeit die aktuellste Zeit ausgeben.

Schaltung

Die Schaltung der UDF 77, dargestellt in Abbildung 1, besteht im Wesentlichen aus dem USB-Chip IC 1 (FT245BM), dem DCF-Modul und dem Mikrocontroller IC 3.

Mikrocontroller IC 3

Der Mikrocontroller IC 3 übernimmt permanent die Funktion der eigentlichen Uhr. Dazu wird zunächst nur der Sub-Oszillator des Mikrocontrollers benötigt. Durch den Quarz Q 3 und die beiden Kondensatoren C 20 und C 21 ist die Taktfrequenz des Sub-Oszillators auf 32,768 kHz stabilisiert. Bei Bedarf zieht der Mikrocontroller die GND-Anschlüsse des DCF-Empfangsmoduls und der Low-Bat-Erkennung über das SW_GND-Signal auf Low-Pegel und beginnt mit dem Auswerten der Signale.

Dazu und für die Kommunikation mit dem USB benötigt man allerdings eine höhere Taktfrequenz, die der Hauptoszillator des Prozessors erzeugt. Quarz Q 2 und die Kondensatoren C 18 und C 19 stabilisieren die Taktfrequenz auf 4,194 MHz.

Um Energie zu sparen, erfolgt ein Abschalten des Hauptoszillators, wenn er nicht benötigt wird.

Der RESET-Pin des Mikrocontrollers ist über den Kondensator C 9 mit Masse verbunden. Nach dem Einlegen der Batterien lädt sich dieser Kondensator über den internen Pull-up-Widerstand des Mikrocontrollers auf, so dass sich der Pegel am RESET-Pin mit einer ausreichend großen Verzögerung von „low“ nach „high“ ändert und der Controller einen definierten Programmstart ausführen kann.

Die Batteriespannung ist durch die Dioden D 3 und D 4 von der USB-Spannungsversorgung getrennt. Durch diese sehr einfache Entkopplung bezieht der Mikrocontroller seine Versorgungsspannung automatisch von der Quelle mit der höheren Spannung.

DCF-Empfangsmodul

Das Fertig-Modul ist ein kleiner AM-Empfänger mit Quarzfilter und automatischer Verstärkungsregelung zum Empfang des Zeitzeichensenders DCF 77. Als Antenne fungiert eine zugehörige, fertig bewickelte und an das Modul angeschlossene Ferritantenne. Das DCF-Empfangsmodul ist lediglich für den Empfang des Zeitzeichensignals zuständig, die Signalauswertung dagegen nimmt der Mikrocontroller IC 3 vor.

Das Ausgangssignal des Empfängers liegt entsprechend der Senderaustattung als genormte Impulsfolge vor und wird über einen „Open-Collector“-Ausgang an den Mikrocontroller übergeben. Zusammen mit dem Pull-up-Widerstand R 12 erzeugt dieser Ausgang High- und Low-Pegel entsprechend der Senderaustattung.

USB-Chip

Beim FT245BM handelt es sich um ein FIFO-IC zum Übertragen von Daten via USB. Die Datenübertragung erfolgt bidirektional, so dass der Mikrocontroller über die 8 Datenleitungen D [0] ... D [7] nicht nur Daten vom PC aus dem FIFO-Speicher des USB-Chip lesen kann, sondern auch Daten in den FIFO-Speicher schreiben kann, die dann zum PC übertragen werden.

Der USB-Chip hat seinen eigenen 6-MHz-Oszillator, stabilisiert mit dem Quarz Q 1 und den beiden Kondensatoren C 7 sowie C 8.

Eine Datenflusskontrolle zwischen USB-Chip und Mikrocontroller ist mit den Leitungen /RD, /WR, /TXE und /RXF realisiert.

Das serielle EEPROM IC 2 dient als USB-EEPROM. Hier sind Daten abgelegt, mit deren Hilfe der PC die Hardware eindeutig identifizieren kann.

Der USB-Chip ist durch die Diode D 3 von der Batteriespannung getrennt. Wenn der USB nicht aktiv ist, z. B. bei ausgeschaltetem PC, und die UDF 77 im Batteriebetrieb arbeitet, erhält der USB-Chip keine Betriebsspannung mehr. Dadurch werden die Batterien geschont.

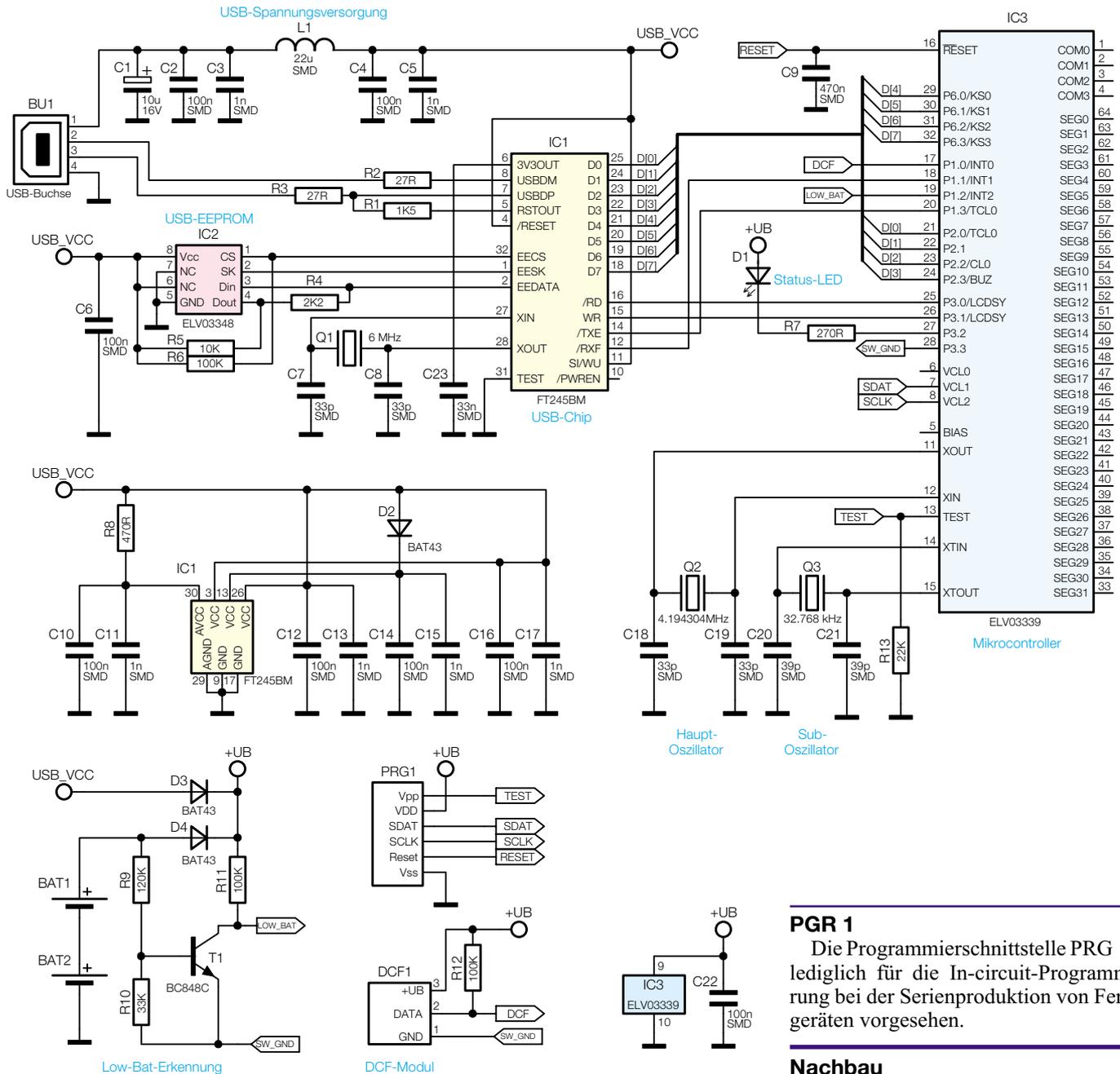


Bild 1: Schaltbild der USB-DCF-Funkuhr

Wenn der USB jedoch aktiv ist, speist die USB-Spannungsversorgung nicht nur den USB-Chip, sondern auch den Rest der Schaltung. Dabei ist die Spannung am Mikrocontroller um die Spannung, die an der Diode D 3 abfällt, geringer als die USB-Versorgungsspannung.

Zum Anpassen der Pegel zwischen FIFO-Interface und Mikrocontroller dient die Diode D 2. Hier fällt die gleiche Spannung ab wie an der Diode D 3, so dass das FIFO-Interface des USB-Chips die gleiche Versorgungsspannung erhält wie der Mikrocontroller.

Low-Bat-Erkennung

Die Low-Bat-Erkennung wird aktiviert, wenn die Uhr von der USB-Spannungsversorgung gespeist wird. Dazu zieht der Mik-

rocontroller das SW_GND-Signal auf Low-Pegel. Der Transistor T 1 zieht dann das LOW_BAT-Signal auf Low-Pegel, wenn die Batteriespannung am Basisspannteiler, bestehend aus den Widerständen R 9 und R 10, einen ausreichend hohen Signalpegel erzeugt. Bei einer Batteriespannung unterhalb von 2,4 Volt wird das LOW_BAT-Signal nicht mehr auf Low-Pegel gezogen. Die Uhr zeigt also eine Batteriespannung unterhalb von 2,4 Volt als Störung an. Es ist daher nicht empfehlenswert, Akkus zum Betreiben der Uhr einzusetzen. NiMH- und NiCd-Akkus haben eine Nennspannung von 1,2 Volt, normale Mignon-Batterien dagegen 1,5 Volt. Die Low-Bat-Erkennung kann zusammen mit solchen Akkus nicht richtig funktionieren.

PGR 1

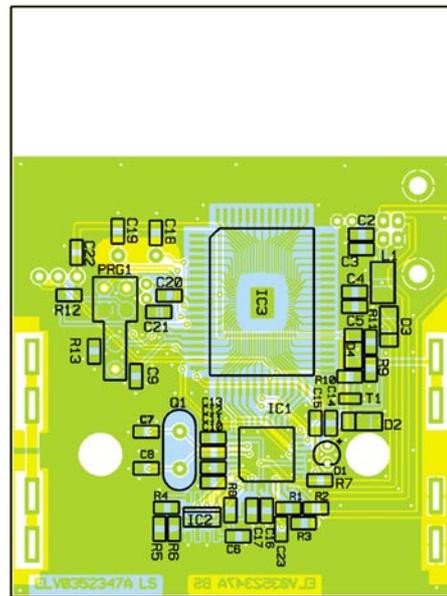
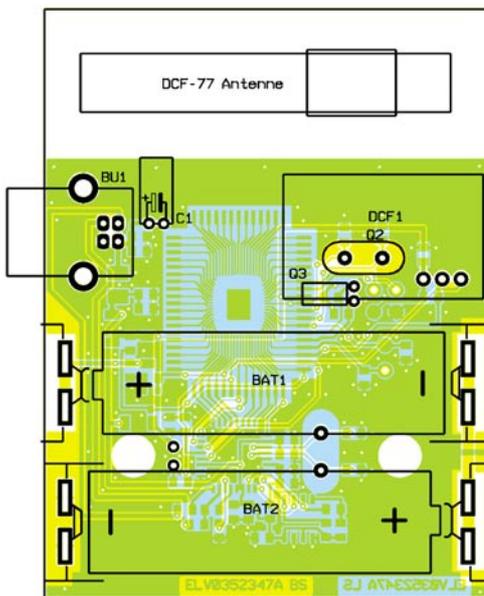
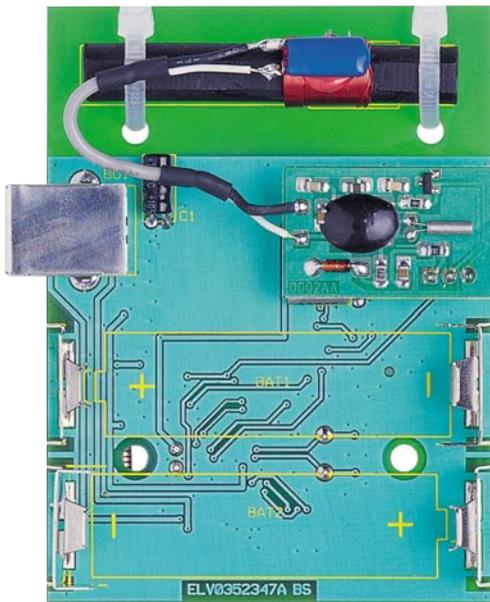
Die Programmierschnittstelle PRG 1 ist lediglich für die In-circuit-Programmierung bei der Serienproduktion von Fertigeräten vorgesehen.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitig zu bestückenden Platine nahezu ausschließlich in SMD-Technik. So konnte die gesamte Uhr samt DCF-Antenne und Batterien auf einer nur 59 x 74 mm kleinen Platine untergebracht werden. Allerdings sollte man schon etwas SMD-Löt Erfahrung besitzen, denn die Anschlüsse von IC 1 haben nur ein Raster von 0,8 mm. Selbstverständlich gehören entsprechende Werkzeuge auf den Arbeitsplatz, die Mindestausrüstung besteht aus einem geregelten Elektroniklötkolben mit sehr feiner Spitze, einer spitzen Pinzette, SMD-Lötzinn und gegebenenfalls einer Lupe und feiner Entlötlitze.

Als Hilfe zum Nachbau dienen die Stückliste, der Bestückungsplan und die Platinenfotos.

Da bei der noch leeren Platine die Verar-



Ansicht der fertig bestückten Platine der USB-DCF-Funkuhr mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

beitung der eng beieinander liegenden IC-Anschlüsse leichter fällt und man allseitig gut an die Pins herankommt, beginnt die Bestückung mit den ICs 1 bis 3.

Bei allen ICs ist sehr sorgfältig auf die richtige Einbaulage zu achten. IC 1 und IC 3 haben eingearbeitete runde Vertiefungen im Gehäuse, die Pin 1 markieren. Im Bestückungsaufdruck ist Pin 1 als abgeflachte Ecke dargestellt. IC 2 hat eine abgeflachte Gehäusekante, die der Längsmarkierung im Bestückungsaufdruck entspricht. In Abbildung 2 sind die Pins 1 aller drei ICs markiert.

Das Verlöten erfolgt durch Auftragen von wenig Lötzinn auf das Lötpad von Pin 1, Aufsetzen und Ausrichten des ICs und anschließendes Anlöten von Pin 1. Nach nochmaliger Lagekontrolle verlötet man dann die weiteren Pins, angefangen mit jenem, das Pin 1 diagonal gegenüber liegt. Die Pins von IC 3, die nicht angeschlossen sind, müssen nicht unbedingt mit der Platine verlötet werden, lediglich die Pins an allen vier Ecken sollten aus Stabilitätsgründen verlötet sein. Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins entstehen, andernfalls hilft hier vorsichtiges Absaugen überflüssigen Lötzinns mit Entlötlitze.

Jetzt werden die SMD-Widerstände, die SMD-Spule und die SMD-Kondensatoren aufgelötet. Die SMD-Kondensatoren sind nicht bedruckt, deshalb sollte man sie Stück für Stück aus der Verpackung nehmen und einzeln sofort verarbeiten.

Stückliste: USB-DCF-Funkuhr UDF 77

Widerstände:

27 Ω/SMD	R2, R3
270 Ω/SMD	R7
470 Ω/SMD	R8
1,5 kΩ/SMD	R1
2,2 kΩ/SMD	R4
10 kΩ/SMD	R5
22 kΩ/SMD	R13
33 kΩ/SMD	R10
100 kΩ/SMD	R6, R11, R12
120 kΩ/SMD	R9

Kondensatoren:

33 pF/SMD	C7, C8, C18, C19
39 pF/SMD	C20, C21
1 nF/SMD	C3, C5, C11, C13, C15, C17

33 nF/SMD	C23
100 nF/SMD	C2, C4, C6, C10, C12, C14, C16, C22
470 nF/SMD	C9
10 µF/16V	C1

Halbleiter:

FT245BM	IC1
ELV03348/SMD	IC2
ELV03339	IC3
BC848C	T1
BAT43/SMD	D2-D4
LED, 3mm, rot, low current	D1

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	Q1
Quarz, 32,768 kHz	Q3

Quarz, 4,194304MHz, HC49U4	Q2
SMD-Induktivität, 22 µH	L1
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Mignon-Batterie-Kontakt, + Kontakt, print	BAT1, BAT2
Mignon-Batteriekontakt, - Kontakt, print	BAT1, BAT2
DCF-Empfangsmodul mit Antenne	DCF1
1 Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade	
2 Kabelbinder, 90 mm	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,8 m	
1 3,5"-Diskette Software UDF77	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	



Bild 2: Die richtige Einbaulage der ICs, Pin 1 ist hier jeweils markiert.

Anschließend ist der Transistor T1 zu bestücken. Hier gibt die Anordnung der Löt pads die Einbaulage bereits vor. Beim Einlöten der SMD-Dioden D 2 bis D 4 muss man ebenfalls auf richtige Polung achten. Der Katodenring kennzeichnet die Polarität der SMD-Dioden. Auf dem Bestückungsdruck ist die Katodenseite ebenfalls markiert.

Nachdem alle SMD-Bauteile bestückt sind, folgen die bedrahteten Bauteile. Das beginnt mit den Quarzen Q 1, Q 2 und Q 3, wobei die Anschlüsse von Q 3 zuvor um 90 Grad abzuwinkeln sind, damit der Quarz nach dem Einsetzen in die Platine flach auf dieser aufliegt. Beim Einbau des Kondensators C 1 ist auf die richtige Polarität zu achten. Am Kondensator ist der negative Anschluss gekennzeichnet, im Bestückungsaufdruck dagegen der Plus-Anschluss.

Anschließend wird die Stiftleiste für das DCF-Modul DCF 1 eingelötet. Es folgt die USB-Anschlussbuchse BU 1. Bei beiden Bauteilen ist darauf zu achten, dass ihre Körper plan auf der Platine liegen, damit spätere mechanische Belastungen nicht zu Schäden an den Lötstellen führen können.

Die Mignon-Batteriekontakte sind je nach Polarität gebogen. Die negativen Kontakte haben Zungen ohne abgewinkelte Kanten. Im Bestückungsdruck sind die negativen Kontakte mit „-“ markiert.

Nachdem die Batteriekontakte eingebaut sind, befestigt man die DCF-Empfangsantenne mit 2 Kabelbindern entsprechend dem Bestückungsaufdruck. Die überstehenden Enden der Kabelbinder werden abgeschnitten.

Anschließend ist das DCF-Empfangsmodul auf die Stiftleiste zu stecken und

zu verlöten. Nach dem Verlöten darf das Modul allerdings keinen mechanischen Kräften mehr ausgesetzt werden, da sich die Löt pads des DCF-Moduls von der Platine ablösen könnten.

Zuletzt wird die LED D 1 eingesetzt. Die Anode (+) ist bei der LED durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die LED wird so weit wie möglich in die Platine gesteckt und verlötet. Sie muss senkrecht zur Platine stehen, damit sie später in die Gehäusebohrung passt.

Nachdem alle Bauteile richtig eingebaut sind und die Platine noch einmal auf Lötzinnbrücken kontrolliert wurde, befestigt man die Platine mit zwei Schrauben 2,3 x 5 mm im Gehäuse. Das Gehäuse wird geschlossen und anschließend mit vier Schrauben 2,3 x 8 mm verschraubt.

Inbetriebnahme

Nach dem Einlegen der Batterien schaltet die UDF 77 ihren DCF-Empfänger ein. Die Status-LED beginnt zu blinken. Wenn das Zeitzeichensignal sicher empfangen wird, leuchtet die LED kontinuierlich. Für einen sicheren Empfang, besonders in der Nähe eines PCs, sollte die Uhr genau ausgerichtet werden. Dabei ist, wie bereits diskutiert, zu beachten, dass die Status-LED mit einer Verzögerung von ca. 3 Sekunden arbeitet.

Ein guter Empfang wird erreicht, wenn der Ferrit-Kern der DCF-Empfangsantenne im rechten Winkel zum Sender in Frankfurt/Mainflingen ausgerichtet ist (Abbildung 3). Es ist dabei darauf zu achten, dass der Ferrit-Kern auch waagrecht ausgerichtet sein muss. Wenn die UDF 77 auf einer waagerechten Fläche liegt oder senkrecht steht bzw. hängt, ist der Ferrit-Kern immer waagrecht ausgerichtet. Ist der Empfang nicht stabil oder kommt gar kein Empfang zustande, so sind meist Störfelder in der Nähe der Antenne die Ursache, etwa von PCs, (Röhren-) Monitoren, Fernsehgeräten, Geräten mit stark streuenden Netztrafos, mit Elektromotoren usw. Hier hilft ein möglichst weites Entfernen des Empfängers von der Störquelle.

Eine Empfangsanzeige zum Ausrichten der Uhr ist auch im UDF-77-PC-Programm integriert. Um dies zu nutzen, wird die Uhr über das USB-Kabel an den PC angeschlossen. Das Betriebssystem „Windows“ erkennt die UDF 77 als neue Hardware und sucht anschließend nach geeigneten Treibern dafür. Diese befinden sich auf der mit dem Bausatz mitgelieferten Diskette. Warnhinwei-

se von Windows XP können mit „Installation fortsetzen“ übergangen werden (Abbildung 4).

Nach erfolgreicher Treiberinstallation erscheint die Uhr als „ELV USB DCF Funkuhr UDF 77“ im Gerätemanager unter „USB-Controller“.

UDF-77-PC-Programm

Neben den Treibern für die Hardware befindet sich auch das UDF-77-PC-Programm auf der mitgelieferten Diskette. Mit diesem Programm wird die Systemuhr des PCs auf Knopfdruck oder in festgelegten Zeitabständen automatisch mit der USB DCF Funkuhr synchronisiert (Abbildung 5).

Installation

Nachdem der PC die Hardware ordnungsgemäß erkannt und das Betriebssystem die zugehörigen Treiber übernommen hat, kann das UDF-77-PC-Programm installiert werden.

Dazu startet man das Setup-Programm „UDF77.msi“ von der Diskette. Das Setup-Programm gibt dann weitere Anweisungen zur Installation. Zum Ausführen dieses Setup-Programms wird der Microsoft Installer (MSI) benötigt. Falls dieser nicht vorhanden ist, kann man ihn aus dem Internet herunterladen. Wenn auch das nicht möglich ist, ist das UDF-77-PC-Programm auch manuell installierbar. Dazu muss die Datei „UDF77.exe“ aus dem Ordner „program files\ELV\UDF77“ von der Diskette in einen beliebigen Ordner auf dem PC

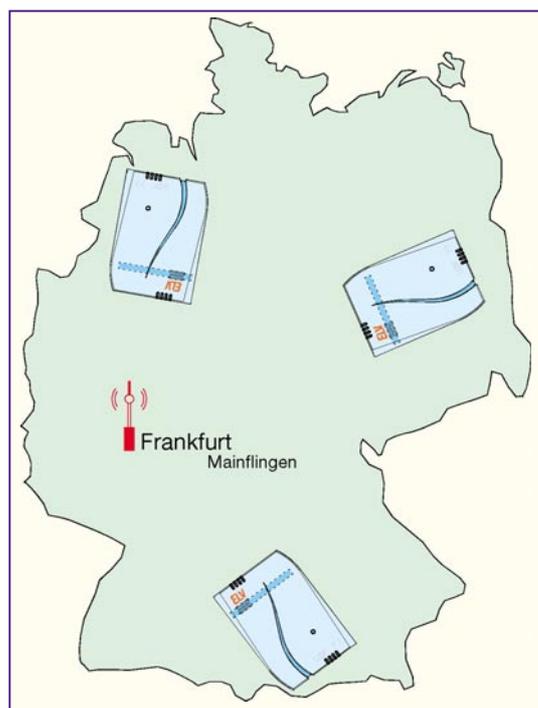


Bild 3: So erfolgt das Ausrichten des Empfängers zum DCF 77-Sender in Mainflingen bei Frankfurt/Main.



Bild 4: Die Hardwareerkennung erfolgt zusammen mit dem mitgelieferten Treiber automatisch. Die Logo-Abfrage von Windows XP kann man übergehen.

ser Anzeige kann man die UDF 77 genau wie mit der eingebauten LED ausrichten.

Im Feld „Batterie“ ist der Zustand der Batterien in der UDF 77 dargestellt. Wenn die Batterien ohne angeschlossenen PC gewechselt werden, synchronisiert sich die UDF 77 anschließend erneut mit dem DCF-Signal.

Falls die UDF 77 beim Wechseln der Batterien vom USB mit Energie versorgt wird, läuft die Uhrzeit in der UDF 77 ohne Unterbrechung weiter. In diesem Fall stehen dem PC permanent gültige Daten zur Verfügung.

Im unteren Teil des Programmfensters befinden sich Datum und Uhrzeit der Systemuhr des PCs. Die Systemuhr wird mit der Schaltfläche „Datum und Zeit“ im Feld „aktualisieren“ mit der UDF 77 synchronisiert.

Alternativ kann man eine automatische Aktualisierung aktivieren. Sobald im Feld „Intervall für automatisches Aktualisieren“ ein anderes Intervall als „nie“ ausgewählt wird, erfolgt die automatische Aktualisierung.

Wenn das Programm beim Start von Windows automatisch aufgerufen werden soll, ist die Option „Autostart im Hintergrund“ zu aktivieren. Beim nächsten Start von Windows erscheint das UDF-77-Symbol im System-Tray neben der Windows-Uhr. Durch Doppelklick oder Rechtsklick und die Auswahl „Öffnen“ wird das Hauptdialogfeld wieder geöffnet (Abbildung 7).

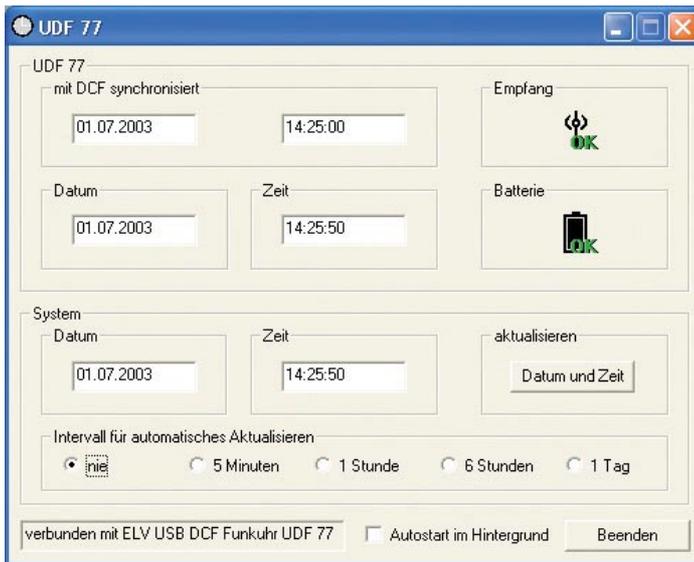


Bild 5: Das Programmfenster des PC-Programms zur UDF 77. Hier erhält man alle Statusanzeigen und kann Einstellungen der Uhr festlegen.

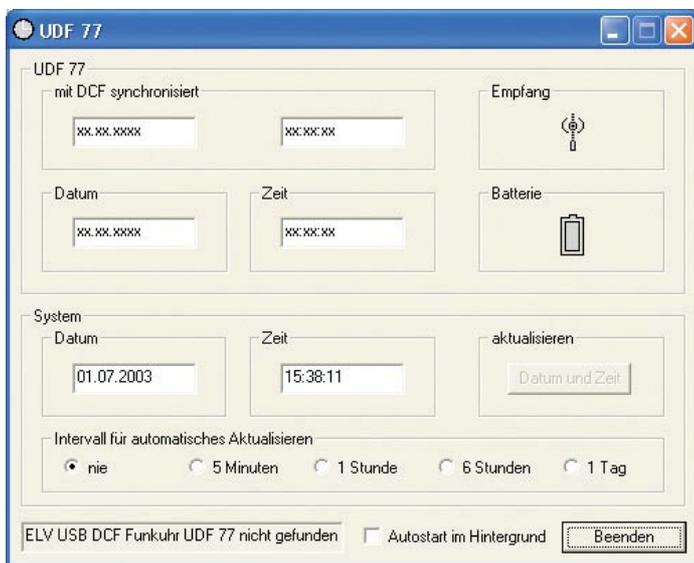


Bild 6: Betriebs- und Empfangsstörungen der DCF-Uhr werden im Programmfenster detailliert angezeigt.



Bild 7: Das UDF-77-Uhrsymbol erscheint im System-Tray neben der Windows-Uhr.

Alle Einstellungen des Programms werden gespeichert und beim nächsten Programmaufruf wiederhergestellt.

Im Fehlerfall erscheint das UDF-77-Symbol im System-Tray neben der Windows Uhr rot (Abbildung 8).



Bild 8: Im Fehlerfall wechselt das UDF-77-Uhrsymbol auf Rot.

Mögliche Ursachen für eine Fehleranzeige durch dieses Symbol sind:

- Unterbrechung der USB-Verbindung
- gestörter DCF-Empfang
- zu niedrige Batteriespannung

Um zu erkennen, welcher dieser Fehler vorliegt, öffnet man das Hauptdialogfeld des UDF-77-PC-Programms. Die entsprechenden Anzeigen geben sofort Aufschluss über die Fehlerursache.



(z.B. Desktop) kopiert werden. Von dort aus kann man das UDF-77-PC-Programm dann direkt starten.

Bedienung

Wenn die USB-Verbindung zur UDF 77 erfolgreich hergestellt ist, steht in der Statusleiste unten links im Hauptdialogfeld des UDF-77-PC-Programms „verbunden mit ELV USB DCF Funkuhr UDF 77“. Bei gestörter USB-Verbindung wird in der Statusleiste „ELV USB DCF Funkuhr UDF 77 nicht gefunden“ angezeigt. Die Anzei-

gen im Feld „UDF 77“ bleiben in diesem Fall deaktiviert (Abbildung 6).

Nach erfolgreicher Synchronisation mit dem DCF-Signal zeigt das UDF-77-PC-Programm das aktuelle Datum und die aktuelle Zeit der UDF 77 an. Im Feld „mit DCF synchronisiert“ ist außerdem der Zeitpunkt der letzten Synchronisation mit dem DCF-Signal sichtbar. Dort ist kontrollierbar, wann der letzte fehlerfreie DCF-Empfang stattgefunden hat.

Im Feld „Empfang“ wird die aktuelle Empfangsqualität angezeigt. Mit Hilfe die-



Beschleunigungsmesser BM 2

Der batteriebetriebene Beschleunigungsmesser BM 2 erfasst Beschleunigungen von -10 g bis +10 g in zwei Achsen und zeigt die Messwerte zusammen mit den Maximalwerten auf einem 2-zeiligen beleuchteten Dot-Matrix-Display an. Eine serielle Schnittstelle ermöglicht die Weiterverarbeitung der Messwerte, z. B. mit einem PC.

Allgemeines

Beschleunigungsmesser, auch als Accelerometer bezeichnet, dienen zur Erfassung der Kräfte, die bei Geschwindigkeitsänderungen auftreten. Zentrales Bauelement des BM 2 ist ein Beschleunigungssensor von Analog-Devices, der in der Lage ist, gleichzeitig die Beschleunigung in zwei Achsen (X und Y) zu erfassen.

Je nach Aufgabe kann der Messbereich von Beschleunigungssensoren sehr unterschiedlich sein. Zu den typischen Anwendungsgebieten derartiger Sensoren gehören Airbag-Systeme im Kfz-Bereich sowie Stoß- und Vibrationsüberwachungen.

Besonders bei Airbag-Anwendungen ist eine extrem hohe Zuverlässigkeit gefordert, da es unter keinen Umständen zu Fehlauslösungen kommen darf. Andererseits muss die Reaktionszeit bei einem Unfall sehr klein sein.

Durch den Einsatz von mehrachsigen Sensoren kann z. B. ein Frontalaufprall von einem Seitenaufprall unterschieden werden und die Auslösung des jeweils erforderlichen Airbags erfolgen. Grundsätzlich führen bei Airbag-Sensoren erst recht hohe Beschleunigungswerte (40 g – 250 g) zum Auslösen des Systems.

Weitere Anwendungen im Kfz-Bereich sind z. B. Crash-Sensoren, die im Fall eines Unfalls die Benzinzufuhr unterbrechen, oder Sensoren, die zur Erkennung eines Überschlags dienen. Dynamische Fahrwerksstabilisierungen basieren ebenfalls auf der Erfassung von Beschleunigungswerten.

Doch nicht nur im Automobilbereich, sondern auch in der Messtechnik gibt es unterschiedliche Anwendungsgebiete für Beschleunigungssensoren. So können z. B. Stoß- und Vibrationseinwirkungen mit Beschleunigungssensoren erfasst werden.

Mit den meisten Beschleunigungssensoren sind nicht nur dynamische Beschleunigungen, sondern auch statische Beschleunigungen wie z. B. die Erdbeschleunigung erfassbar. Beschleunigungssensoren sind auch sehr gut als Neigungssensoren nutzbar, da wir grundsätzlich der mittleren Erdbeschleunigung von $9,807 \text{ m/s}^2 \triangleq 1g$ ausgesetzt sind. Die Realisierung einer elektronischen Wasserwaage mit Beschleunigungssensoren ist ebenfalls recht einfach möglich.

Das Formelzeichen für die Beschleuni-

Technische Daten: Beschleunigungsmesser BM 2

Messbereich:	X-Achse $\pm 10 \text{ g}$ Y-Achse $\pm 10 \text{ g}$
Auflösung:	10 mg
Bandbreiten:	10 Hz, 50 Hz, 500 Hz, 5 kHz
Anzeige:	aktuelle Messwerte und Max.-Werte gleichzeitig
Display:	DOT-Matrix, 2 x 16 Zeichen
Hinterleuchtung:	Ein, Aus, zeitgesteuert
Auto-Power-off:	zeitgesteuert, deaktivierbar
Schnittstelle:	RS 232
Spannungsversorgung:	9-V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	<15 mA ohne Hinterleuchtung ca. 150 mA mit Hinterleuchtung
Abmessungen Platine:	109,5 x 53,5 mm
Abmessungen Gehäuse:	141,5 x 57 x 23,5 mm

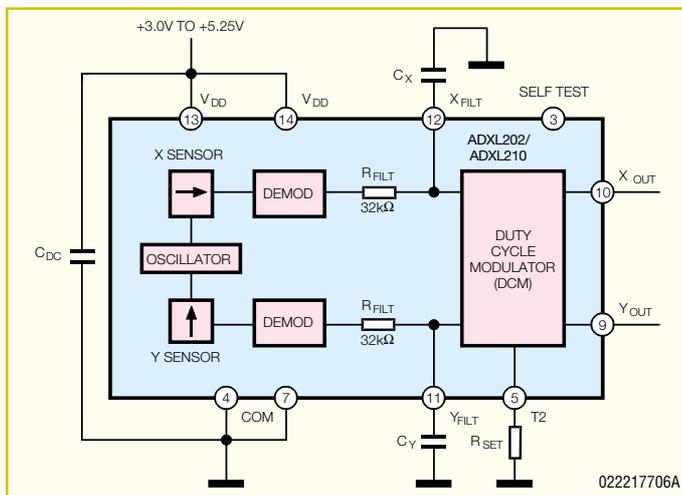


Bild 1:
Interne Struktur
der Analog-
Devices Low-g-
Beschleunigungssensoren
ADXL 202 und
ADXL 210 von
Analog-Devices



Bild 4: 2-Zeilen-Matrix-Display

menü aufgerufen und mit der rechts daneben angeordneten Taste „Auswahl“ die im jeweiligen Menü zur Verfügung stehende Auswahl getroffen. Beide Taster haben eine Toggle-Funktion, d. h. die entsprechende Taste ist so oft zu betätigen, bis das gewünschte Menü oder die gewünschte Auswahl im Display erscheint. Die Übernahme der getroffenen Einstellungen erfolgt dann mit der Taste „OK/RESET“.

Sämtliche Einstellungen werden im EEPROM-Bereich des Prozessors gespeichert und bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt erhalten.

Betrachten wir nun die Menüs mit den Auswahlmöglichkeiten im Einzelnen:

Menü Reset Max-Hold



Wie bereits erwähnt, werden im Display die aktuellen Beschleunigungswerte und die aufgetretenen Maximalwerte gleichzeitig dargestellt. In diesem Menüpunkt kann mit der Auswahltaste bestimmt werden, ob die angezeigten Maximalwerte grundsätzlich mit der „OK/RESET“-Taste manuell zu löschen sind oder ob eine automatische Löschung der im Display angezeigten Maximalwerte in 5 Sek. oder in 30 Sek. erfolgen soll.

Menü Bandbreite



In diesem Menüpunkt lässt sich mit der Auswahltaste die Bandbreite der Messwerterfassung einstellen. Je geringer die Bandbreite, desto mehr wird das Signal gefiltert, während bei großer Bandbreite auch sehr kurze Spitzenwerte erfasst werden können. Zur Auswahl stehen 10 Hz, 50 Hz, 500 Hz und 5 kHz zur Verfügung. Auch hier wird mit der „OK/RESET“-Taste der ausgewählte Wert übernommen und im EEPROM des Prozessors abgelegt.

gung ist a und die Einheit m/s^2 . Die Angabe von Beschleunigungswerten erfolgt als Vielfaches der Gravitationskraft, d. h. der immer vorhandenen Erdbeschleunigung g .

Von Beschleunigungssensoren abgegebene Messwerte sind davon abhängig, in welcher Position der Sensor zur Gravitationsbeschleunigung der Erde positioniert wird. Ohne zusätzliche Beschleunigung kann der Ausgangswert des Sensors je nach Position zur Erdachse zwischen $-1 g$ und $+1 g$ variieren.

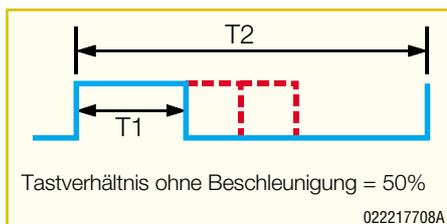


Bild 2: Pulsbreiten-Ausgangssignal des ADXL 202 bzw. ADXL 210. Ohne Beschleunigung beträgt das Tastverhältnis 50 %.

Im Gegensatz zum Kfz-Bereich sind in der Messtechnik die so genannten Low-g-Sensoren besonders interessant. Einer der führenden Hersteller auf dem Gebiet ist Analog-Devices, wo unter der Bezeichnung ADXL 202 ein 2-Achsen-Sensor mit einem Messbereich von $\pm 2 g$ und unter der Bezeichnung ADXL 210 ein 2-Achsen-Sensor mit einem Messbereich von $\pm 10 g$ zur Verfügung steht. Abbildung 1 zeigt die interne Struktur dieser Bausteine.

Messbar sind sowohl dynamische Beschleunigungen als auch die statische Gravitation mit einer Auflösung von bis zu $5 mg$ je nach genutzter Bandbreite. Für die X- und Y-Achse liefert der Sensor ausgangsseitig 2 getrennte Pulsbreitensignale, deren Periodendauer mit dem externen Widerstand R_{SET} bestimmt wird.

Mit externen Filterkondensatoren ist die Bandbreite für beide Achsen von $0,01 Hz$ bis $5 kHz$ einstellbar.

Die PWM-Ausgänge liefern ein Tastverhältnis von 50 %, wenn der Sensor in der entsprechenden Achse keiner Beschleunigung ausgesetzt wird. Je nach Richtung der Beschleunigung variiert das Tastverhältnis dann von 20 % bis 80 %

(Abbildung 2). Bei dem im BM 2 verwendeten ADXL 210 beträgt somit die Änderung des Tastverhältnisses 4 % je g Beschleunigung.

Funktion

Mit dem Beschleunigungsmesser BM 2 sind also Beschleunigungswerte im Bereich von $-10 g$ bis $+10 g$ in 2 Achsen messbar. Neben den aktuellen Werten werden auch die Maximalwerte erfasst und abgespeichert, so dass z. B. nach einer Schock- oder Vibrationsmessung der Messwert später abgelesen werden kann. Das Gerät ist mit einem beleuchteten Dot-Matrix-Display ausgestattet und verfügt über eine menügesteuerte Bedienung. Als Sensor kommt der zuvor beschriebene ADXL 210 im Miniatur-LCC-Gehäuse zum Einsatz, dessen Abmessungen nur $5 mm \times 5 mm \times 2 mm$ betragen (Abbildung 3).

An einer seriellen Schnittstelle werden die Beschleunigungsdaten zur externen Weiterverarbeitung, z. B. mit einem PC, ausgegeben.

Die Beschleunigungs-Messwerte für X und Y und die zugehörigen Maximalwerte sind gleichzeitig im 2-Zeilen-Matrix-Display abzulesen (Abbildung 4). Zur Spannungsversorgung des Gerätes dient eine interne 9-V-Blockbatterie.

Bedienung

Zur Bedienung des Beschleunigungsmessers BM 2 stehen insgesamt 5 Tasten zur Verfügung, wobei die beiden linken Taster zum Ein- und Ausschalten des Gerätes dienen. Mit der mittleren Taste „Menü“ wird das gewünschte Einstell-

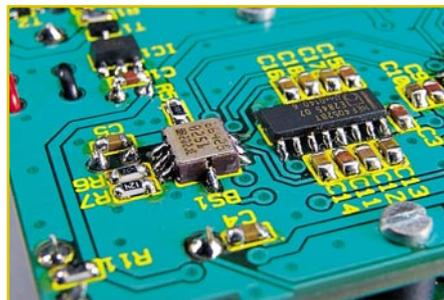


Bild 3: Sensorelement des BM 2

Menü Licht



Während die Stromaufnahme der gesamten Elektronik weniger als 15 mA beträgt, wird für die grüne Display-Hinterleuchtung ca. 135 mA benötigt. Ein wesentlicher Faktor für die Batteriebelastung ist somit die Display-Hinterleuchtung. Mit der Taste „Auswahl“ kann nun bestimmt werden, ob die Beleuchtung ständig ausgeschaltet, ständig eingeschaltet oder nach jeder Tastenbetätigung für 5 Sek., 10 Sek. oder 30 Sek. aktiviert werden soll.

Menü Auto-Power-off



In diesem Menü kann mit der „Auswahl“-Taste bestimmt werden, ob sich das Gerät nach 5 Min., 10 Min. oder 30 Min. automatisch vollständig abschalten soll. Des Weiteren kann diese Funktion deaktiviert werden, d. h. das Gerät bleibt so lange eingeschaltet, bis es mit der „Aus“-Taste deaktiviert wird.

Schnittstelle

An einer 6-poligen Western-Modular-Buchse steht eine serielle Schnittstelle zur Verfügung, die direkt mit der RS-232-Schnittstelle eines PCs verbunden werden kann. Hier wird im Normalbetrieb ca. alle 100 ms ein Datentelegramm gesendet. Während des Zugriffs auf das Menü erfolgt keine Datenausgabe. Die Datenübertragung erfolgt mit 9600 Baud, 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Paritätsbit (even) und 1 Stoppbit, wobei das Datentelegramm folgenden Aufbau hat:

Datentelegramm									
STX	x	x max	y	y max	ETX				
0x02	hi byte	lo byte	0x03						

Die Datenbytes sind vorzeichenbehaftete Integer-Werte, die zum Übertragen in lo Byte und hi Byte aufgeteilt wurden.

- x: aktueller Beschleunigungswert der X-Achse in 10 mg
- x max: maximaler Beschleunigungswert der X-Achse in 10 mg
- y: aktueller Beschleunigungswert der Y-Achse in 10 mg

y max: maximaler Beschleunigungswert der Y-Achse in 10 mg

Der Wertebereich der Datenbytes ist ±999. Damit kann eine Beschleunigung von ±9,99 g gemessen werden.

Schaltung

Die Schaltung des Beschleunigungsmessers BM 2 ist in Abbildung 5 dargestellt, woneben dem 2-Achsen-Beschleunigungssensor BS 1 des Singlechip-Mikrocontrollers IC 2 die zentralen Bauelemente sind. Der Programmcode des Prozessors befindet sich in einem chipinternen 8-kByte-Flash-Speicher und die Menüeinstellungen werden in einem im Mikrocontroller integrierten EEPROM-Bereich abgelegt. Der intern kalibrierte RC-Oszillator benötigt keine externe Beschaltung. Die gesamte Beschaltung, die zum Betrieb des Prozessors erforderlich ist, besteht aus dem Widerstand R 13 am Reset-Eingang und aus den Abblockkondensatoren C 7 bis C 10.

An Port PC 0 bis Port PC 2 sind die Bedientasten TA 3 bis TA 5 angeschlossen. Auch hier wird keine weitere externe Beschaltung benötigt, da interne Pull-up-Widerstände vorhanden sind.

Der Programmieradapter PRG 1 dient ausschließlich in der Produktion zur Programmierung des Mikrocontrollers.

Direkt mit dem Mikrocontroller verbunden ist das intelligente Dot-Matrix-Display LCD 1. Dieses Display kann in 2 Zeilen jeweils 16 Zeichen gleichzeitig darstellen, wobei die Ansteuerung über einen 8-Bit-Datenbus und die Steuerleitungen RS, R/W und CE erfolgt.

Der Kontrast des mit 5 V betriebenen Displays ist mit Hilfe des Trimmers R 12 in einem weiten Bereich einstellbar.

Wie bereits erwähnt, verfügt das Display über eine LED-Hinterleuchtung, die über den Vorwiderstand R 14 direkt an die Batteriespannung angeschlossen ist. Dadurch wird der Spannungsregler IC 1 nicht mit dem LED-Strom belastet. Ein- und ausgeschaltet wird die Hinterleuchtung mit dem Transistor T 5. Dieser Transistor steuert im eingeschalteten Zustand durch und zieht die Katodenanschlüsse der Leuchtdioden auf Massepotential. Das Steuersignal für den Transistor wiederum kommt von Port PD 5 des Mikrocontrollers.

Zur Erfassung der Beschleunigungswerte in 2 Achsen dient der Beschleunigungssensor BS 1 von Analog-Devices, dessen Messbereich, wie bereits erwähnt, jeweils ±10 g beträgt. Wenn der Sensor in der jeweiligen Achse keiner Beschleunigung ausgesetzt wird, beträgt das Tastverhältnis 50 %, wobei die Widerstände R 6 und R 7 die Periodendauer für beide Ausgänge gleichzeitig bestimmen. Je nach Beschleunigungsrichtung verringert oder vergrößert

berst sich dann das Tastverhältnis der PWM-Signale, die direkt auf Port PD 2 (Pin 32) und PD 3 (Pin 1) des Mikrocontrollers gegeben werden.

Die Bandbreite der Beschleunigungsmessung wird an Pin 6 und Pin 7 des ADXL 210E mit Hilfe von externen Filterkondensatoren (C 11–C 18) eingestellt. Mit Hilfe des CMOS-Multiplexers IC 4 erfolgt die Auswahl der Bandbreite für die X- und Y-Richtung gleichzeitig. Zur Verfügung stehen dabei die Bandbreiten 10 Hz, 50 Hz, 500 Hz und 5 kHz. Gesteuert wird der Multiplexer von PD 6 und PD 7 des Mikrocontrollers.

Neben der direkten Darstellung auf dem Display werden die Messwerte zusätzlich in serieller Form an PD 1 (Pin 31) des Mikrocontrollers ausgegeben. Die Pegelumsetzung auf RS-232-Pegel wird mit den Transistoren T 3, T 4 und den Widerständen R 8 bis R 10 vorgenommen. Von der Software des PCs ist das RTS-Signal an Pin 3 auf +12 V und das DTR-Signal an Pin 1 auf -12 V zu legen.

Ausgegeben wird letztendlich das serielle Datentelegramm an Pin 2 der 6-poligen Western-Modular-Buchse BU 1.

Die Spannungsversorgung des BM 2 ist einfach und oben links im Schaltbild zu sehen. Der Minusanschluss der 9-V-Blockbatterie ist direkt mit der Schaltungsmasse verbunden und die positive Spannung gelangt auf den Emitter des Transistors T 1. Dieser Transistor kann über den Taster TA 2 (Ein) oder über den Transistor T 2 in den leitenden Zustand versetzt werden. Sobald die Taste betätigt wird und T 1 durchgeschaltet hat, erhält die Schaltung und somit auch der Prozessor seine Betriebsspannung.

Der Mikrocontroller gibt sofort an PC 3 ein „High-Signal“ aus und steuert über R 3 den Transistor T 2 durch, der wiederum den „Ein-Zustand“ des Gerätes hält.

Zum Ausschalten des BM 2 gibt es nun 2 Möglichkeiten. Zum einen kann dies mit Hilfe des Taster TA 1 (Aus) erfolgen und zum anderen kann T 2 über den Port PC 3 wieder in den Sperrzustand versetzt werden. Dadurch ist auf recht einfache Weise eine Auto-Power-off-Funktion realisiert, die das Gerät nach der vorgegebenen Zeit automatisch ausschaltet. Über das Einstellmenü ist die Auto-Power-off-Funktion auch deaktivierbar.

Bei durchgeschaltetem Transistor T 1 gelangt die Batteriespannung auf den Pufferelko C 19 und den Eingang des Spannungsreglers IC 1, an dessen Ausgang dann die stabilisierte Spannung von 5 V zur Schaltungsversorgung zur Verfügung steht. C 2 dient am Reglerausgang zur Schwingneigungsunterdrückung, und C 1, C 3 sorgen für eine ausreichende HF-Abblockung. Der Beschleunigungssensor wird über ein

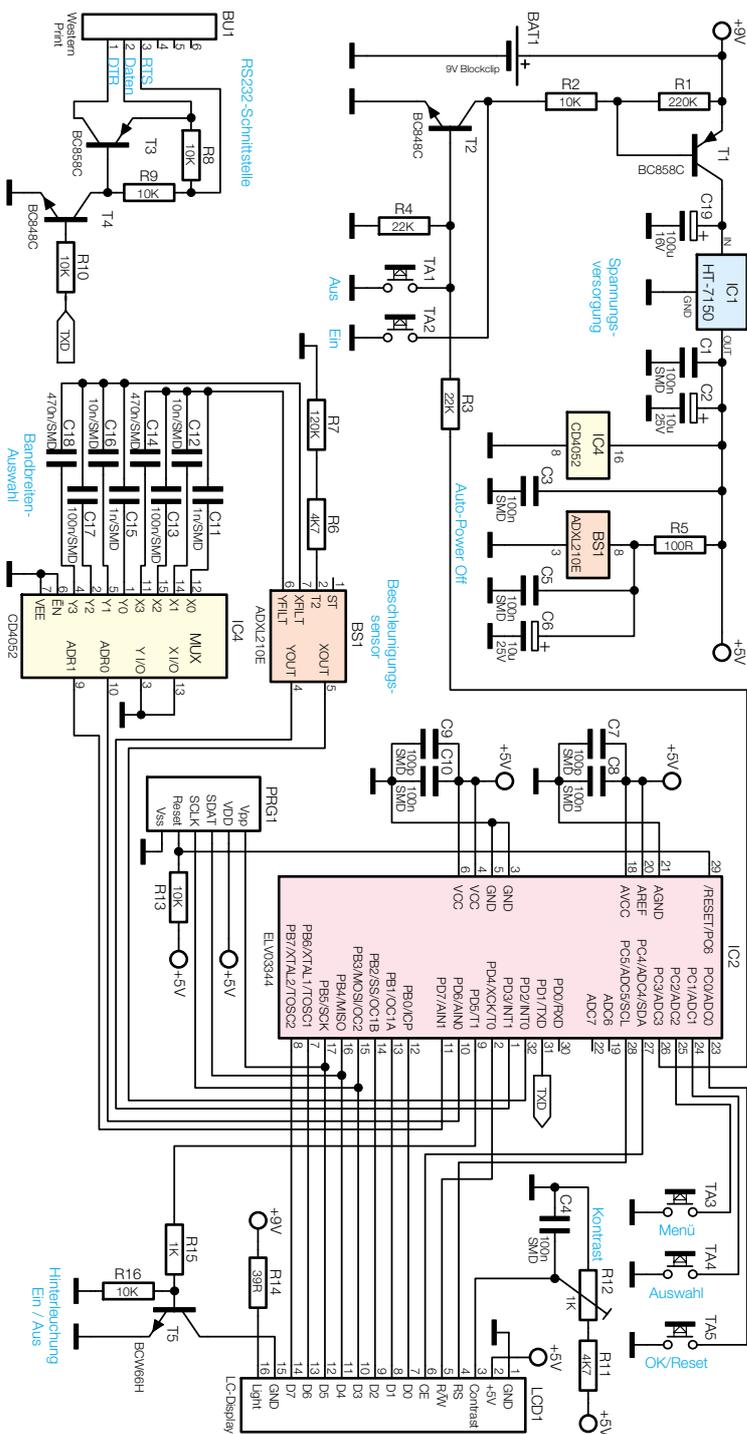


Bild 5: Schaltbild des Beschleunigungsmessers BM 2

zusätzliches Siebglied, aufgebaut mit R 5 und C 6, versorgt. Auch hier dient C 5 zur hochfrequenten Störabblockung.

Nachbau

Die Schaltung des Beschleunigungsmessers BM 2 besteht zwar nur aus einer Hand voll Bauteile, jedoch wird aufgrund der Miniaturbauweise beim Sensor und des geringen Pin-Abstandes beim Mikrocontroller Lötterfahrung vorausgesetzt.

Grundvoraussetzung für die Verarbeitung der winzigen SMD-Komponenten von Hand ist ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze,

dünnes SMD-Lötzinn sowie eine Pinzette zum Fassen und Positionieren der kleinen SMD-Teile. Hilfreich sind weiterhin Entlötsauglitzte und eine Lupe oder Lupenleuchte.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Auflöten des Singlechip-Mikrocontrollers, da ohne weitere Komponenten auf der Leiterplatte die Anschlusspins optimal zugänglich sind.

Ganz wichtig ist dabei die korrekte Einbaulage, da ein versehentlich mit falscher Polarität eingebauter Mikrocontroller kaum ohne Beschädigung wieder von der Leiterplatte zu entfernen ist. Beim Bestücken muss die Punktmarkierung des Bauteils

mit der abgeschrägten Ecke im Bestückungsdruck übereinstimmen.

An einer beliebigen Gehäuseecke wird ein LötPad der Leiterplatte vorverzinnt und dann der Controller polaritätsrichtig positioniert. Nach dem Verlöten dieses Anschlusspins wird überprüft, ob alle weiteren Anschlüsse exakt mittig auf den vorgesehenen LötPads aufliegen. Wenn dies der Fall ist, werden alle weiteren Anschlüsse verlötet. Versichtlich zwischen den Anschlusspins laufendes Lötzinn ist mit Entlötsauglitzte abzusaugen.

Danach wird in der gleichen Weise IC 4 bestückt, wobei zur Orientierung die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite leicht angeschrägt ist. Die angeschrägte Gehäuseseite des Bauteils muss mit der Doppellinie im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Beim Miniatur-Beschleunigungssensor des Typs ADXL 210E ist eine kleine Punktmarkierung an der Bauteilunterseite. Diese Punktmarkierung muss beim Einbau mit der Punktmarkierung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Aufgrund der Bauform sind die Anschlusspins nur von der Seite zugänglich.

Durch die Pin-Konstruktion ist ein Verpolen bei den danach aufzulötenden SMD-Transistoren kaum möglich, wobei darauf zu achten ist, dass die verschiedenen Transistortypen nicht verwechselt werden.

Danach geht es mit den SMD-Widerständen weiter, deren Widerstandswert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Die letzte Ziffer des Aufdrucks gibt grundsätzlich die Anzahl der Nullen an.

Im Gegensatz zu den Widerständen ist bei den SMD-Kondensatoren keine Kennzeichnung vorhanden. Da hier eine hohe Verwechslungsgefahr besteht, sollten diese Bauteile erst direkt vor dem Verarbeiten aus der Verpackung entnommen werden.

Nach dem Auflöten des Miniatur-Spannungsreglers IC 1 ist die SMD-Seite der Leiterplatte bereits vollständig bestückt.

An der Platinenoberseite beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem bedrahteten Widerstand R 14, dessen Anschlüsse zuerst auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Nach dem Einsetzen und dem Verlöten an der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Danach erfolgt dann unter Beachtung der korrekten Polarität das Einlöten der Elektrolytkondensatoren. Auch hier werden die überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich abgeschnitten.

Die 5 Bedientaster und der Einstelltrimmer müssen vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Die Taster werden gleich im Anschluss hieran mit einem Tastknopf bestückt.

Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, sind die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips vor dem Verlöten zur Zugentlastung



Nullrunde für den Lärm – aktive Geräuschminderungs-Systeme

**Robert Koch sagte es schon am Anfang des vorigen Jahrhunderts:
„Eines Tages wird der Mensch Lärm ebenso bekämpfen müssen wie die Cholera
und die Pest.“ Dabei kannte der berühmte Arzt noch nicht einmal den
heutigen Alltag an und auf Autobahnen, Flughäfen oder in Helikoptern ...
Effiziente Lärmbekämpfung nimmt heute vielfältige Formen an. Wir wollen
einige ausgefeilte Methoden der elektronischen Geräuschminderung
genauer unter die Lupe nehmen.**

Krankmacher Lärm

Er ist der Preis, den wir für immer schnellere Fortbewegung zahlen, für Flexibilität, Bequemlichkeit, Komfort und andere Annehmlichkeiten der modernen Zeit. Lärm kann man heute gewiss als „Geißel unserer Zivilisation“ (Jürgen Trittin) betrachten. Irgendwie leiden wir alle darunter, jedoch sind allein in Deutschland mehr als zehn Millionen Menschen akut gesundheitsgefährdet, weil sie unter Lärm-Dauerstress

stehen. Denn Lärm im negativen Sinne erzeugt typische Stresserscheinungen mit allem, was dazu gehört: Schlaf- und Konzentrationsstörungen, Immunsystem-Schwächung, Gereiztheit und schließlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen, gipfelnd in Tausenden Herzinfarkten im Jahr, die direkt oder indirekt aus Lärm-Dauerstress hervorgehen. Dauereinwirkung von Lärm führt aber immer mindestens zu Dauerschäden am Gehör.

Fragt man einmal einen Makler, steht „die ruhige Wohnung“ bzw. die „ruhige

Wohnlage“ bei den allermeisten seiner Kunden mit ganz oben auf deren Wunschliste. Denn schläft ein lärmgeplagter Großstadtmensch einmal, etwa im Urlaub, in einer tatsächlich absolut ruhigen Umgebung, empfindet er dieses längst vergessene Gefühl als so positiv, dass er das Erlebnis kaum vergessen wird.

Denn wir sind in irgendeiner Form alle vom allgegenwärtigen Lärm beeinflusst, wie in Abbildung 1 zu sehen ist. Das fängt beim Computer im Büro an, geht über richtig laute Arbeitsgeräusche, wie sie in



Bild 1: Die Skala der im Alltag vorkommenden Schallpegel (Quelle: Sennheiser)

LKW fällt vielen zuerst ein, wenn es um Verkehrslärm geht. Aber auch der Fluglärm „erklimmt“ die Charts der Lärmverursacher zielstrebig in Richtung Spitze. Anwohner von Flughäfen sind hier besonders beeinträchtigt – die derzeit anrollende Billigflieger-Welle wird deren Leben nicht gerade angenehmer machen ...

Wir wollen uns jedoch an dieser Stelle nicht den Hausaufgaben der zuständigen Politiker widmen, die die Voraussetzungen für die „großen“ Maßnahmen von der Lärmschutzwand bis hin zu den Vorschriften für die Reduzierung von Reifen-Abrollgeräuschen, leiseren Bahntrassen oder Außengeräuschen bei Fahr- und Flugzeugen zu schaffen haben.

Denn jeder, der in irgendeiner Weise lärmgeplagt ist, hat eigentlich heute Zugriff auf wirkungsvolle Mittel, dem Lärmstress individuell zu begegnen – nur wissen die wenigsten davon! Wir sprechen von akustisch-elektronischen Systemen, die störende Anteile des Umgebungsschalls reduzieren, ohne dabei jedoch Nutzschall zu eliminieren. So kann man mit derartigen Systemen heute äußerst angenehm reisen, leben und arbeiten und dabei z. B. sogar noch gleichzeitig ungetrübtem Musikgenuss fröhnen.

Werkstätten, Werkhallen oder auf Baustellen permanent auftreten, und endet bei zunehmendem Verkehrslärm. Letzterer wird nach Umfrageergebnissen individuell als am gravierendsten empfunden. Nahezu jeder nennt Verkehrslärm als belastendste Lärmart. Und gerade der nimmt permanent zu. Bis 2010 wird durch die Öffnung der EU nach Osten der LKW-Verkehr im Transitland Deutschland um bis zu 100 Prozent ansteigen – und der

Balanceakt Lärminderung

Einige der einfachsten Arten, störenden Schall auszusperren, sind die bekannten Ohrstöpsel (z. B. Ohropax) und der im Berufsleben oft zu sehende Gehörschutz in Kopfhörerform (Abbildung 2). Letzterer wurde neuerdings sogar verfeinert und firmiert als elektronischer Gehörschutz. Dieser kompensiert einen entscheidenden Mangel des an sich sehr wirkungsvollen passiven Gehörschutzes, der, einmal aufgesetzt, den Träger weitgehend von seiner Umwelt abschirmt.

Was aber, wenn es Warnsignale zu beachten gilt oder man sich mit anderen verständigen muss? Der elektronische Gehörschutz, wie er in Abbildung 3 in Aktion zu sehen ist, erfasst die Geräusche in der Umgebung und gibt sie zunächst über einen integrierten Kopfhörer wieder – schön komfortabel mit variierbarer Lautstärke, mitunter sogar mit angenehm angepasstem Frequenzgang. Sobald jedoch ein Geräusch auftritt, das oberhalb einer bestimmten Grenze, z. B. 85 dB (A) liegt, schaltet die Elektronik blitzschnell das Außenmikrofon ab und erst wieder ein, wenn das Geräusch abgeklungen ist.

Solche Systeme sind eine wirkungsvolle Hilfe an lärmgefüllten Arbeitsplätzen, wo es nur von Zeit zu Zeit zu lauten Geräuschen kommt, etwa auf der Baustelle oder in einer Werkhalle.

Ganz anders liegt die Problematik jedoch an ständig mit einem hohen Grundschallpegel erfüllten Arbeitsplätzen, stellvertretend seien hier diejenigen von Piloten betrachtet. Diese sind permanent einem zwar recht gleichförmigen, aber dennoch hohen Lärmpegel durch Triebwerke und Windgeräusche ausgesetzt. Gleichzeitig haben die Piloten aber auch auf vielfäl-



Bild 2: Passiven Gehörschutz kennen wir bereits seit langem aus der Arbeitswelt.



Bild 3: Der elektronische Gehörschutz schützt den Träger vor auftretenden starken Schallereignissen, während die Verständigung und die Aufnahme von Warnsignalen gewahrt bleibt.

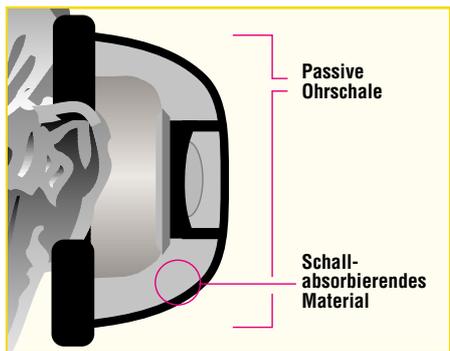


Bild 4: Der passive Lärmschutz wird durch eine dichte Abkapselung des Hörraums und schallabsorbierende Materialien im Hörergehäuse erreicht. Grafikidee: Bose

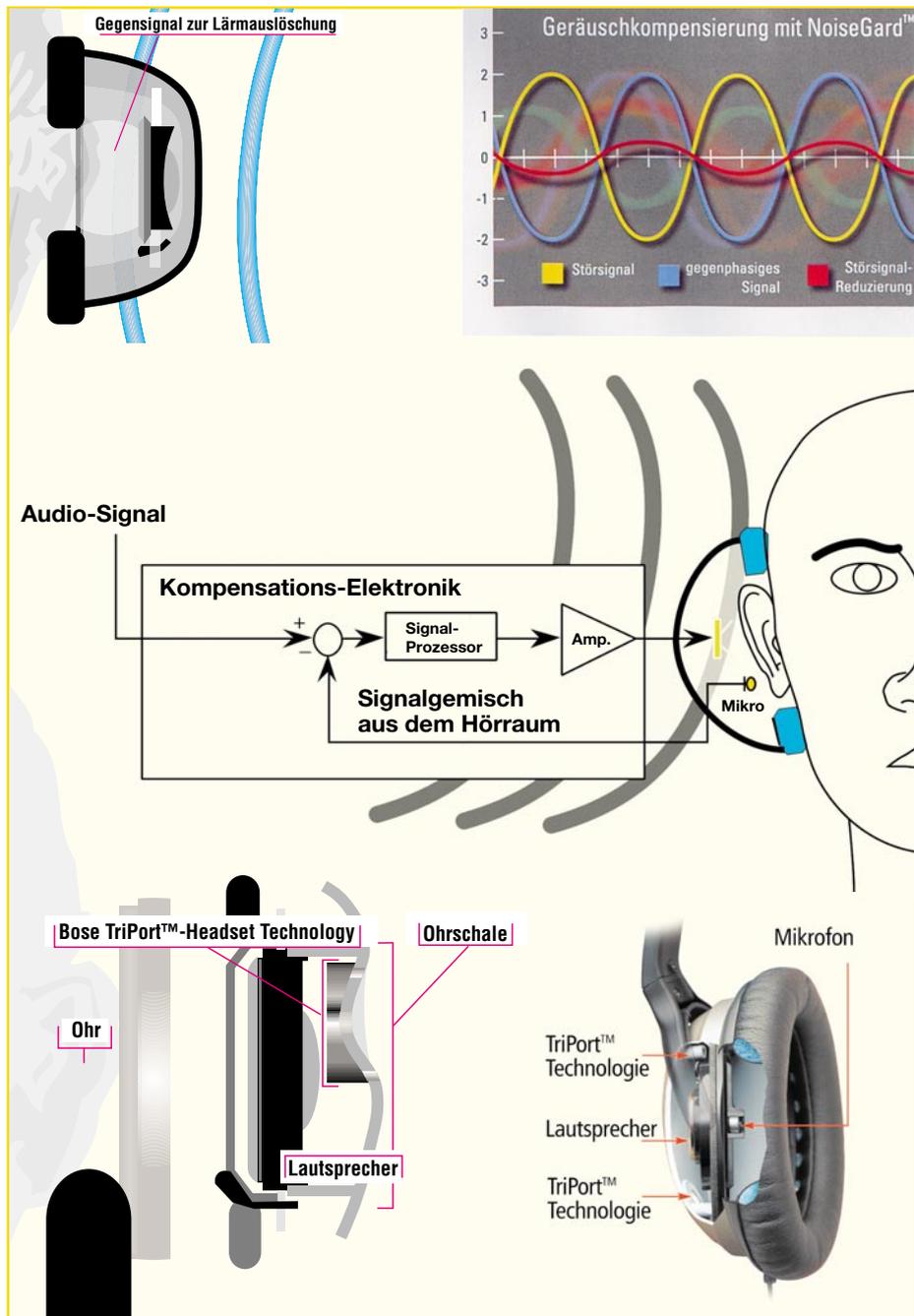


Bild 5: So funktioniert das Gegen-schallprinzip: Unerwünschte Schall-anteile werden gegenphasig in den Hörraum eingespeist und heben damit den Störschall auf. Unten ist anhand des Bose-Systems sehr gut der konstruktive Aufbau eines solchen Hörers zu erkennen. Grafikidee: Bose (links, Mitte, unten); Sennheiser (rechts)

tigste Geräusche in ihrer Umgebung zu achten. Das beginnt bei eben jenen Triebwerken, geht über die Verständigung im Cockpit bis hin zur ständigen Beobachtung bestimmter akustischer Signale wie des ATC (ATC – Air Traffic Control, Flugfunk). Um das in einem lärmgefüllten Cockpit sicher hören zu können, muss die Lautstärke des Funks oft bis zum „Anschlag“ eingestellt werden.

Traditionell tragen Piloten ja ohnehin entweder einen Helm mit integrierter Wechselsprecheinrichtung für den Bord- und Flugfunk oder ein so genanntes Head-Set, einen gut gegen die Umgebung abschirmenden, geschlossenen Kopfhörer mit Mikrofon. Mit diesen Einrichtungen wird bereits durch die dichte Abkapselung des Hörraums in der Hörmuschel eine wir-

kungsvolle Reduzierung von hochfrequentem Schall erzielt. Dabei ist eine recht große Hörmuschel mit schallschluckendem Material gefüllt (Abbildung 4). Sie dient als akustische Barriere. Allerdings gelangen tieffrequente Anteile des Störschalls dennoch an das Ohr. Insoweit hat man hier im Prinzip die verbreitete Technik des passiven Gehörschutzes übernommen.

Das allein genügt jedoch nicht, wie jeder bestätigen wird, der schon einmal Kopfhörer in einem Flugzeug, einem Zug oder Auto benutzt hat. Die Umgebungsgeräusche sind zwar etwas gedämpft, aber dennoch deutlich zu hören – der erhoffte Musikgenuss ist eigentlich dahin.

Also muss man gezielt unerwünschte Geräusche eliminieren, ohne jedoch die

wichtige Anforderung zu vergessen, dass z. B. der Pilot trotzdem die Geräusche des Triebwerks unter Kontrolle haben sowie sonstige Umgebungsgeräusche registrieren muss.

Lärm gegen Lärm

Diesen Spagat realisieren die Akustiker mit einem bereits seit 1934 patentierten Prinzip – dem Gegenschall. Schon damals ließ sich der deutsche Physiker Paul Lueg ein Patent auf die Idee erteilen, zur Beseitigung von Störgeräuschen gegenphasigen (um 180° phasenverschobenen) Schall einzusetzen. Das heißt, der Störschall wird mit einem Mikrofon erfasst, ein genau gegenphasiger Schall erzeugt und in Richtung Ohr abgestrahlt. Damit löscht man

dann die unerwünschten Schallanteile weitgehend aus. Eine einfache Veranschaulichung dieses Prinzips wäre ein Auto, dessen Motor die Vorderachse nach vorn und die Hinterachse nach hinten antreiben würde. Gleichmäßige Kraftverteilung auf beide Achsen vorausgesetzt, bewegt sich das Auto keinen Millimeter, da sich die Kräfte gegenseitig aufheben. In Abbildung 5 ist das Prinzip noch einmal verdeutlicht.

In den Anfängen dieser Kompensationstechnik erreichte man jedoch nur die Eliminierung einzelner Frequenzen, aber immerhin konnte man, großtechnisch zum Teil bis heute angewendet, sehr lästige Geräusche beseitigen, vom Brummen einer Klimaanlage bis zur Lärmkompensation von austretenden Abgasen bei Kraftwerken.

Erst mit der Mikroelektronik und dem Entstehen der Signalprozessortechnik waren die Techniker in der Lage, ganze Frequenzgemische, wie sie die Motoren-geräusche eines Verbrennungsmotors nun einmal darstellen, komplex zu verarbeiten und einen entsprechenden Gegenschall zu erzeugen. Dabei werden dann auch nur bestimmte Frequenzbereiche abgesenkt, um die Aufnahmefähigkeit von wichtigen Umgebungsinformationen zu erhalten.

So eliminieren die Kompensationssysteme beispielsweise wirkungsvoll den Lärm der Triebwerke des Flugzeugs und die Windgeräusche, Sprache ist jedoch nach wie vor gut aufnehmbar. Damit wird auch z. B. einer vorzeitigen Ermüdung des Piloten vorgebeugt. Wie gut es funktioniert, zeigt Abbildung 6 in einer Gegenüberstellung von passiver und aktiver Geräuschkompensation. Mit der elektronischen, aktiven Kompensation ist eine gezielte, starke Absenkung interessierender Frequenzbereiche möglich.

Gut, damit hatte man irgendwann das Problem prinzipiell gelöst. Dass es bis zum



Bild 7: Bequem, leicht und mit Hi-Fi-Wiedergabe – die geräuschkompensierten Kopfhörer dämpfen wirkungsvoll unerwünschten Lärm, lassen dennoch eine ausreichende Verständigung zu und ermöglichen gleichzeitig Hi-Fi-Musikgenuss. Bild: Bose/Sennheiser

heutigen Stand der Technik noch ein weiter Weg war, erkennt man sicher schon allein daran, dass gleichzeitig zur Eliminierung des Störsignals auch das Nutzsignal, also Funk, Kommunikation und – noch recht neu – Musik- oder Kinoton in erstklassiger Qualität wiederzugeben sein soll.

Denn veranschaulicht man sich den Aufbau eines modernen geräuschkompensierten Kopfhörers, ist schnell zu erkennen, dass der in den relativ kleinen Hörraum in der Hörmuschel gelangende Störschall dort, und nicht außen am Hörer, erfasst wird. Um den gleichzeitig über den Lautsprecher des Systems abgestrahlten Nutzschall nicht zu beeinträchtigen, ist eine komplizierte Signalaufbereitung notwendig. Sie muss beide Frequenzgemische, einschließlich deren ständig wechselnder Dynamik, in Echtzeit trennen und entsprechend aufbereiten. Den Gesamtvorgang nennt man aktive Geräuschkompensation.

Auch noch Hi-Fi

Dies gelingt mit modernen Kopfhörern/Sprechgarnituren, wie sie etwa von Sennheiser (NoiseGard™) oder Bose (Acoustic NoiseCancelling®) kommen, bereits hervorragend (Abbildung 7). Derartige Systeme werden inzwischen nicht nur von Piloten eingesetzt. Sie erlangen zunehmende Bedeutung erstens in anderen Berufsfeldern und zweitens im privaten Bereich.

Einige Systeme wie beispielsweise der „HDC 451 NoiseGard™ mobile“ von Sennheiser sind auch im Büro einsetzbar, um die nervenden Geräusche von Computerfestplatten oder Computerlüftern zu eliminieren. Im Heimbereich fällt einem hier wohl sofort der lärmintensive Staubsauger ein.

Gleichzeitig dienen diese Kopfhörersysteme zur stark verbesserten Wiedergabe von Audio-Signalen in lärmgefüllter Umgebung. Das kann das Diktiergerät im Büro

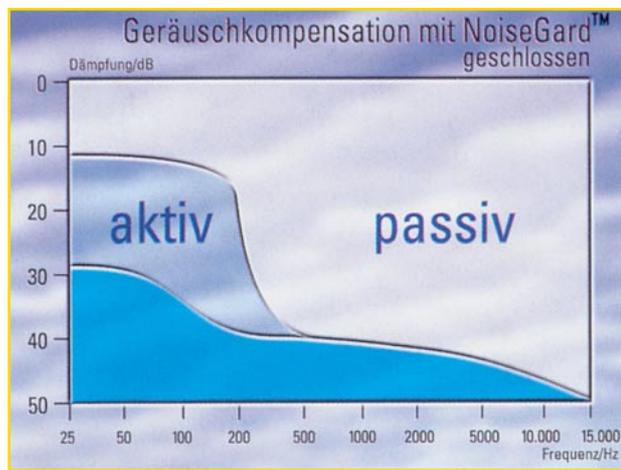


Bild 6: Systemvergleich von aktiver und passiver Geräuschkompensation für geschlossene Systeme

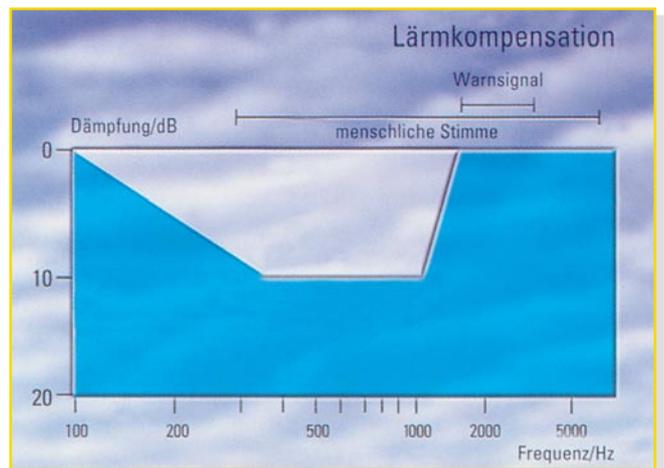


Bild 8: Offene, geräuschkompensierte Systeme dämpfen gezielt störende Hintergrundgeräusche, ermöglichen aber gleichzeitig die allgemeine auditive Wahrnehmung. Grafik: Sennheiser

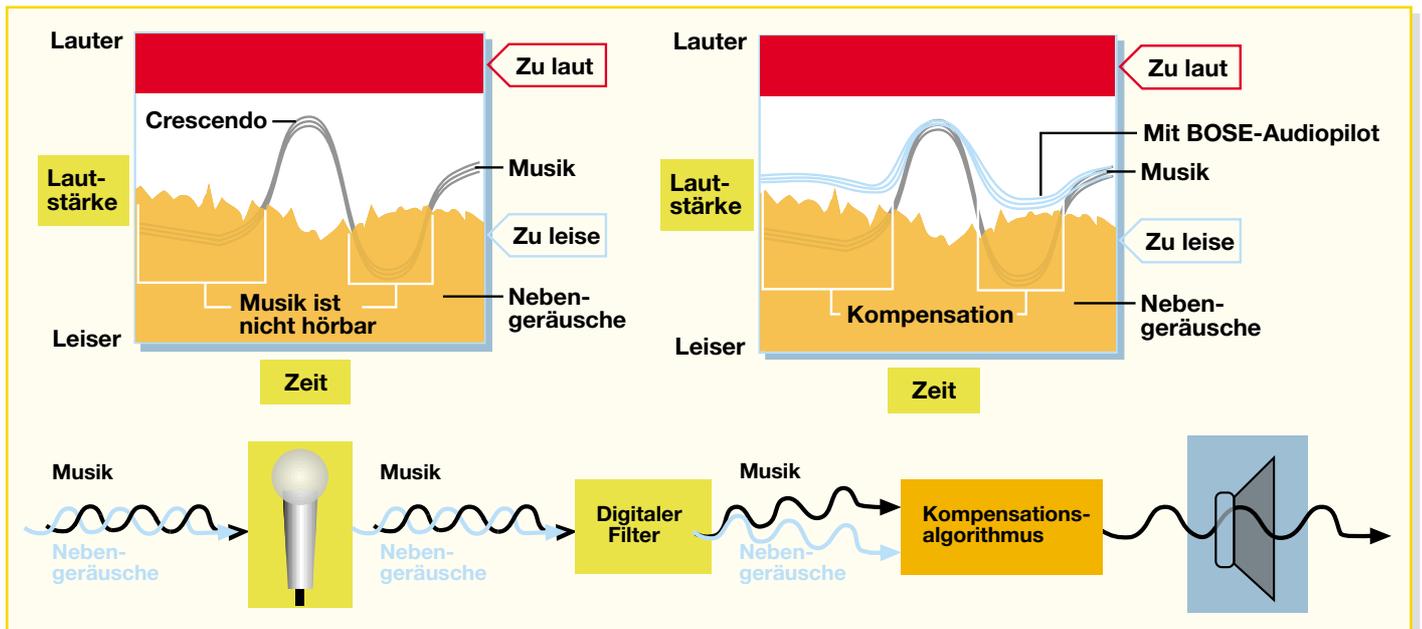


Bild 9: So arbeitet das „AudioPilot™ Noise Compensation“-System von Bose. In einem mehrstufigen Signalbearbeitungsverfahren werden die Einflüsse von Störschall bei der Musikwiedergabe im Auto ausgeglichen. Grafikidee: Bose

als Audio-Quelle ebenso sein wie der Kinofilm im Flugzeug. Aber auch beim „einfachen“ Hören der Lieblingsmusik zu Hause können derartige Systeme zeigen, was sie können. Jeder kennt es wohl, nachts ist es im Haus immer stiller als am Tage. Es gibt keine oder weniger Straßengeräusche, der Grundschallpegel durch die Bewohner fehlt, viele technische Einrichtungen arbeiten nicht bzw. mit reduzierter Leistung usw. Um eben diesen Grundschallpegel zum Musikhören jederzeit ausblenden zu können, erweisen sich aktiv lärmkompensierte Kopfhörer quasi als Ei des Kolumbus. Man erlebt einen weitgehend neben-geräuschfreien Hörerlebnis, den man selbst mit dem guten alten, geschlossenen Hi-Fi-Kopfhörer nicht kannte.

Trotz der komplizierten Signalverarbeitung halten die lärmkompensierten Kopfhörer durchaus mit spezialisierten Hi-Fi-Kopfhörern mit. Frequenzumfänge von 20 bis 18.000 Hz bei einem Klirrfaktor von unter 1 % und einem linearen Schalldruckpegel bis 100 dB sprechen für sich. Gleichzeitig realisieren die Kopfhörer eine aktive Störschalldämpfung von bis zu 15 dB. Die offene Form dieser Kopfhörer schränkt jedoch die Sprachverständlichkeit der Umgebung kaum ein, da man sich bei der Dämpfung am typischen Lärmspektrum von Düsenflugzeugen orientiert und gezielt den Bereich zwischen 400 und 1000 Hz kompensiert (Abbildung 8).

Damit sind derartige Kopfhörersysteme geradezu prädestiniert für jede Art der Reise, ob mit dem Zug, dem Flugzeug oder mit dem Auto. Mittlerweile gibt es sogar für den Straßenverkehr zugelassene Hörer, die, solange kein Audio-Signal eingespeist wird, vom Autofahrer getragen werden

dürfen. Das sollte besonders Transporter-, LKW- oder andere Fahrer interessieren, die sich mit besonders lauten Motoren- und Fahrgeräuschen plagen müssen.

Ruhe im Auto

Das Thema Geräuschkompensation hat jedoch noch mehr Facetten. Insbesondere Bose hat sich der Geräuschkompensation im PKW gewidmet und installiert mittlerweile sein patentiertes System „AudioPilot™ Noise Compensation“ ab Werk in Fahrzeugen von Audi über Maybach und Mercedes Benz bis Porsche, integriert in die dort installierten Bose-Soundsysteme. Damit will man dem Problem beikommen, dass verschiedene Fahrgeräusche die Wiedergabe der Auto-Hi-Fi-Anlage beeinträchtigen. Mal ist also das Radio zu laut, mal zu leise, mal sind bestimmte Frequenzbereiche von Fahrtwindgeräuschen überlagert oder gar ganz ausgelöscht, mal stört das Brummen des Motors ...

Das Bose-System erfasst das Frequenzspektrum aus Fahr-, Außen- und Innengeräuschen und passt die Musikwiedergabe so an, dass diese stets gegenüber den Störgeräuschen dominieren kann – ohne jedoch die Insassen mit zu hohen Lautstärken zu überfordern. Abbildung 9 zeigt das Arbeitsprinzip des Systems.

Das System beruht wieder auf der Überwachung durch ein Mikrofon, das in Hörernähe, z. B. am Innenspiegel, angebracht ist. Ein folgendes digitales Filter trennt die Stör- von den Nutzgeräuschen – und das in Echtzeit. Dazu sind leistungsfähige Signalprozessoren im System verbaut, die eine schnelle, parallele Signalverarbeitung ermöglichen. Allein, wenn man bedenkt, dass

nicht nur das Frequenzgemisch an sich, sondern auch wechselnde Dynamikumfänge und Geräuschintensitäten zu verarbeiten sind, kann man sich leicht vorstellen, welcher technische Aufwand an dieser Stelle nötig ist. Schließlich nimmt eine Kompensationsstufe die automatische Optimierung des Frequenzganges und der Dynamik vor, um den Insassen des Fahrzeugs eine gleichbleibende Musikqualität zu liefern.

Das Gesamtsystem ist eingebunden in die bei der Konzeption der Anlage vorgenommene Abstimmung auf den jeweiligen Fahrzeugtyp. Denn jedes Fahrzeug weist andere Schwerpunkte in der Schallverteilung im Innenraum auf. Entsprechend sind die dabei entstehenden Besonderheiten zu berücksichtigen. Damit bekommt der Autofahrer einen stets gleich bleibenden Lautstärke- und Klangeindruck, unabhängig davon, ob das Fahrzeug schnell oder langsam fährt, auf Beton oder Asphalt, ob die Räder über Baustellen-Fahrbahnbegrenzungen rattern, ob es regnet oder ein Sturm tobt. Lautstärke und Klang müssen nicht mehr nachgeregelt werden – auch ein Beitrag zur Verkehrssicherheit!

Abschließend bleibt festzustellen, dass derartige Geräuschkompensationssysteme wie die hier vorgestellten sehr wirkungsvoll unerwünschten Lärm bekämpfen können und damit Stress, Ermüdungs- und gar Krankheitserscheinungen in unserer lauten Welt recht gut begegnen. Erfreulich ist auch, dass derartige Systeme nicht mehr dem beruflichen Einsatz vorbehalten sind, sondern zunehmend auch den privaten Bereich erobern. Wer sich also vor Lärm in der Umwelt zumindest punktuell schützen will, kann dies tun – und gleichzeitig wirkungsvoll Nutz- und Störschall trennen. **ELV**

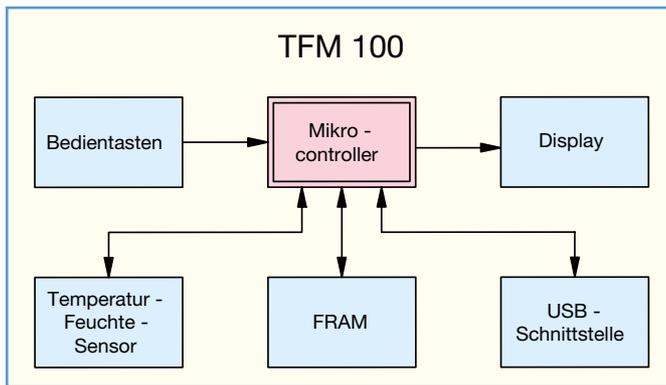


Bild 1: Das Blockschaltbild des TFM 100

tuelle Temperatur oder Feuchte im heimischen Gewächshaus oder in der Sauna messen. Mit der implementierten Datenlogger-Funktion lassen sich einfach, zeitlich ausgelöst durch die vorher eingestellte Intervallzeit, die Temperatur- und Feuchte-Werte aufzeichnen und später auf einem PC auswerten. Hiermit kann man beispielsweise unnötige, tageszeitbedingte Heizspitzen aufspüren, an denen die Wärme in der Wohnung nicht gebraucht wird. Oder es ist möglich, Lüftungs- und Klimatisierungsvorgänge zu optimieren, Wärmelecks aufzuspüren, und, und ...

Taste	Funktion
On	Einschalten
Off	Ausschalten
Hold	„Einfrieren“ der aktuellen Anzeige im Display
Range	Umschaltung Temperatur/Feuchte
Max/(+)	Anzeige des gespeicherten Max.-Wertes / Menü +
Min/(-)	Anzeige des gespeicherten Min.-Wertes / Menü -
Reset	Zurücksetzen
Mode	Einstellungen für die Datenlogger-Funktion

Selbst abgleichender Mikroprozessor-Sensor

Das sicher interessanteste Bauteil der Schaltung ist der kombinierte Temperatur-Feuchte-Sensor. Denn die sonst üblichen Temperatur- und Feuchte-Sensoren sucht man hier vergeblich. Dieser Sensor hat den großen Vorteil, dass er vor der Erst-inbetriebnahme nicht abgeglichen werden muss. Er verfügt intern über einen Mikrocontroller, der die bereits herstellereitig implementierten Abgleichdaten in den Messwert einbezieht, so dass über die 2-Draht-Schnittstelle stets und ohne mühsamen Erst- oder Service-Abgleich der reale Messwert ausgelesen wird – ein ziemlich perfekter Sensor! Dieser Wert wird mit der Auflösung von 0,1 k (Temperatur) bzw. 0,5 % (Luftfeuchte) auf dem LC-Display dargestellt.

Funktion/Blockschaltbild

Ein vereinfachtes Blockschaltbild (Abbildung 1) veranschaulicht das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen des TFM 100, die wir im Folgenden einzeln betrachten wollen.

Zentrales Bauelement, bei dem alle Informationen zusammenlaufen, ist der Single-Chip-Mikrocontroller des Typs ELV 03329.

Bedientasten

Das TFM 100 befindet sich in einem Handgehäuse, in das eine passende Folientastatur mit 8 Tasten integriert ist:

LC-Display

Das LC-Display ist ein Universal-Display, mechanisch passend für das Handgehäuse, es weist somit eine Vielzahl verschiedener Symbole und Anzeigemöglichkeiten auf. Das TFM 100 nutzt die folgenden Symbole (siehe auch Abbildung 2):

- Die Symbol-Anzeigen „°C/°F“ und „%“ dienen jeweils als Einheiten-Anzeige für die einzelnen Mess- bzw. Anzeigarten.
- Die Schriftzüge „Min“ und „Max“ kennzeichnen die Anzeige der gespeicherten Min./Max.-Werte.
- Die Anzeige „Hold“ signalisiert ein „Einfrieren“ der Anzeige, das heißt, dass der beim Betätigen der Taste „Hold“ ermittelte aktuelle Messwert permanent angezeigt wird. Erst wenn die Taste „Hold“ erneut betätigt wird, erfolgt wieder die Anzeige der laufenden Messwerte.
- Die Anzeige „Bat“ signalisiert eine erschöpfte Batterie (Batterieüberwachung).

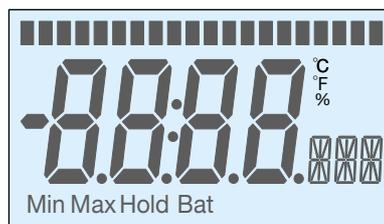


Bild 2: Alle für das TFM 100 verwendeten LCD-Segmente auf einen Blick – sie erscheinen beim Einschalten als Displaytest.

- Die **Bargraph-Anzeige** dient zur Restspeicher-Information, um bei Datenlogger-Betrieb einen Überblick über den noch verfügbaren Speicherplatz zu erhalten.

Temperatur-Feuchte-Sensor

Der Temperatur-Feuchte-Sensor besteht aus einem Chip, der gleichzeitig einen Temperatur- und einen Feuchte-Sensor beinhaltet. Der Sensor beherbergt auch einen kleinen Mikrocontroller, der werkseitig alle Abgleichwerte der beiden Sensoren enthält. Somit besticht dieser digitale Feuchte- und Temperatur-Sensor dank vollständiger interner Kalibration und digitalem Output durch exzellente Langzeitstabilität und Anwenderfreundlichkeit. Ein komplizierter Abgleich des Sensors vor der ersten Inbetriebnahme und auch später als Servicemaßnahme ist nicht notwendig. Weiterhin bietet der Sensor eine schnelle Ansprechzeit bei der Messung, so dass sich Temperatur- und Feuchteschwankungen schnell im Messergebnis widerspiegeln. Dieser Sensor ist praxisfreundlich über ein abgeschirmtes Anschlusskabel im externen „Griffelgehäuse“ untergebracht.

FRAM

Das implementierte FRAM (IC3) vom Typ „FM24C64“ bietet einen Speicherplatz von 8192 Byte. Es dient zum Abspeichern der Temperatur- und Feuchte-Messwerte bei Betrieb als Datenlogger. Die Beschaltung des FRAMs ist die gleiche wie die Beschaltung eines üblichen EEPROMs. Der große Vorteil eines FRAMs gegenüber dem EEPROM ist der, dass es unbegrenzt oft gelesen und beschrieben werden kann.

USB-Schnittstelle

Die USB-Schnittstelle bildet die Verbindung zwischen der TFM-100-Hardware und einem USB-fähigem PC. Über diese Schnittstelle können die beim Datenlogger-Betrieb aufgezeichneten Temperatur- und Feuchte-Daten zu einem PC übertragen werden. Die dem Bausatz beiliegende TFM-100-Windows-Software speichert die Daten in einem Format ab, das die Weiterverarbeitung der Daten in einem Tabellenkalkulationsprogramm erlaubt.

Bedienung

Das Temperatur-Feuchte-Messgerät (TFM 100) wird mit den Tasten „On“ bzw. „Off“ der Folientastatur ein- bzw. ausgeschaltet. Nach dem Einschalten startet das Gerät nach einem kurzen Displaytest mit den Messungen und zeigt den aktuellen Temperatur-Wert auf dem Display an (Abbildung 3).



Bild 3: Die Temperaturanzeige des TFM 100

Mit der Taste „Hold“ wird der aktuelle Messwert eingefroren, um beispielsweise die Messung zu unterbrechen und den Messwert in Ruhe notieren zu können, etwa wenn man sich auf die Anzeige nicht konzentrieren konnte, weil man an einem schwer zugänglichen Ort gemessen hat.

Mit der Taste „Range“ schaltet man die Anzeige zwischen Temperatur-Messwert und Feuchte-Messwert um. Der Feuchte-Messwert wird wie in Abbildung 4 angezeigt.

Mit den Tasten „Max“ und „Min“ werden die seit dem letzten Start gemessenen Min.- und Max.-Werte angezeigt. Mit der Taste „Reset“ lässt sich der angezeigte „Min.“ oder „Max.-Wert“ zurücksetzen.

Weiterhin lässt sich im „Hold-Mode“ durch Betätigung der Taste „Reset“ die Auto-Power-off-Funktion ausschalten. Eine kurze Display-Meldung bestätigt diesen Vorgang.



Bild 4: Die Luftfeuchteanzeige des TFM 100

Temperatur-Feuchte-Logger

Mit der Taste „Mode“ startet man das Einstellungs Menü des Temperatur-Feuchte-Loggers.

Nach dem Starten des Loggers ist die Intervallzeit einzustellen. Diese lässt sich mit den Tasten „+“ (Taste „Max“) und „-“ (Taste „Min“) im Bereich von einer Sekunde bis zu einer Stunde einstellen. In der Abbildung 5 ist die Intervallzeit beispielhaft auf 1 Minute eingestellt, d. h.



Bild 5: Hier ist das Aufzeichnungsintervall des Datenloggers auf eine Minute eingestellt.



Bild 6: Die Anzeige während des Datenlogger-Betriebs. Die Bargraph-Anzeige signalisiert den bereits belegten Speicherraum, in der Digitalanzeige erscheint der aktuelle Temperaturmesswert.

dass der Logger nach dem Starten jede Minute einen neuen Messwert-Satz, bestehend aus Temperatur- und Luftfeuchtewert, aufnimmt.

Durch nochmaliges Betätigen der Taste „Mode“ gelangt man in einen weiteren Menüpunkt (M1). Hier lässt sich die Aufzeichnung mit der Taste „Max“ starten oder man kann mit der Taste „Mode“ den Log-Mode verlassen.

Während der Aufzeichnung (siehe Abbildung 6) wird der zuletzt aufgezeichnete Messwert im Display angezeigt. Die Bargraph-Anzeige gibt an, wie weit der interne Log-Speicher gefüllt ist. Das letzte Segment der Bargraph-Anzeige blinkt bei jeder Messung kurz auf. Durch Betätigung der Taste „Min“ kann man die Aufzeichnung stoppen und durch eine weitere Betätigung der Taste „Mode“ die Betriebsart „Datenlogger“ verlassen. Beim Ausschalten des TFM 100 bleiben die im FRAM gespeicherten Daten erhalten. Diese werden erst bei erneutem Start des Datenloggers überschrieben.

Die aufgezeichneten Daten lassen sich anschließend mit der TFM-100-Windows-Software auslesen. Durch Verbinden der TFM-100-Hardware mit einem PC über ein USB-Kabel wechselt diese automatisch in den USB-Mode, wobei die Messungen unterbrochen und die USB-Schnittstelle freigeschaltet werden. Die genauere Beschreibung der TFM-100-Windows-Software erfolgt im zweiten Teil des Artikels im „ELVjournal“ 6/2003.

Schaltung

Die gesamte Schaltung des TFM 100 ist in zwei Teilen (Sensor-/Hauptschaltung) in Abbildung 7 und 8 dargestellt.

Das zentrale Element des TFM 100 bildet der Mikrocontroller IC 5. Dieser wertet die Sensor-Daten aus und übernimmt die Ansteuerung des Displays. Weiterhin organisiert er die Auswertung der Bedientaster, die Abspeicherung der Log-Daten und die Ansteuerung des USB-Moduls.

Der interne Haupt-Oszillator wird durch den Quarz Q 3 und die Kondensatoren C 27 und C 28 auf 4,194 MHz stabilisiert.

Des Weiteren besitzt die Schaltung einen Sub-Oszillator, der durch den Quarz Q 2 und die Kondensatoren C 25 und C 26 auf 32,768 kHz stabilisiert wird. Zwischen den Messungen schaltet der Mikrocontroller softwaremäßig auf den Sub-Oszillator-Takt um, weil die Schaltung mit einem geringeren Takt weniger Strom verbraucht.

Der Kondensator C 24 sorgt für einen definierten Reset-Impuls beim Zuschalten der Betriebsspannung und damit für definierte Verhältnisse beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall. Der Programmierstecker PRG 1 und der Widerstand R 17 dienen zur Programmierung des Mikrocontrollers in der Serienproduktion.

Das Display verfügt über 32 Segmentleitungen (SEG 0 bis SEG 31) und vier Ebenen (COM 0 bis COM 4), die direkt mit den entsprechenden Ports des Controllers verbunden sind. Die Anpassung des Display-Kontrastes erfolgt mit Hilfe der Widerstände R 18 bis R 21.

An die Stiftleiste ST 1 wird der abgesetzte Sensor angeschlossen. Der Widerstand R 4 dient als Pull-up-Widerstand für die Datenleitung. Die Spulen L 2 und L 3 dienen zur Störungsunterdrückung auf den Datenleitungen zum Sensor.

Die I²C-Leitungen des FRAMs (IC 3) sind mit dem Port 3.0 bis 3.2 verbunden.

Die Spannungsversorgung des TFM 100 ist mit dem Spannungsregler IC 4 (HT 7150) realisiert. Dieser Spannungsregler hat einen Eingangsspannungsbereich von 5 bis 24 V/DC. Die Kondensatoren C 19 und C 20 dienen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung. Nach der Pufferung der Batterie-Spannung durch den Elko C 18 gelangt die Spannung direkt auf den Emitter des Transistors T 3. Dieser Transistor kann über den Taster TA 1 „On“ oder den Transistor T 2 in den leitenden Zustand versetzt werden. Sobald die Taste betätigt wird, erhält der Spannungsregler und somit auch der Mikrocontroller seine Betriebsspannung. Dieser wiederum gibt sofort an Port 2.0 ein „High-Signal“ aus und steuert über R 12 den Transistor T 2 durch, der wiederum den „Ein-Zustand“ des Gerätes hält.

Zum Ausschalten des TFM 100 ist der Transistor T 2 und somit auch T 3 über den Prozessorport wieder in den Sperrzustand zu versetzen. Dadurch ist auf einfache Weise eine Auto-Power-off-Funktion realisiert, die das Gerät ausschaltet, wenn längere Zeit keine Tastaturbetätigung erfolgt. Solange die Datenaufzeichnung im Datenlogger-Modus läuft, ist die Auto-Power-off-Funktion deaktiviert. Darüber hinaus lässt sich die Auto-Power-off-Funktion auch komplett deaktivieren. Dazu ist wie beschrieben die „Hold-Taste“ und anschließend die „Reset-Taste“ zu betätigen.

Der Transistor T 1 und die Widerstände

R 5 und R 6 realisieren eine „Low-Bat-Erkennung“. Eine für den ordnungsgemäßen Betrieb zu niedrige Batteriespannung wird im Display mit dem „Bat“-Symbol dargestellt.

Der USB-Controller vom Typ FT245BM realisiert die Schnittstelle zwischen der TFM-100-Hardware und einem PC. Die Ports P 4 und P 5 des Mikrocontrollers (IC 5) bilden den Datenbus zwischen USB-Controller (IC 2) und Mikrocontroller IC 5. Die Ansteuerung ist über zwei Statusleitungen (TXE, RXF) und über zwei Steuerleitungen (RD, WR) realisiert.

Das zentrale Element der USB-Umsetzung bildet der USB-Controller, welcher speziell für die Konvertierung zwischen USB und einem parallelen FIFO-Speicher (First In First Out) entwickelt wurde. Der USB-Controller signalisiert empfangene Daten über „Low“-Pegel auf der RXF-Leitung. Der Mikrocontroller erkennt dies und liest die Daten durch Takten der RD-Leitung über den Datenbus aus dem FIFO-Speicher aus. Das Schreiben von Daten geschieht ähnlich. Die Daten sind auf den Datenbus zu legen und über die WR-Leitung in den FIFO-Speicher zu übertragen. Die Übertragung der Daten übernimmt der USB-Controller eigenständig und signalisiert dies über einen „High“-Pegel an der TXE-Leitung.

Der USB-Controller beinhaltet eine Art Mikrocontroller, so dass eine Taktversorgung gewährleistet sein muss. Dafür wird der interne Oszillator mit dem Quarz Q 1 und den Kondensatoren C 7 und C 8 auf eine Frequenz von 6 MHz stabilisiert. Ein definiertes Starten des USB-Controllers wird durch Beschalten des Reset-Pins auf VCC sichergestellt.

Zur Speicherung der Erkennungsdaten (Vendor-ID, Product-ID, Seriennummer etc.) des TFM 100 ist an die „Microwire“-Schnittstelle des USB-Controllers ein EEPROM vom Typ ELV03346 (IC 1) angeschlossen. Damit erkennt ein PC mit USB-Funktionalität das TFM 100 als USB-Gerät.

Die Spannungsversorgung der gesamten USB-Umsetzung erfolgt über den USB, der eine Spannung von 5 V zur Verfügung stellt. Diese Betriebsspannung gelangt über die USB-Buchse (Pin 1 und Pin 4) auf die Schaltung. Die Kondensatoren C 1 bis C 5

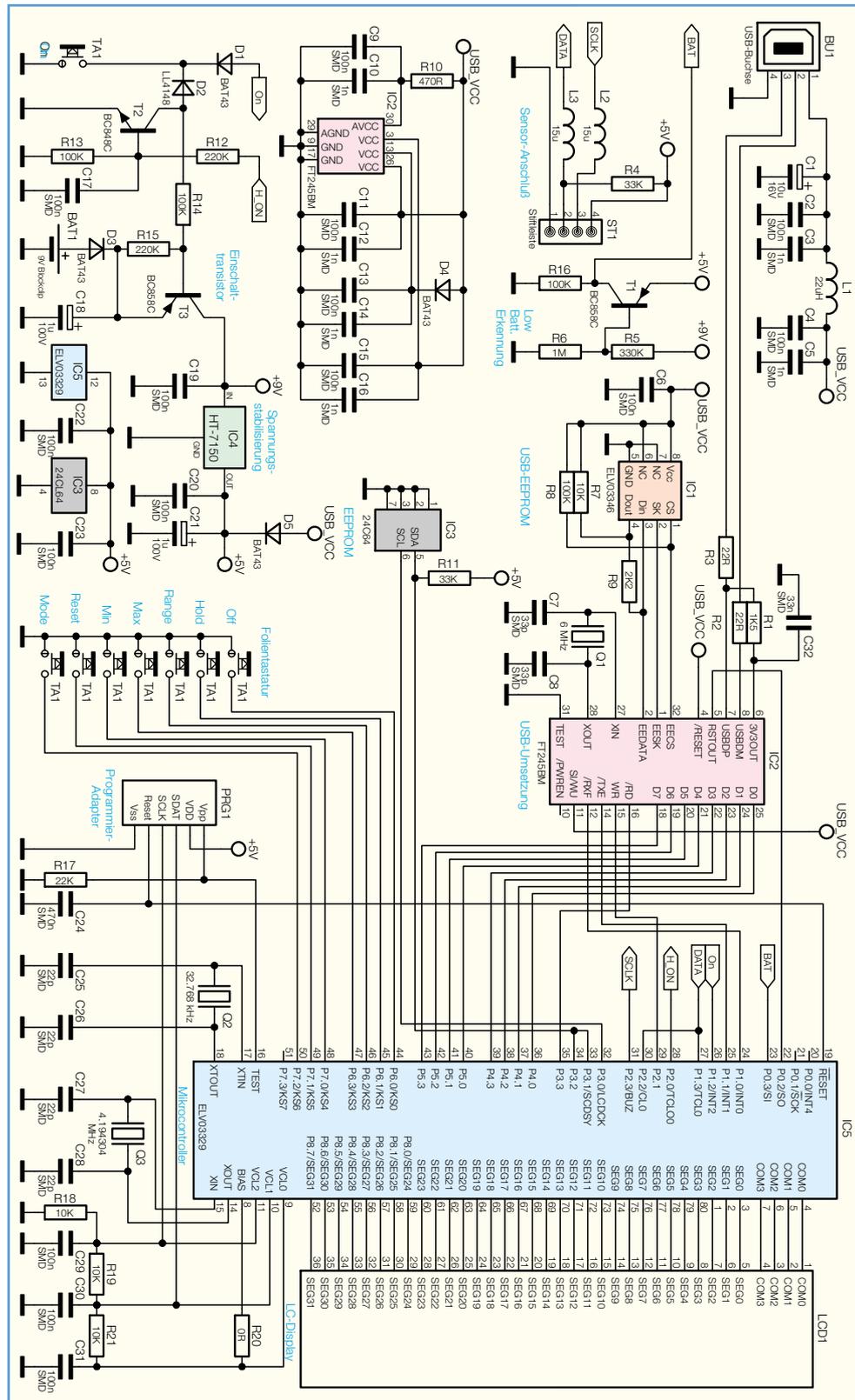


Bild 7: Hauptschaltung des Temperatur-Feuchte-Messgerätes

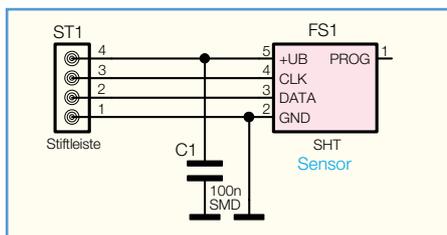


Bild 8: Sensorschaltung des Temperatur-Feuchte-Messgerätes

sowie die Induktivität L 1 dienen zur Stabilisierung dieser Spannung bzw. zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen. Des Weiteren wird die gesamte Schaltung beim Anschluss über die USB-Schnittstelle und somit beim Auslesen der geloggen Daten über den USB-Anschluss versorgt.

Neben den beiden Leitungen für die Betriebsspannung besteht der USB aus zwei Datenleitungen (D+, D-). Diese sind jeweils über einen Widerstand zum Leitungsab-

schluss (R 2, R 3) mit dem USB-Controller (IC 2) verbunden. Der Widerstand R 1 dient als Pull-up-Widerstand für die D+ Datenleitung. Über den definierten „High“-Pegel erkennt der PC, dass die TFM-100-Hardware angeschlossen wurde.

Der externe Sensor wird über ein abgeschirmtes Kabel mit dem TFM 100 verbunden. Im zweiten Teil des Artikels erfolgt die Beschreibung des Nachbaus und der TFM-100-Windows-Software. **ELV**



Alarmzusatz für PMR-/LPD- Funkgeräte

Mittels zweier Handfunkgeräte (LPD oder PMR) lässt sich besonders einfach eine Alarmsignalisierung über weite Entfernungen realisieren. Der Alarmzusatz PLA 100 wird senderseitig angeschlossen und wahlweise über einen Schaltkontakt oder eine Signal- bzw. Schaltspannung aktiviert. Durch die Alarmauslösung sendet das angeschlossene Funkgerät eine bestimmte Tonfolge zum Empfänger.

Einfach verlängert ...

Die kleinen handlichen PMR- oder LPD-Funkgeräte (Abbildung 1) sind bereits recht weit verbreitet und stellen eine sehr einfache, genehmigungsfreie und weitreichende Kommunikationslösung für jedermann dar. Und auch preismäßig sind die Funkgeräte eine interessante Alternative, kann man doch ein Pärchen schon für 50 Euro erwerben. Durch die fast immer vorhandenen

Anschlussmöglichkeiten für externe Mikrofone, Kopfhörer bzw. Headsets stehen dem Techniker Schnittstellen zur Verfügung. Sie erlauben eine vielfältige Signalübertragung, wie unsere erfolgreiche „PMR-Schaltsignalübertragung“ beweist, die eine Übertragung von Schaltsignalen mit Quit- tierung des Empfangs ermöglicht.

Aber nicht immer muss es so aufwändig zugehen. Oft genügt es, wenn man die Möglichkeit hat, einen bestimmten Zustand einfach nur signalisiert zu bekom-

men. Eine Anwendung wäre z.B. die Verlängerung der Türklingel per Funk, damit man mit einfachsten Mitteln auch etwa im Garten oder im Lager von einem vor der Tür stehenden Besuch erfährt. Dabei speist man einfach die Klingelwechselfspannung in den Signaleingang der Zusatzschaltung ein.

Derartige, durch Kontakte oder Spannungen ausgelöste Alarmierungsanwendungen gibt es viele, und wenn es „nur“ die Fernüberwachung über das Öffnen einer Klappe, einer Tür oder etwa eines Schiebers ist – einfacher und preisgünstiger als mit den kleinen Mini-Funkgeräten geht so etwas kaum! Denn im Gegensatz zur gerätetechnisch ohnehin recht teuren GSM-Übermittlung entstehen hier keine Gebühren!

Welche Unterschiede gibt es zwischen den beiden Geräteklassen PMR und LPD?

LPD-Geräte, schon seit langer Zeit auf dem Markt, arbeiten auf dem 433-MHz-ISM-Band, wo 69 Kanäle für die freie Kommunikation zur Verfügung stehen. Die Ausgangsleistung dieser Geräte ist auf 10 mW begrenzt, hierdurch ergeben sich unter günstigen Bedingungen Reichweiten bis zu einigen hundert Metern, die für zahlreiche Anwendungen völlig ausreichen.

PMR-Geräte gibt es erst seit der Zulassung am 1.11.1999. Sie arbeiten im 446-MHz-Frequenzband, wo ihnen 8 Kanäle zur Verfügung stehen. Herausragendes Feature dieser Geräte ist die mit 500 mW recht hohe Ausgangsleistung, die Reichweiten bis zu 5 km erlaubt. Damit sind dann auch weitreichende Überwachungsaufgaben zu lösen.

Die hier vorgestellte kleine Schaltung ist bei beiden Gerätearten einsetzbar, benötigt sie doch lediglich einen NF-Eingang am Funkgerät – eben jene Headset-Buchse. Sie erzeugt, durch einen Kontakt oder eine Signal-Gleich- oder Wechselfspannung ausgelöst, eine markante Tonfolge, die über die Headset-Buchse in das Funkgerät eingespeist und zum Empfangsgerät gesendet wird.

Installation und Bedienung

Zur Spannungsversorgung der Schaltung

Technische Daten:

Spannungsversorgung : . 9-V-Batterie
Stromaufnahme
- inaktiv: 30 µA
- aktiv: 2 mA
Eingänge
- Spannungseingang: 2V-30V, AC/DC
- Schalteingang: Schließer
Ausgang: 3,5-mm-Klinkenbuchse, mono
Abmessungen
- Platine: 60 x 70 mm
- Gehäuse: 65 x 115 x 26 mm



Bild 1: Universell, gebührenfrei und weitreichend – PMR- und LPD-Funkgeräte

dient eine 9-V-Batterie, die im Gehäuse des PLA 100 untergebracht ist. Der Stromverbrauch beträgt im Stand-by-Betrieb nur 30 μ A, lediglich während der Alarmauslösung wird ein Strom von 2 mA benötigt.

Die Verbindung zum Funkgerät erfolgt über ein 1-adriges abgeschirmtes Kabel mit angesetzten Klinkensteckern. Der Anschluss am PLA 100 erfolgt durch einen 3,5-mm-Klinkenstecker in Mono-Ausführung. Die Belegung bzw. die Größe des Klinkensteckers am Funkgerät ist vom verwendeten Fabrikat abhängig. Ein Anschlusschema mit allen Details ist in Abbildung 2 dargestellt.

Je nach Modell gibt es zwei verschiedene Anschlussvarianten a) oder b). Die tabellarische Auflistung in Abbildung 2 zeigt, welche Anschlussvariante zu welchem Gerät gehört.

Bitte beachten! Für Geräte die nicht in der aufgeführten Liste stehen, kann keine Funktionsgarantie übernommen werden – die Tabelle enthält jedoch die derzeit gängigsten Typen. Andere Typen sind meist Derivate dieser Geräte.

Es ist darauf zu achten, dass die Abschirmung des Kabels immer mit dem mit einem Massesymbol gekennzeichneten Anschluss des Steckers verbunden wird.

Ein einfacher Funktionstest kann durch Betätigung des Tasters (Test) erfolgen. Dieser Taster befindet sich unter der entsprechend gekennzeichneten Bohrung im Gehäuse und kann durch einen kleinen Schraubendreher o. Ä. betätigt werden.

Die Belegung für die beiden Alarmeingänge ist ebenfalls in Abbildung 2 dargestellt. Als Spannungsquelle für die Eingangsbuchse BU 1 kommt sowohl eine Gleich- als auch eine Wechselspannung in Frage. Die Polung des Spannungseingangs braucht nicht beachtet zu werden, da im PLA 100 ein Gleichrichter vor die Auswertelektronik geschaltet ist.

Will man einen Schaltkontakt (z.B. einen Alarmkontakt) auswerten, ist die Buchse BU 2 zu verwenden. Hierbei ist es nicht

unbedingt notwendig, abgeschirmtes Kabel zu verwenden. Als Schalter muss ein Schließer verwendet werden, der bei Alarm die beiden Kontakte miteinander verbindet.

Schaltung

Das Schaltbild der Alarmschaltung ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Wesentlichen besteht die Schaltung aus einem Tongenerator, der über die beiden Eingänge BU 1 und BU 2 aktiviert wird.

Die Erzeugung der Tonfolge erfolgt mit IC 1 vom Typ CD 4060. Dieses IC besitzt einen internen Oszillator mit nachgeschaltetem Binärteiler. Die Teilerausgänge Q 4 bis Q 14 des Binärteilers sind von außen zugänglich. Die Oszillatorfrequenz wird von R 6, R 7 und C 3 bestimmt und liegt bei ca. 16 kHz. Am Ausgang Q 4 (Pin 7) liegt die durch 2⁴ geteilte Oszillatorfrequenz von 1 kHz an, die den Grundton für unsere Signalerzeugung darstellt.

Mit dem UND-Gatter IC 2 A werden die Signale Q 4, Q 12 und Q 14 verknüpft. Die niederfrequenten Signale Q 12 (3,9 Hz) und Q 14 (0,8 Hz) sorgen dafür, dass der Grundton (Q 4) periodisch am Ausgang Pin 1 des Gatter IC 2 A erscheint. Über den Koppelkondensator C 5 gelangt das NF-Signal zur

Buchse BU 3. Mit dem Tiefpass, bestehend aus R 8 und C 4, wird das Rechtecksignal in der Amplitude abgesenkt und gleichzeitig zu einem Dreieck-Signal geformt.

Der Transistor T 2 bildet mit R 10 die Nachbildung des Mikrofons, das mit BU 3 mit dem Funkgerät verbunden ist. Wird der Transistor angesteuert, so fließt ein Strom über R 10 aus dem Funkgerät heraus, der sonst zur Versorgung des Mikrofons dient. Der Stromfluss wird vom Funkgerät detektiert, und er schaltet das Gerät dann auf Sendebetrieb.

Aktiviert wird der Alarm wahlweise über die beiden Buchsen BU 1 und BU 2. Der Eingang BU 1 ist ein Spannungseingang, der auf eine Spannung zwischen 2 V und max. 30 V anspricht. Mit den Dioden D 1 bis D 4 wird das Eingangssignal gleichgerichtet, so dass sowohl Gleich- als auch Wechselspannung als Signalspannung verwendet werden kann. Die Diode D 5 begrenzt die Spannung in Verbindung mit R 2 auf ca. 6 V. Der Elko C 1 dient hier zur Siebung der Wechselspannung. Über den Widerstand R 3 erfolgt die Ansteuerung des Transistors T 1. Hierdurch wird der Reset-Eingang Pin 12 von IC 1 von High auf Low-Pegel gezogen, und der Oszillator schwingt. Gleichzeitig wird über das Gatter IC 2 B, das hier nur als Inverter fungiert, der Transistor T 2 angesteuert.

Ein am Eingang BU 2 angeschlossener Schalter kann ebenfalls den Alarm auslösen, indem über den Widerstand R 11 der Reset-Eingang von IC 1 auf Low-Pegel geschaltet wird. Der auf der Platine befindliche Taster TA 1 liegt parallel zu BU 2 und dient dazu, die Schaltung auch ohne Eingangssignal testen zu können.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 60 mm x 70 mm. Durch Einsatz herkömmlich bedrahteter Bauteile ist der Nachbau auch für Anfänger geeignet.

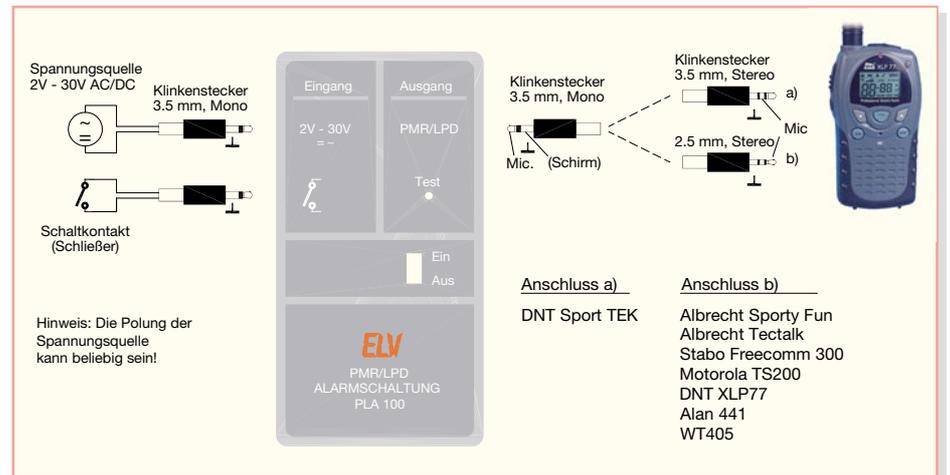


Bild 2: Anschlusschema des PLA 100

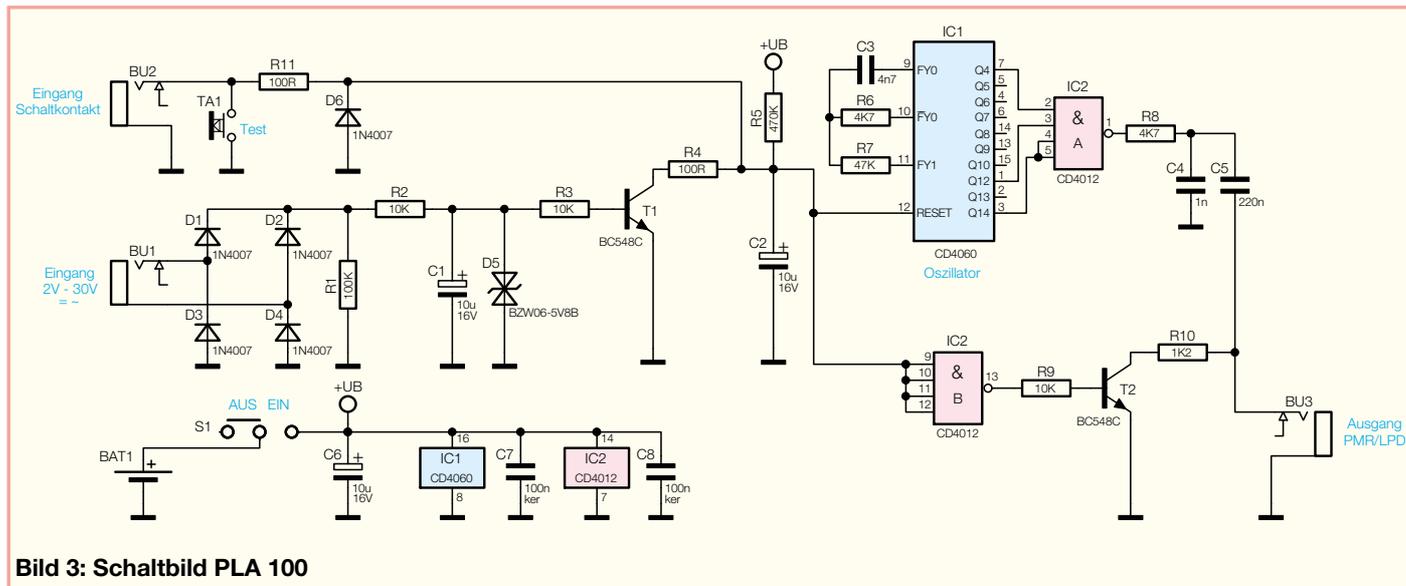


Bild 3: Schaltbild PLA 100

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß

sind die Bauteile abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet, die Dioden mit einem Katodenring, und die Einbaulage der Transistoren ergibt sich aus dem Bestückungsdruck. Die Einbaulage der ICs ist leicht durch deren Kerben an Pin 1 und der zugehörigen Markierung im Bestückungsdruck erkennbar. Eine gute Hilfestellung gibt dabei auch das Platinenfoto.

Zum Schluss erfolgt das Einsetzen des Schiebeschalters sowie der Buchsen. Diese Bauteile sind völlig plan auf die Platine aufzustecken, bevor ihre Anschlüsse verlötet werden, da sonst die Lötstellen bei häufigem Stecken bzw. Schalten mechanisch überlastet werden könnten.

Die Anschlusskabel des Batterieclips sind zur Zugentlastung durch die Bohrungen in der Platine zu führen (siehe Platinenfoto). Die farbliche Zuordnung der Leitungen: rotes Kabel an „+BAT1“ und schwarzes Kabel an „-BAT1“.

Nun folgt der Einbau der Platine in das Gehäuse. Zuerst wird die Platine mit vier Knippingschrauben in der Gehäuseunterschale befestigt. Die Gehäuseoberschale ist dann mit den beiliegenden Gehäuseschrauben mit der Unterschale zu verschrauben.

Stückliste:
PMR-LPD-Alarmzusatz

Widerstände:

100Ω	R4, R11
1,2kΩ	R10
4,7kΩ	R6, R8
10kΩ	R2, R3, R9
47kΩ	R7
100kΩ	R1
470kΩ	R5

Kondensatoren:

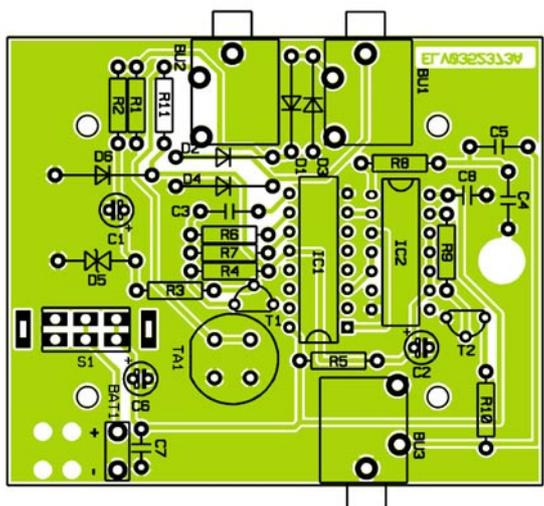
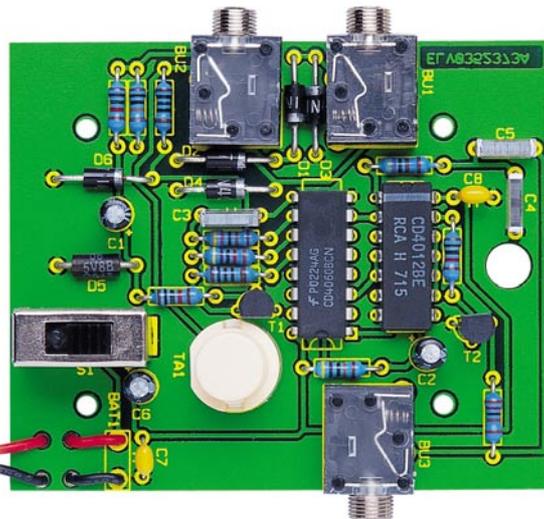
1nF/400V	C4
4,7nF/400V	C3
100nF/ker	C7, C8
220nF/100V	C5
10µF/16V	C1, C2, C6

Halbleiter:

CD4060	IC1
CD4012	IC2
BC548C	T1, T2
BZW06-5V8B	D5
1N4007	D1-D4, D6

Sonstiges:

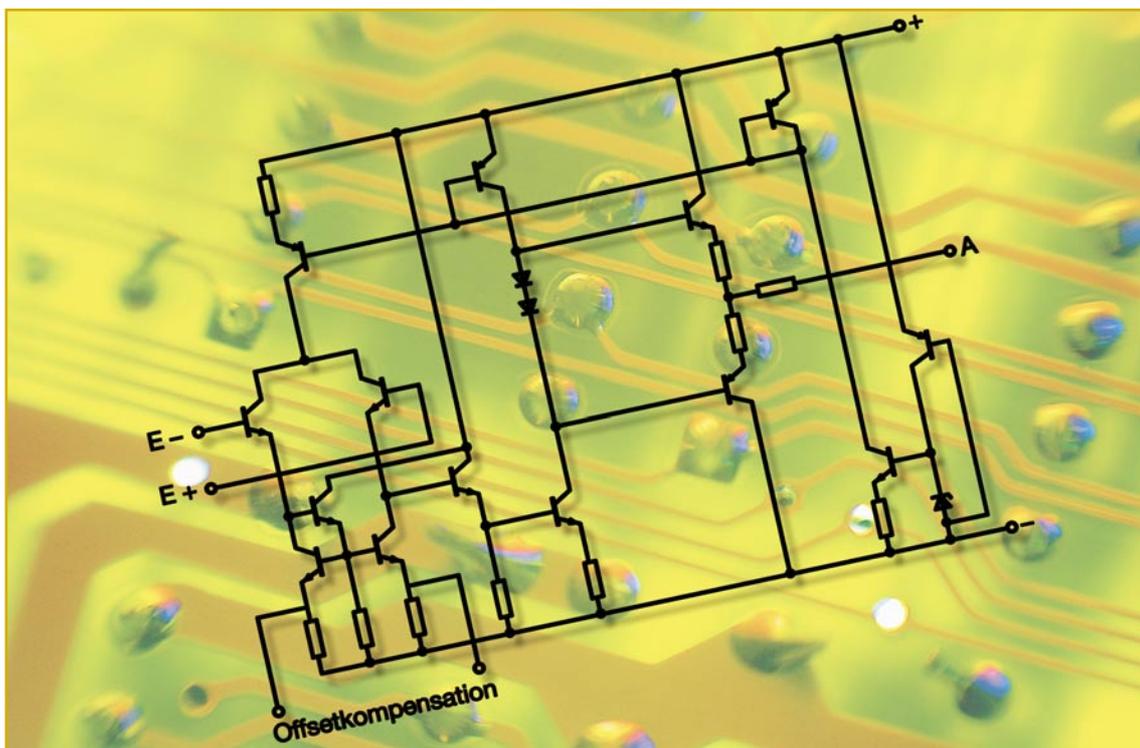
- Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print
- Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print
- S1
- Print-Taster, 1 x ein, beige
- TA1
- 9-V-Batterieclip
- BAT
- 4 Knippingschrauben
- 1 Gehäuse PLA 100, bearbeitet und bedruckt



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsdruck

Abschließend legt man noch ein selbstklebendes Stück Schaumstoff in das Batteriefach, das einen festen Sitz der Batterie gewährleistet und ein „Klappern“ verhindert.

Nach dem Einsetzen der Batterie ist das Gerät betriebsbereit. **ELV**



Operationsverstärker in Theorie und Praxis Teil 4

In diesem Teil unserer Serie wollen wir uns mit frequenzabhängigen Operationsverstärker-Schaltungen, speziell Filter- und Selektivverstärker-Schaltungen befassen.

Filterschaltungen

Dass Operationsverstärker ein frequenzabhängiges Verhalten und eine obere Grenzfrequenz aufweisen, haben wir ja, wie die frequenzabhängige Gegenkopplung, bereits in den ersten Folgen betrachtet. Bereits bei der Diskussion um das Verhalten des nicht invertierenden, gegengekoppelten Verstärkers stellte sich dessen Tiefpassverhalten bei Beschaltung mit einem RC-Glied heraus.

Solch eine Schaltung ist also bereits eine einfache Filterschaltung. Diese Schaltungen dienen dazu, den Frequenzgang gezielt zu beeinflussen. Einfache, also passive RC-Glieder haben den Nachteil, nicht nur im gewünschten Frequenzbereich eine Dämpfung hervorzurufen, sondern auch in dem Frequenzbereich, der eigentlich unbeeinträchtigt durchgelassen werden soll. Realisiert man ein solches Filter jedoch mit einem OP, kann man solche Dämpfungen

im Durchlassbereich ausgleichen - man spricht von einem aktiven Filter.

Tiefpass

Die in Abbildung 29 gezeigte Schaltung stellt ein einfaches, aktives Tiefpassfilter mit einem invertierenden OP dar, das jedoch noch einen relativ flachen Abfall

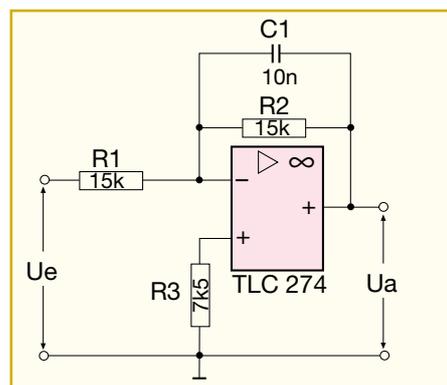


Bild 29: Einfache, aktive Tiefpass-Schaltung

der Frequenzgangkurve oberhalb der Grenzfrequenz aufweist.

Diese errechnet man wie folgt:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R2 \cdot C1}$$

Der Verstärkungsabfall ab der Grenzfrequenz beträgt hier 20 dB/Dekade.

Für einen steileren Abfall des Filters greift man zu einem Filter höherer Ordnung. Hier werden durch Einbeziehung mehrerer Tiefpassglieder in den Gegen-

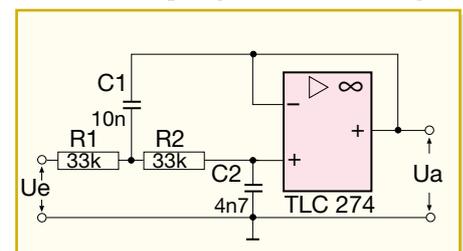


Bild 30: 700-Hz-Tiefpass 2. Ordnung

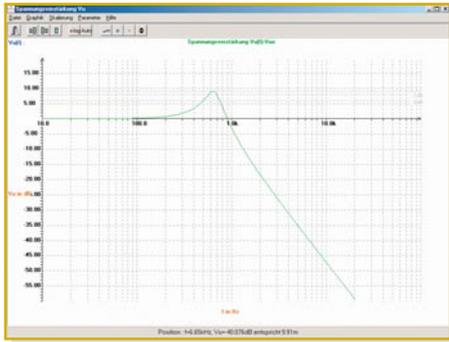
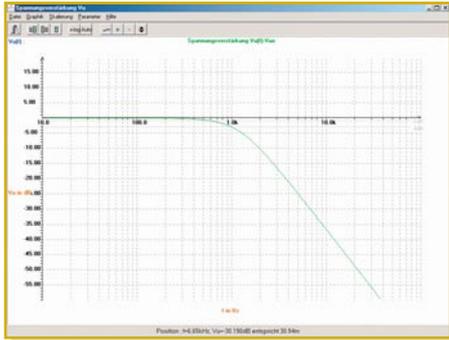


Bild 31: Der Frequenzgang macht den Unterschied: oben einfacher Tiefpass, unten Tschebyscheff-Filter 2. Ordnung

kopplungs-zweig deutlich steilere Amplitudenabfälle oberhalb der Grenzfrequenz erzielt. In Abbildung 30 ist eine solche RC-Tiefpass-Schaltung 2. Ordnung zu sehen, die hier eine Grenzfrequenz von 700 Hz aufweist. In der Praxis greift man sehr oft zu dieser Standardschaltung, da sie bereits bei geringem Bauelementeaufwand eine gute Wirksamkeit zeigt. Abbildung 31 zeigt den Vergleich zwischen zwei auf 1 kHz

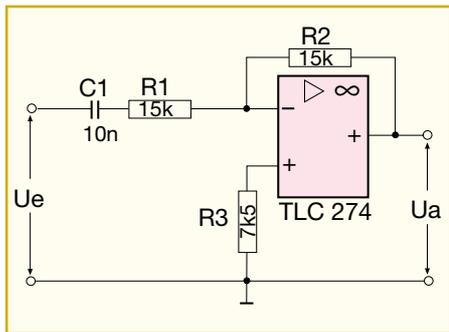


Bild 32: Einfache, aktive Hochpass-Schaltung

dimensionierten Filtern, einmal ein einfaches niedriger Güte und einmal ein so genanntes Tschebyscheff-Filter 2. Ordnung. Der Preis für den deutlich steileren Abfall bei letzterem ist allerdings ein deutlicher Amplitudenanstieg kurz vor der Grenzfrequenz.

Soll die Wirkung weiter verstärkt werden, setzt man in der Operationsverstärkertechnik oft keine komplizierteren Filter noch höherer Ordnung ein, stattdessen werden z. B. zwei dieser Filter in Reihe geschaltet.

Hochpass

Ein Hochpass hat die Aufgabe, nur Frequenzen oberhalb einer definierten Grenzfrequenz passieren zu lassen. Deshalb sind hier die Filterkurven quasi spiegelbildlich zu denen des Tiefpasses angeordnet. Auch hier gelten bezüglich Verstärkung der Schaltung und Filtersteilheit prinzipiell die gleichen Aussagen wie beim Tiefpass. Abbildung 32 zeigt eine einfache Hochpass-Schaltung. Die frequenzbestimmenden Bauteile sind hier C 1 und R 1. Die Grenzfrequenz ergibt sich wie folgt:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_1}$$

Bis zu dieser Grenzfrequenz steigt die Verstärkung mit 20 dB/Dekade an.

Auch hier kann man mit Filtern höherer Ordnung eine deutlich höhere Steilheit der Filterkurve erreichen. In Abbildung 33 ist ein Hochpassfilter 2. Ordnung zu sehen, das bereits einen Verstärkungsanstieg von ca. 40 dB/Dekade bis zur Grenzfrequenz realisiert.

Oberhalb der Grenzfrequenz hat das aktive Hochpass-Filter eine Verstärkung von 1.

Bandpass

Der Bandpass gehört zu den selektiven Schaltungen, die die Aufgabe haben, nur einen ganz bestimmten Frequenzbereich passieren zu lassen.

Ein Bandpass lässt sich sehr einfach durch das Einfügen eines Doppel-T-Filters in den Gegenkopplungs-zweig realisieren, wie Abbildung 34 in einem einfachen Beispiel zeigt.

Hier heißt die mit wiederum der gleichen Formel wie beim Hochpass ermittelte Grenzfrequenz Resonanzfrequenz. Die Formel gilt bei diesem Filter unter der Voraussetzung, dass $R_1 = 2 \cdot R_2$ und

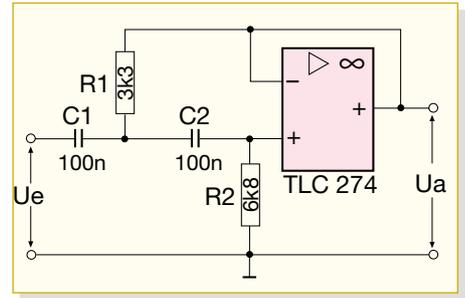


Bild 33: 330-Hz-Hochpass 2. Ordnung

$C_2 = 2 \cdot C_1$ ist. Die dargestellte Dimensionierung ergibt eine Resonanzfrequenz (f_0) von ca. 1 kHz. Schaut man sich die zugehörige Filterkurve an, kann man die Wirkungsweise der Filterkombination leicht nachvollziehen. Im gesperrten Frequenzbereich ($f < f_0$) wird das Signal gedämpft ($V=1$), hier wirkt die Gegenkopplung über die beiden Widerstände R 1. Steigt die Frequenz, sinkt im Gegenzug die gegengekoppelte Spannung ab, bis sie bei Erreichen der Grenzfrequenz nahezu bei Null liegt. Bei Überschreiten der Grenzfrequenz kommt nun der andere Filterzweig voll zur Wirkung, die Gegenkopplung verstärkt sich und die Verstärkung nimmt wieder ab, bis bei $f > f_0$ wieder $V=1$ erreicht wird.

Abbildung 35 zeigt ein Anwendungs-Beispiel aus der Praxis. Hier wurde ein Bandpass-Filter 2. Ordnung eingesetzt, um in einem Satelliten-Antennenmessgerät das Vorhandensein des 22-kHz-Signals eindeutig anzeigen zu können. IC 1 stellt mit seiner Peripherie das Bandpass-Filter mit einer Resonanzfrequenz von 22 kHz dar, in IC 2 erkennen wir einen Komparator. Nur, wenn ein 22-kHz-Signal vorhanden ist, gibt IC 1 eine genügend hohe Signalspannung ab, um den Komparator umschalten zu lassen. Die LED an dessen Ausgang zeigt als Indikator nur das Vorhandensein eines 22-kHz-Signals an.

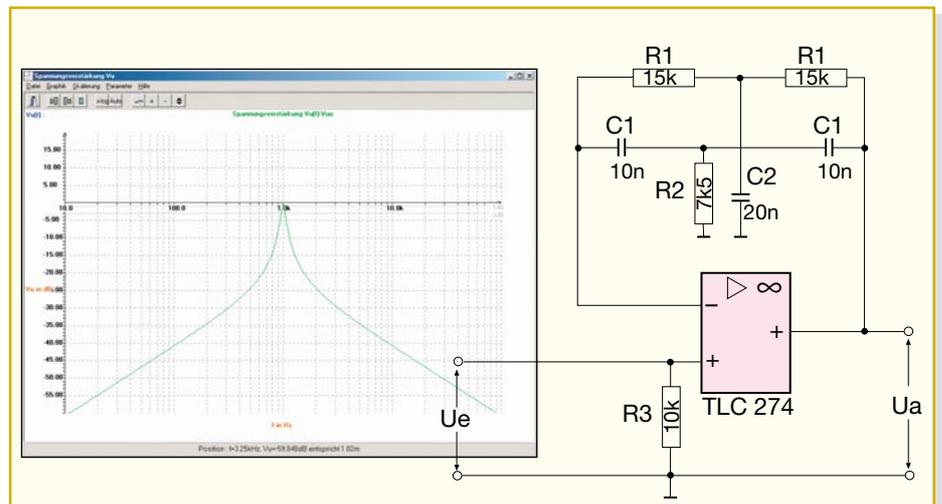


Bild 34: Bandpass-Schaltung mit 1 kHz Resonanzfrequenz (rechts). Die Frequenzgangkurve zeigt die prinzipielle Wirkung eines Bandpasses (links).

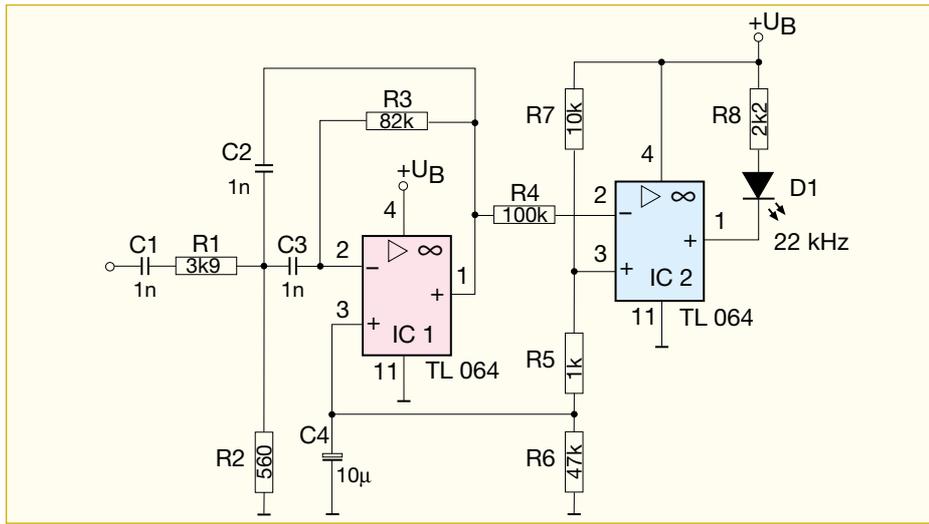


Bild 35: Bandpass-Anwendung - der 22-kHz-Indikator

die Beschreibung der Funktion dieses Netzwerkes gehen wir zunächst davon aus, dass sich alle drei Potis in Mittelstellung befinden.

Betrachtet man die mit R 5, R 8, R 11 und C 9 realisierte Basseinstellung, so befindet sich die Widerstandsbahn von R 8 jeweils zur Hälfte in Reihe zu R 5 und R 11. Der Kondensator C 9 ist für die mittleren und hohen Frequenzen relativ niederohmig und überbrückt somit das Poti für diese Frequenzanteile. Bewegt man nun den Schleifer von R 9, wird die Gegenkopplung für diese tiefen Frequenzen im jeweiligen Widerstandsverhältnis zu R 5 oder R 11 verändert und damit die Verstärkung der tiefen Frequenzanteile verringert oder erhöht.

Nach nahezu dem gleichen Prinzip arbeitet die Mitteneinstellung. Hier überbrückt C 10 das Poti allerdings nur für höhere Frequenzanteile, sodass sich das

Bandsperr

Die Bandsperr (Abbildung 36) stellt das Gegenstück zum Bandpass dar, sie hat die Aufgabe, eine (Stör-) Frequenz möglichst schmalbandig auszublenden.

Auch hier gilt wieder die gleiche Formel zur Berechnung der Resonanzfrequenz unter der Bedingung: $R_1 = 2 \cdot R_2$ und $C_2 = 2 \cdot C_1$. Mit der vorgestellten einfachen Schaltung erreicht man eine Resonanzfrequenz von 1 kHz.

Ein wenig Praxis

Zur Abrundung des Themas „Frequenzabhängige Schaltung“ wollen wir noch eine praktische Anwendungsschaltung besprechen, bei der gleich mehrere der besprochenen Prinzipien und bereits früher gezeigter Schaltungslösungen zur Anwendung kommen - eine Klangregelschaltung.

Diese ist vollständig in Abbildung 37 dargestellt. IC 1 versorgt die Schaltung mit einer konstanten Gleichspannung. Da der Operationsverstärker eine symmetrische Betriebsspannung erfordert, wird hier zum früher gezeigten „Trick“, der virtuellen Masse, gegriffen. R 2 und R 3 legen den Arbeitspunkt beider OPs auf halbes Betriebsspannungspotential und schon ist quasi eine symmetrische Betriebsspannung erzeugt.

IC 2 A arbeitet als Impedanzwandler,

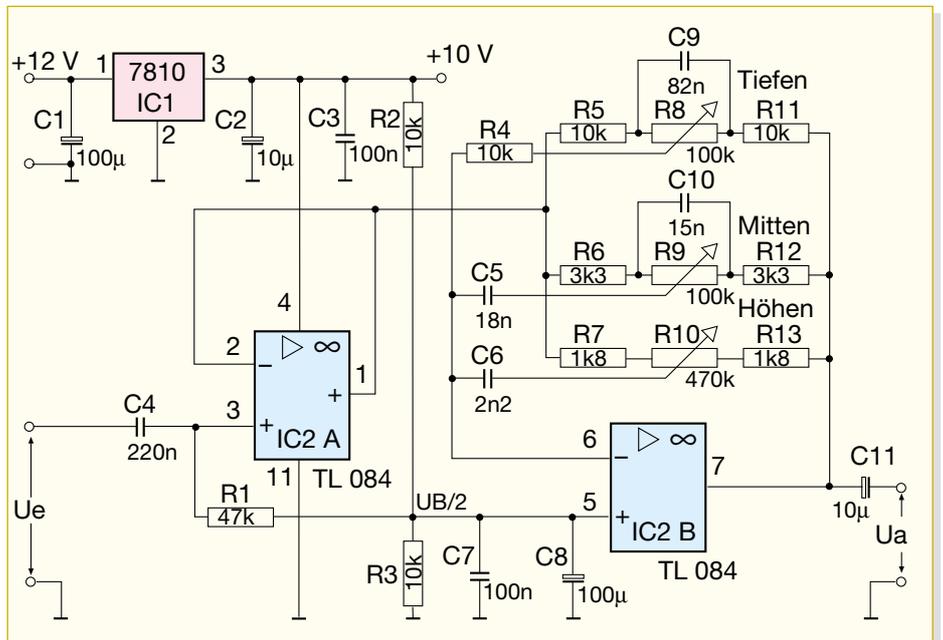


Bild 37: Praktische Filter-Anwendung in einer Klangregelschaltung

der zum einen einen hohen Eingangswiderstand gewährleistet und zum anderen das Signal niederohmig auskoppelt. Dieses gelangt in das Gegenkopplungsnetzwerk des als invertierender Verstärker arbeitenden IC 3.

Dieses erlaubt die Anhebung bzw. Absenkung sowohl der Höhen und Tiefen als auch des mittleren Frequenzbereiches. Für

Bewegungen des Schleifers von R 9 auch auf mittlere Frequenzen auswirkt. Da der in Reihe zum Schleifer liegende C 5 für tiefe Frequenzanteile hochohmig ist, bleiben hier nur noch die mittleren Frequenzen im Frequenzband zur Einstellung übrig.

Der Gegenkopplungsweig für die hohen Töne schließlich verzichtet auf einen Kondensator über dem Poti R 10, wodurch dieses die Verstärkung des gesamten Frequenzbereich bis zur Grenzfrequenz einstellbar macht. C 6 schließlich ist so dimensioniert, dass die mittleren und unteren Frequenzbereiche abgetrennt werden und nur die Verstärkung des oberen Bereichs einstellbar ist.

Damit wollen wir das Thema abschließen und uns im nächsten Teil der Serie der Schwingungserzeugung mit und der Spannungsversorgung von Operationsverstärkern zuwenden.

ELV

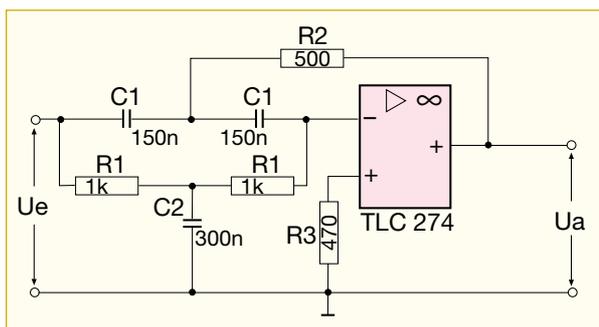


Bild 36: Die Bandsperr blendet eine bestimmte Frequenz schmalbandig aus



Niederspannungs-Kabelheizung

Mit den verschiedenen Leistungsklassen von 14 W, 50 W und 100 W Heizleistung und den unterschiedlichen Heizleitungslängen von 3 m bis 60 m lassen sich nahezu alle Einsatzfälle für Haus- und Gartenbesitzer optimal abdecken. Das Einsatzgebiet reicht vom Frostschutz an Dachrinnen, Gullys und Wasserleitungen bis hin zur Wachstumshilfe für Pflanzen.

Allgemeines

Die wesentlichen Vorteile einer Niederspannungs-Kabelheizung sind die einfache Installation und die Möglichkeit, die Heizenergie sehr gezielt einzusetzen. Die

Thermostatfunktion an der 50-W- und 100-W-Version verbessert hier nochmals die zielgenaue Dosierung der Heizenergie.

Die Installation der Niederspannungsheizung beschränkt sich im Prinzip auf das Verlegen der Heizleitung, das Anbringen von Temperatursensoren und Steuerein-

heit (nur bei den beiden Hochleistungsversionen) und die Montage des Transformators. An technischen Voraussetzungen für den Betrieb ist nur eine entsprechende 230-V-Steckdose notwendig.

Da zur Speisung der Heizleitung ein Sicherheits-Transformator eine Schutz-



Achtung!

Da es sich bei der Niederspannungsheizung um eine Wärmequelle handelt, die, wie jede andere Heizung auch, bei falscher Handhabung eine Brandgefahr in sich birgt, sind die Installations- und Bedienhinweise zu den entsprechenden Versionen unbedingt zu beachten und einzuhalten. Vor allem ist zu beachten, dass diese Geräte nicht für den direkten Einsatz am Menschen bzw. an Tieren bestimmt sind.

Tabelle 1: Technische Daten NSH 14-3 und NSH 14-10

	NSH 14-3	NSH 14-10
Heizleistung:	14 W	14 W
Heizleitungslänge:	3 m	10 m
Heizleitung:	Einzelader, 0,75 mm ²	Einzelader, 1,5 mm ²
Heizleistung pro Meter:	4,67 W/m	1,4 W/m
Dauerheizen:	ja	ja
Thermostatfunktion:	nur mit ext. Thermostat	nur mit ext. Thermostat
Übertemperatursicherung:	nein	nein
Anschlusswerte:	230 V/50 Hz/0,1 A	230 V/50 Hz/0,1 A
Abmessungen (B x H x T):	49 x 43 x 75 mm	49 x 43 x 75 mm
Schutzart:	IP 65	IP 65
Gewicht (ohne Kabel):	0,5 kg	0,5 kg

Tabelle 2: Technische Daten NSH 50 und NSH 100

	NSH 50	NSH 100
Heizleistung:	50 W	100 W
Heizleitungslänge:	30 m	60 m
Heizleitung:	Zwillingsleitung, 0,4 mm ²	Zwillingsleitung, 1,5 mm ²
Heizleistung pro Meter:	1,67 W/m	1,67 W/m
Dauerheizen:	ja, schaltbar	ja, schaltbar
Thermostatfunktion:	≤4 °C	≤4 °C
Übertemperatursicherung:	≥40 °C	≥40 °C
Anschlusswerte:	230 V/50 Hz/0,25 A	230 V/50 Hz/0,5 A
Abmessungen (B x H x T):		
- Transformator:	59 x 65 x 78 mm	75 x 78 x 107 mm
- Steuereinheit:	108 x 55 x 115 mm	108 x 55 x 115 mm
Schutzart:	IP 65	IP 65
Gewicht (ohne Kabel):	1,5 kg	2,6 kg

kleinspannung erzeugt, ist die elektrische Sicherheit stets gegeben. Die Tabellen 1 und 2 geben mit den technischen Daten eine Übersicht über die verschiedenen Varianten.

Anwendungsgebiete

Prinzipiell lässt sich eine Niederspannungs-Kabelheizung überall dort besonders vorteilhaft einsetzen, wo einzelne Gegenstände, begrenzte Flächen oder abgeschlossene Behältnisse gezielt erwärmt werden müssen. Beispiele sind Wasserleitungen und Regenrinnen, Fußmatten und Gehwege, Regentonnen und Blumenkübel.

Die Heizenergie wird dabei mit Hilfe einer je nach Leistungsvariante unterschiedlich langen Heizleitung direkt an den zu erwärmenden Gegenstand herangebracht. Der große Vorteil ist dabei, dass bei dieser Methode kaum Heizenergie „verloren“ geht. Bei der konventionellen Methode, beispielsweise zum Frostfreihalten einer Wasserleitung in einem Gartenhaus, wird das gesamte Gartenhaus samt Inhalt mit einem elektrischen Frostwächter bzw. Heizlüfter erwärmt. Der größte Teil der Energie geht dabei durch eine schlechte Wärmeisolierung verloren. So kann es sein, dass eine konventionelle Heizung mit einigen hundert Watt Heizleistung nicht ausreicht, um die betreffende Wasserleitung frostsicher zu machen, eine Kabelheizung mit gezielt eingesetzten 14 Watt Heizleistung aber schon ausreicht, um auch starkem Frost zu trotzen. So ist der Einsatz

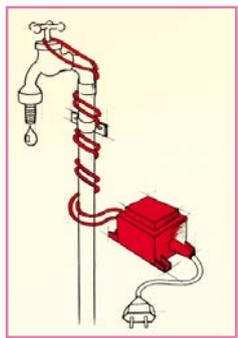


Bild 1: Frostfreihalten von Wasserleitung und Wasserhahn

einer gezielten Heizung via Heizkabel aus ökonomischer und aus ökologischer Sicht die sinnvollere Lösung.

Einsatzgebiete für die Kabelheizung gibt es dabei unzählige. Das oben aufgeführte Erwärmen von Wasserrohren ist wohl die klassischste Variante. Aber auch Hauswasserversorgungen, Pumpen und Wasserhähne in ungeheizten Räumen sind stark frostgefährdet. Das Einfrieren an sich ist dabei oftmals das kleinere Problem, da im Winter z. B. die Hauswasserversorgung zur Bewässerung des Gartens sowieso nicht genutzt wird. Viel gravierender ist die Tatsache, dass sich einfrierendes Wasser ausdehnt und dabei Rohre, Pumpen usw. regelrecht aufsprengt – hohe Reparaturkosten sind die Folge. Noch fataler wird es, wenn Tiere auf eine funktionierende Wasserversorgung angewiesen sind. Frieren Pferdetränken oder andere Tränkebecken ein, so muss schnell gehandelt werden. Das Wiederauftauen ist dabei extrem mühselig. Einfacher und sicherer ist es, diese Teile mit einer ELV-Kabelheizung zu schützen. Das System kann einmalig installiert werden; ein Thermostat schaltet die Heizung bei Frostgefahr dann automatisch zu. Wie man beispielsweise einen Wasserhahn und eine Wasserleitung angemessen schützt, zeigt Abbildung 1.

Aber nicht nur die Frischwasserversorgung will geschützt werden. Auch Abwasserrohre, Gullys, Regentonnen und -rinnen sind bei Frost gefährdet. So sorgt ein erwärmter Flachdachabfluss (Abbildung 2) für einen sicheren Ablauf von Schmelzwasser etc. Ein besonderes Einsatzfeld ist die Frostsicherung an Regenrinnen. Hier gilt es nicht, unbedingt die Regenrinne eisfrei zu halten, sondern Hauptziel ist es, Eiszapfenbildung zu verhindern. Herunterfallende Eiszapfen stellen vielfach eine erhebliche Gefahr für Fußgänger, parkende Autos etc. dar. Das Entfernen der Eiszapfen ist für Hausbesitzer allerdings sehr schwierig. Hier kann eine einmal verlegte Niederspannungsheizung Abhilfe schaffen.

Auch das Verhindern von Eisbildung

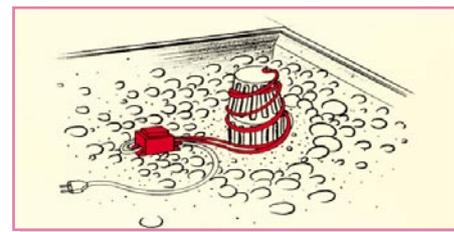


Bild 2: Frostschutz an Flachdachabläufen und Gullys

auf Geh- und Gartenwegen, Fußmatten, Terrassen usw. kann in den Bereich der Unfallverhütungsfunktion eingereicht werden. In den Wintermonaten ist eine Vielzahl von Unfällen in Haus und Hof auf glatte Untergründe zurückzuführen. Schon manchem ist beim Hinaustreten aus der Haustür eine vereiste Fußmatte zum Verhängnis geworden. Die unter der Fußmatte verlegte Kabelheizung (Abbildung 3) verhindert hier das Einfrieren und sorgt bei Schneefall gleichzeitig für ein automatisches Abtauen.

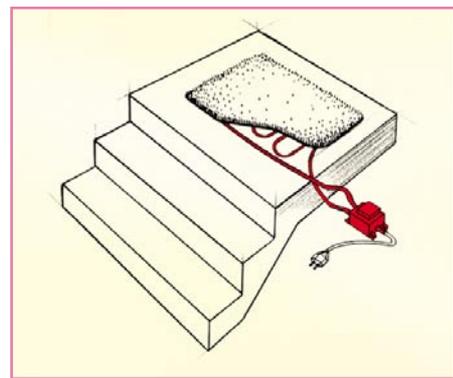


Bild 3: Verhindern von Eis auf Fußmatten

In den Bereich der Komfortsteigerung ist beispielsweise der Einsatz als Beschlagsschutz an Badezimmerspiegeln zu sehen. Ein leichtes Erwärmen eines Spiegels – hier wird die Heizleitung unsichtbar von der Rückseite angeklebt – verhindert, dass sich Wasserdampf auf dem Spiegel niederschlägt. Abbildung 4 zeigt das Prinzip der Anbringung.

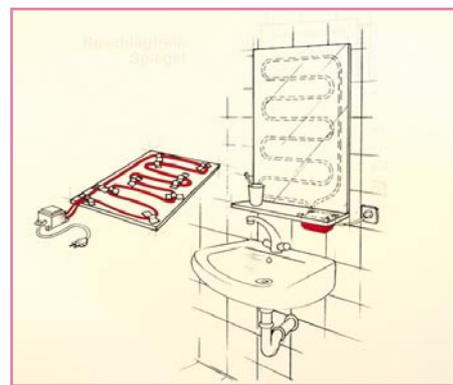


Bild 4: Beschlagfreie Spiegel – Montageprinzip

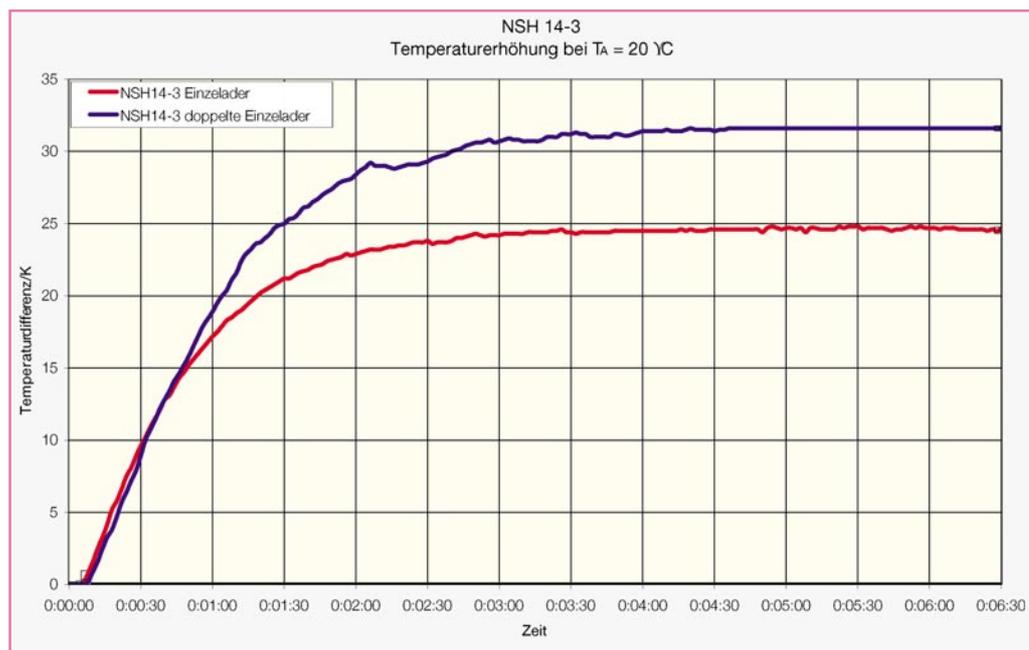


Bild 5: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 14-3

Auch für den Hobbygärtner bietet das System mit einem gezielten Einsatz von Wärme vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Auf Terrasse und Balkon verbessert eine gezielte Erwärmung des Wurzelbereiches bei vielen Zierpflanzen das Wachstum. Viele empfindliche Pflanzen können so auch einen kalten Sommer unbeschadet überstehen. In einem Gewächshaus verlegt, kann die Niederspannungsheizung das Wachstum und den Ertrag von Nutzpflanzen verbessern.

Alle diese Anwendungen sind über eine konventionelle Heizung mit Heizgebläse etc. nicht sinnvoll realisierbar. Der Energieaufwand wäre immens, die Installation kaum durchführbar. Anders bei den neuen ELV-Niederspannungsheizungen: Die Heizleitung lässt sich direkt an dem zu erwärmenden Objekt platzieren – so geht kaum Heizenergie verloren. Mit den verschiedenen Leistungsvarianten findet sich für nahezu jeden Einsatzfall die richtige Heizung. Die korrekte Dosierung der Heizenergie kann durch die Montage sichergestellt werden. Hier stellt eine einfache Heizleitung ein Höchstmaß an Flexibilität dar. Soll beispielsweise ein Wasserrohr erwärmt werden, das vom Keller aus nach draußen geführt ist, so wird die Niederspannungsheizung innen montiert, der Temperaturfühler mit nach außen gelegt. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass das Rohr außen stärker auskühlt als innen und somit außen auch mehr Heizleistung benötigt wird, ist die Wicklungsdichte zu variieren: Daher sind im Außenbereich mehr Wicklungen aufzubringen als im Keller.

Da jede Anwendung sehr individuell ist, kann keine allgemeine Regel für die Art der Verlegung gegeben werden. So ist die Wickeldichte, d. h. die Anzahl der Wicklungen pro Meter Wasserleitung etc.,

von Material und Größe des zu erwärmenden Körpers und von der gewünschten Temperaturerhöhung abhängig. Bei Rohren lässt sich die benötigte Heizleistung durch zusätzliche Rohrisolierungen, so wie man sie aus dem Heizungsbau kennt, verringern. Einen Anhaltspunkt für die erreichbare Temperatur geben die in den Abbildungen 5, 6 und 10 dargestellten Temperaturverläufe.

Bei der Auswahl der Niederspannungsheizung ist zu bedenken, dass die Heizleitung niemals gekürzt werden darf, d. h. die gesamte Länge muss genutzt werden! Dabei ist es auch nicht zulässig, größere Leitungslängen zu bündeln!

Funktionsprinzip

Das Arbeitsprinzip aller vorgestellten Niederspannungsheizungen ist ähnlich. Im Prinzip wird bei allen Versionen die Sekundärseite eines Sicherheits-Transformators mit einer Heizleitung beschaltet. Der eigentliche Unterschied zwischen den verschiedenen Versionen besteht in der zur Verfügung stehenden Heizleistung und, damit verbunden, in der unterschiedlichen Leitungslänge und entsprechenden Sicherheitsbeschaltungen.

Die einfachste Art, um aus elektrischer Energie Wärme zu erzeugen, ist es, einen Strom I durch einen Widerstand R fließen zu lassen. Die dabei entstehende Wärme ist abhängig von der umgesetzten Leistung P . Folgende Gleichung gibt den Zusammenhang mathematisch wieder:

$$P = I^2 \cdot R$$

Diesen Effekt kennt auch jeder Elektriker: Ein Widerstand, der in der Nähe seiner maximalen Verlustleistung betrie-

ben wird, erwärmt sich stark. Bei nahezu jedem elektrischen Heizelement kommt dieses Prinzip zum Einsatz, die verschiedenen Varianten unterscheiden sich meist nur in Form und Ausführung des Widerstandes. Ein Heizstab in einer Waschmaschine, die Kochplatte in einem Elektroherd oder der Heizdraht in einem Toaster arbeiten nach dem gleichen Prinzip.

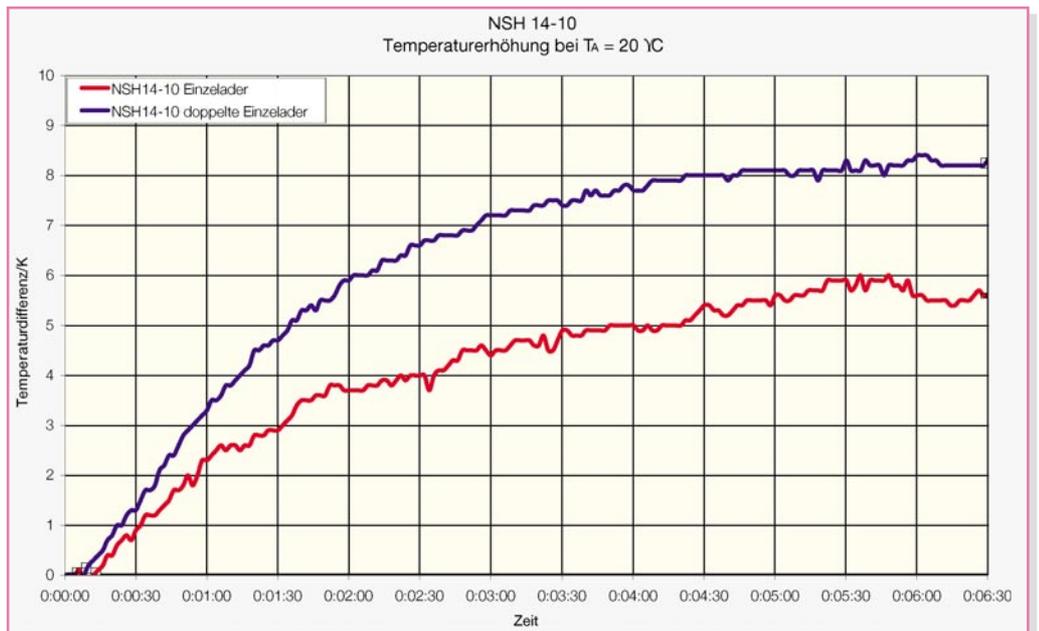
Bei den hier vorgestellten Niederspannungsheizungen ist das Heizelement ein handelsüblicher Kupferleiter. Für den Einsatzzweck als Kabelheizung kommt dabei die elektrische Eigenschaft eines Leiters zum Tragen, die ansonsten in der Technik eher unerwünscht ist: der Leitungswiderstand. Jeder elektrische Leiter, spezielle Supraleiter einmal ausgenommen, besitzt einen elektrischen Widerstand, der bei Stromfluss eine Leistung gemäß obiger Formel in Wärme umsetzt. Der Widerstand ist dabei von den Materialeigenschaften (spezifischer Leitwert κ), dem Leitungsquerschnitt A und der Leitungslänge l abhängig. Vernachlässigbar sind bei dieser Anwendung Strom- und Feldverdrängungseffekte. Folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang:

$$R_{20} = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

Mit obiger Gleichung lässt sich dann der Widerstand eines gestreckten Leiters bei 20 °C (R_{20}) bestimmen. Ein 1 Meter langer Kupferleiter $\kappa=56 \text{ m}/(\text{W}\cdot\text{mm}^2)$ mit einem Querschnitt von $1,0 \text{ mm}^2$ besitzt gemäß obiger Formel einen Widerstand von $17,8 \text{ m}\Omega$. Hiermit kann dann über Gleichung 1 mit bekanntem Nennstrom die umgesetzte Heizleistung ermittelt werden.

Um für die unterschiedlichen Anwendungsfälle stets eine passende Kabelheizung einsetzen zu können, existieren

Bild 6: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 14-10



vier verschiedene Varianten. Die beiden 14-W-Versionen gibt es mit 3 m oder mit 10 m Heizleitung. Aufgrund der kleinen Heizleistung besitzen diese Typen keine Steuereinheit, d. h. hier ist die Heizleitung direkt am Transformator angeschlossen. Größere Flächen lassen sich mit der NSH 50 bzw. NSH 100 erwärmen. Diese Typen mit 50 W bzw. 100 W Heizleistung sind mit einer separaten Steuereinheit versehen, die aus sicherheitstechnischer Sicht zwingend notwendig ist. Tabelle 1 und 2 geben eine Übersicht zu den einzelnen Versionen.

NSH 14-3, NSH 14-10

Die Niederspannungsheizung NSH 14 mit den beiden Varianten 3 m oder 10 m Leitungslänge kommt überall dort zum Einsatz, wo nur kleine Heizleistungen benötigt werden. Soll mit kleiner Leistung ein nur kleiner Bereich (z. B. ein Wasserhahn) erwärmt werden, so ist die 3-m-Variante NSH 14-3 zu verwenden. Mit einer Leistung von 4,67 W pro Meter Heizleitung erreicht sie eine relativ große Erwärmung. Bei der Wachstumshilfe in Blumenkübeln etc. ist diese Leistung ggf. schon zu groß. Mit 1,4 W pro Meter ist hier die 10-m-Variante im Allgemeinen die bessere Wahl.



Bild 7: Heizleitung der NSH 14-3/14-10, an einer Wasserleitung montiert

Die erzielbare Temperaturerhöhung ist in den Abbildungen 5 und 6 zu sehen. Diese Verläufe zeigen die Temperaturdifferenz zwischen der Kabeltemperatur und Umgebungstemperatur (20 °C). Die Heizleitungen sind dabei frei verlegt. Wird die Heizleitung der NSH 14-3 einzeln verlegt, so stellt sich nach ca. 5 Minuten eine Temperaturerhöhung um ca. 25 K ein, bei Verlegung als Zwillingsleitung, d. h. die Heizleitung ist einmal doppelt genommen, stellt sich eine Temperaturdifferenz von ca. 31 K ein. Werden diese großen Temperaturerhöhungen nicht benötigt bzw. muss die Leistung über eine größere Fläche verteilt werden, so ist die 10-m-Variante NSH 14-10 zu wählen. Bild 6 zeigt hier den Temperaturverlauf an der Heizleitung. Als Einzelader stellt sich eine Differenz von 6 K ein, als Doppelader verlegt von ca. 8,5 K.

Bedienung und Installation

Der Betrieb der Niederspannungsheizungen NSH 14-3 und NSH 14-10 gestaltet sich recht einfach. Zunächst ist der Sicherheits-Transformator zu montieren. Mit den 4 Montageflanschen lässt sich der Transformator auf einem ebenen Untergrund befestigen. Anschließend muss die Heizleitung verlegt werden. Um die Wärmeverteilung zu optimieren, muss dort, wo mehr Material erwärmt werden muss oder wo die Auskühlung größer ist (z. B. im Außenbereich), auch enger gewickelt werden. Wie eine solche Wicklung für ein Wasserrohr aussehen kann, zeigt Abbildung 7. Die Fixierung am Rohr mit Kabelbindern, Klebeband etc. sorgt für einen sicheren Halt der Heizleitung. Ganz wichtig ist, dass die gesamte Kabellänge „verbraucht“ werden muss. Es ist weder erlaubt, die Heizleitung zu kürzen, noch, überschüssige Kabellänge zu bündeln.

Anschließend wird die Heizung mit dem

Einstecken des Netzsteckers in eine frei zugängliche 230-V-Netzsteckdose in Betrieb genommen. Von der Umgebungstemperatur unabhängig erwärmen diese beiden Versionen der Niederspannungsheizung jetzt ständig das umwickelte Objekt. Soll die Heizung temperaturgesteuert arbeiten, d. h. beispielsweise erst bei drohendem Frost zugeschaltet werden, so ist ein entsprechender Thermostat vorzuschalten. Hierzu eignet sich z. B. der ELV Universal Thermostat UT 100 (ELV-Best.-Nr.: 35-334-00) oder das Funk-Thermoschaltsystem FTS 100 (ELV-Best.-Nr.: 35-404-03). Damit wird die 230-V-Netzzuleitung der NSH 14 entsprechend der eingestellten Temperatur automatisch ein- und ausgeschaltet.

Sicherheitshinweise

Folgende Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten:

- Die 230-V-Steckdose zum Anschluss des Transformators muss frei zugänglich sein.
- Bei allen Arbeiten am Transformator ist vorher der Netzstecker zu ziehen.
- Aus Sicherheitsgründen dürfen Instandsetzungsarbeiten an Heizleitung, Transformator oder Netzzuleitung ausschließlich vom ELV-Kundendienst durchgeführt werden.
- Achtung! Brandgefahr!
1. Überschüssige Heizleitung darf nicht



Bild 8: Nicht zugelassene Bündelung der Heizleitung

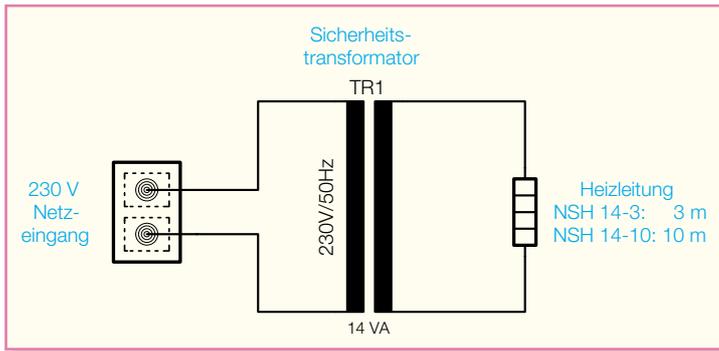


Bild 9: Schaltbild zu den Versionen NSH 14-3 und NSH 14-10

gebündelt werden. D. h. es ist nicht erlaubt, das Heizkabel ähnlich Abbildung 8 zusammenzuwickeln.

2. Die Heizleitung darf auf keinen Fall gekürzt werden.
3. Die maximale Umgebungstemperatur darf 30 °C nicht überschreiten.

Schaltung

Bei den beiden 14-W-Versionen besteht die gesamte Kabelheizung aus einem Sicherheitstrafo, dessen Sekundärwicklung direkt die Heizleitung speist. Abbildung 9 zeigt das Schaltbild hierzu. Der Transformator liefert eine Ausgangsspannung, die auf die Kabellänge und den Kabelquerschnitt angepasst ist. Nur so wird erreicht, dass auch die gesamte, zur Verfügung stehende Trafoleistung im Kabel in Heizleistung umgesetzt wird.

Die speziellen Sicherheits-Transformatoren arbeiten mit einer sehr kleinen Ausgangsspannung, die bei der 3-m-Version bei 1 V und bei der 10-m-Version bei 1,25 V liegt. Mit gegebenem Kabelquerschnitt und definierter Heizleitungslänge ergibt sich dann die auf dem Kabel umgesetzte Heizleistung ziemlich genau zu 14 W. Aufgrund der eher geringen Leistung ist es hier, anders als bei den im Folgenden beschriebenen Versionen mit höherer Lei-

stung, nicht notwendig, eine separate Über-temperatursicherung einzusetzen.

NSH 50, NSH 100

Sollen längere Objekte oder größere Flächen erwärmt werden, so muss sowohl die Heizleistung als auch die Länge der Heizleitung gesteigert werden. Mit den beiden Hochleistungsversionen NSH 50 und NSH 100, die 50 W bzw. 100 W Heizleistung an der Leitung abgeben, können beispielsweise lange, außen liegende Wasserleitungen, Regenrinnen usw. enteist bzw. frostsicher gehalten werden. Die Heizleistung der 100-W-Version verteilt sich auf insgesamt 60 m Zwillingsslitze, während die 50-W-Leistung der NSH 50 auf 30 m Leitung verteilt sind. Somit ist die Heizleistung pro Meter mit einem Wert von 1,67 W/m bei beiden Versionen gleich.

Die mit den entsprechenden Versionen erzielbaren Temperaturerhöhungen sind in Abbildung 10 zu sehen. Diese Verläufe zeigen die Temperaturdifferenz zwischen der Kabeltemperatur und der Umgebungstemperatur (20 °C). Die Heizleitungen sind dabei frei in der Luft verlegt, d. h. die Werte gelten für den so genannten „free air“-Testfall. Nach ca. 5 Minuten stellt sich bei der NSH 100 eine Temperaturerhöhung

von etwas über 4 K ein. Die NSH 50 bringt es auf eine Temperaturdifferenz von > 6 K. Dass beide Heizleitungen trotz gleicher Heizleistung pro Meter nicht die gleiche Temperaturerhöhung bringen, liegt u. a. an der größeren Oberfläche des 100-W-Heizkabels. Hier kommt Zwillingsslitze mit einem Querschnitt von 1,5 mm² zum Einsatz, während die 30-m-Leitung der NSH 50 nur 0,4 mm² im Querschnitt besitzt. Muss das Kabel seine Heizleistung an einen definierten Körper abgeben, so egalisiert sich diese Differenz wieder.

Auf den ersten Blick scheinen diese 4 K bzw. 6 K recht kleine Werte für einen Frostschutz zu sein. Zu bedenken ist, dass diese Werte für den gestreckten Leiter gelten. Erhöht man die Wicklungsdichte, so wird automatisch auch die Temperaturerhöhung gesteigert. Somit ist die letztlich mit einer verlegten Heizleitung erzielte Temperaturerhöhung wesentlich größer. In der praktischen Anwendung muss die Wickeldichte immer individuell auf den Anwendungsfall angepasst werden.

Bedienung und Installation

Auch der Betrieb der Niederspannungsheizungen NSH 50 und NSH 100 gestaltet sich recht einfach, obwohl die Installation geringfügig aufwändiger ist. Aufgrund der größeren Leistung ist es hier zwingend erforderlich, gewisse Sicherheitsmechanismen zu implementieren. Daher ist bei der Montage unbedingt den aufgeführten Anweisungen Folge zu leisten.

Im ersten Schritt wird auch hier der Transformator befestigt. Die vier Befestigungslaschen geben dem doch recht schweren Bauteil sicheren Halt. Anschließend ist die Steuereinheit in unmittelbarer Nähe zum Transformator zu montieren. Hier sind nach dem Abschrauben des Gehäusedeckels die Befestigungsbohrungen zugänglich. Nach der Montage muss der Deckel unbedingt wieder fest verschraubt werden.

Dann wird auch hier die Heizleitung verlegt. Um die Wärmeverteilung zu optimieren, muss dort, wo mehr Material erwärmt werden muss oder wo die Auskühlung größer ist (z. B. im Außenbereich), auch enger gewickelt werden. Wie eine solche Wicklung für ein Wasserrohr aussehen kann, zeigen die Abbildungen 11 und 12. Auch hier geschieht die Fixierung am Rohr mit Kabelbindern, Klebeband etc. Ganz wichtig ist, dass die gesamte Kabellänge „verbraucht“ wird! Es ist weder erlaubt, die Heizleitung zu kürzen, noch, überschüssige Kabellänge zu bündeln!

Ist die Heizleitung verlegt, so muss im nächsten Schritt der Fühler für die Temperatursicherung, der ja parallel mit dem Heizkabel aus dem Steuergerät herausgeführt ist, montiert werden. Dieser Fühler sorgt dafür, dass die Heizleitung bei einer

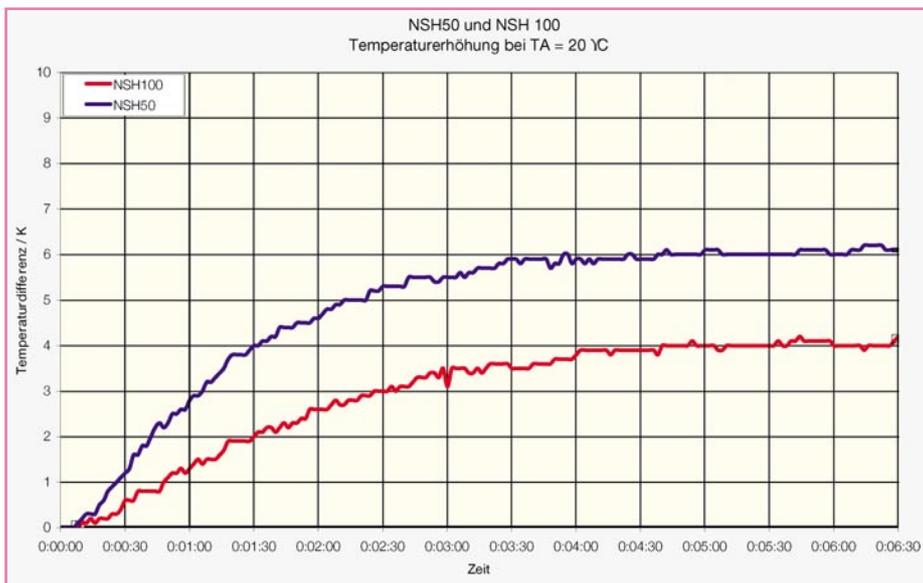


Bild 10: Temperaturerhöhung am Heizkabel der NSH 50 und NSH 100

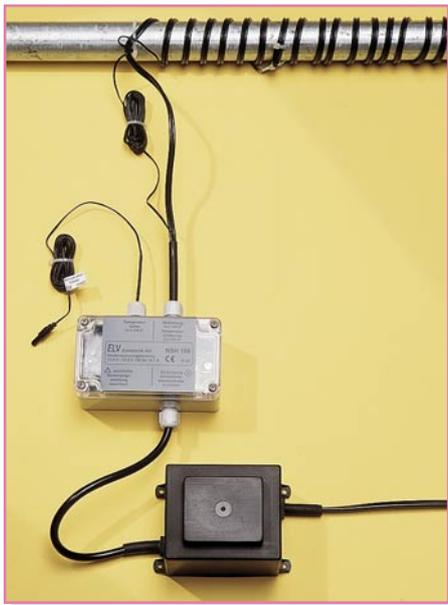


Bild 11: Aufgebautes Gesamtsystem der NSH 100

unzulässig hohen Kabelmantel-Temperatur abgeschaltet wird. Damit diese Schutzschaltung ordnungsgemäß arbeiten kann, muss der Sensor dort positioniert werden, wo auch im normalen Betrieb die größte Kabeltemperatur auftritt. Dies ist im Allgemeinen dort, wo die Wicklungen am dichtesten zusammen liegen.

Im Zweifelsfall ist die korrekte Position des Sensors später im Betrieb zu überprüfen. Dazu muss die Temperatur an den in Frage kommenden Stellen gemessen und verglichen werden. Am wärmsten Punkt muss der Sensor positioniert sein bzw. werden. Liegt dieser Punkt mehr als 3 m vom Steuergerät entfernt, so muss diese heißeste Stelle künstlich in die Reichweite der Temperatursicherung verlegt werden. Dies geschieht dadurch, dass die Heizleitung dort genauso verlegt wird wie an der ausgemessenen heißesten Stelle.

Wie die korrekte Montage des Temperatursensors aussieht, zeigt Abbildung 13. Zwei Kabelbinder fixieren den Sensor am Kabel, wobei darauf zu achten ist, dass der Sensorkopf direkt auf dem Kabel aufliegt.

Anschließend ist der Temperatursensor für die Frostwächterfunktion zu platzieren. Wird das Gesamtsystem außen montiert, so kann auf eine gesonderte Verle-



Bild 12: Beispiel: Heizleitung mit Temperatursensor der NSH 50, an einer Wasserleitung montiert

gung verzichtet werden. Ansonsten kann der Sensor über die 3 m lange Zuleitung in den frostgefährdeten Bereich gelegt werden. Zu beachten ist hier, dass ein Abstand von min. 20 cm zum Transformator bzw. zur Heizleitung eingehalten wird.

Sind die Komponenten verlegt, kann die Inbetriebnahme folgen. Mit dem Einstecken des Netzsteckers in eine frei zugängliche 230-V-Netzsteckdose ist das Gerät in Betrieb. Einziges Bedienelement ist der im Inneren des Gehäuses befindliche Umschalter, der zwischen der Betriebsart „Dauerheizen“ und der Betriebsart „Frostwächter“ wählt. Bei „Frostwächter“-Betrieb schaltet die Heizung automatisch bei Temperaturen unter +4 °C ein. Aufgrund einer implementierten Hysterese schaltet das System erst bei Werten oberhalb von ca. +5 °C wieder aus. Mit dieser Frostwächterfunktion kann das System, einmal in Betrieb genommen, quasi ständig eingeschaltet bleiben – die Frostschutzfunktion ist stets gegeben.

Die Funktion „Dauerheizen“ wird immer dann benötigt, wenn die Heizung auch bei Außentemperaturen oberhalb von +4 °C aktiv sein soll.

Sicherheitshinweise

Folgende Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten:

- Die 230-V-Steckdose zum Anschluss des Transformators muss frei zugänglich sein.
- Bei allen Arbeiten am Transformator ist vorher der Netzstecker zu ziehen.
- Aus Sicherheitsgründen dürfen Instandsetzungsarbeiten an Heizleitung, Sensoren, Transformator, Steuereinheit oder Netzzuleitung ausschließlich vom ELV-Kundendienst durchgeführt werden.
- Achtung! Brandgefahr!

1. Überschüssige Heizleitung darf nicht gebündelt werden. D. h. es ist nicht erlaubt, das Heizkabel ähnlich Abbildung 8 zusammenzuwickeln.
2. Die Heizleitung darf auf keinen Fall gekürzt werden.
3. Die maximale Umgebungstemperatur darf 30 °C nicht überschreiten.
4. Die Temperatursicherung muss gemäß Anleitung ordnungsgemäß an der heißesten Stelle der Heizleitung installiert sein.

Schaltung

Die in Abbildung 14 dargestellte Schaltung der Niederspannungsheizung ist recht einfach und übersichtlich. Die über KL 1 zugeführte Kleinspannung wird über das Relais REL 1 geschaltet. Diese Spannung speist dann die an KL 2 angeschlossene Heizleitung. Für die Versorgung der Elektronik wird die Trafospannung, über die Sicherung SI 1 geschützt, gleichgerichtet und via IC 1 stabilisiert. Diese Konstant-



Bild 13: Detailaufnahme zur Befestigung des Temperatursensors am Heizkabel

spannung versorgt die Komparatorbrücken zur Auswertung der Temperatursensoren. Die ungestabilisierte Spannung „+U“ versorgt das 12-V-Relais und den Komparator IC 2.

Die Frostwächterfunktion erfüllt der Komparator IC 2 D mit Beschaltung. Der Temperatursensor hierfür ist an der Klemme KL 4 angeschlossen. Der als NTC-Widerstand ausgeführte Sensor verändert seinen Widerstand so, dass er mit fallender Temperatur hochohmiger wird. Die Schaltschwelle des Komparators ist mit dem Spannungsteiler aus R 21 bis R 23 definiert. Fällt die Temperatur, so steigt der Widerstand des Sensors und die Spannung an Pin 10 von IC 2 D steigt. Überschreitet diese den Wert, der mit R 21 bis R 23 vorgegeben wird, so wechselt der Ausgang Pin 13 auf „low“ und schaltet über den Transistor T 1 das Relais und damit die Heizung ein. Steigt die Temperatur wieder, so fällt das Potential an Pin 10 unter die Schaltschwelle, und die Heizung wird ausgeschaltet.

Um die Heizung auch bei Umgebungstemperaturen über 4 °C nutzen zu können, ist die Frostwächterfunktion abschaltbar. Wird der Schiebeshalter S 1 in die Position „Dauerheizen“ gebracht, so ist der Transistor T 1 ständig durchgesteuert und nur noch folgende Schutzschaltungen können die Heizenergie abschalten.

Da die Heizleistung mit 50 W und 100 W recht hoch ist, müssen einige Schutzmechanismen eingebaut werden, die Fehlfunktionen und Fehlbedienungen relativ zuverlässig abfangen. So ist eine Über-temperaturabschaltung notwendig, die verhindert, dass die Heizleitung unzulässig hohe Temperaturen annimmt. Weiterhin muss sicher erkannt werden, wenn ein Sensor defekt ist, d. h. einen Kurzschluss besitzt oder abgerissen ist. Diese drei Schutzfunktionen sind mit IC 2 A, B und C in Verbindung mit der logischen Verknüpfung über die Dioden D 5, D 6 und D 8

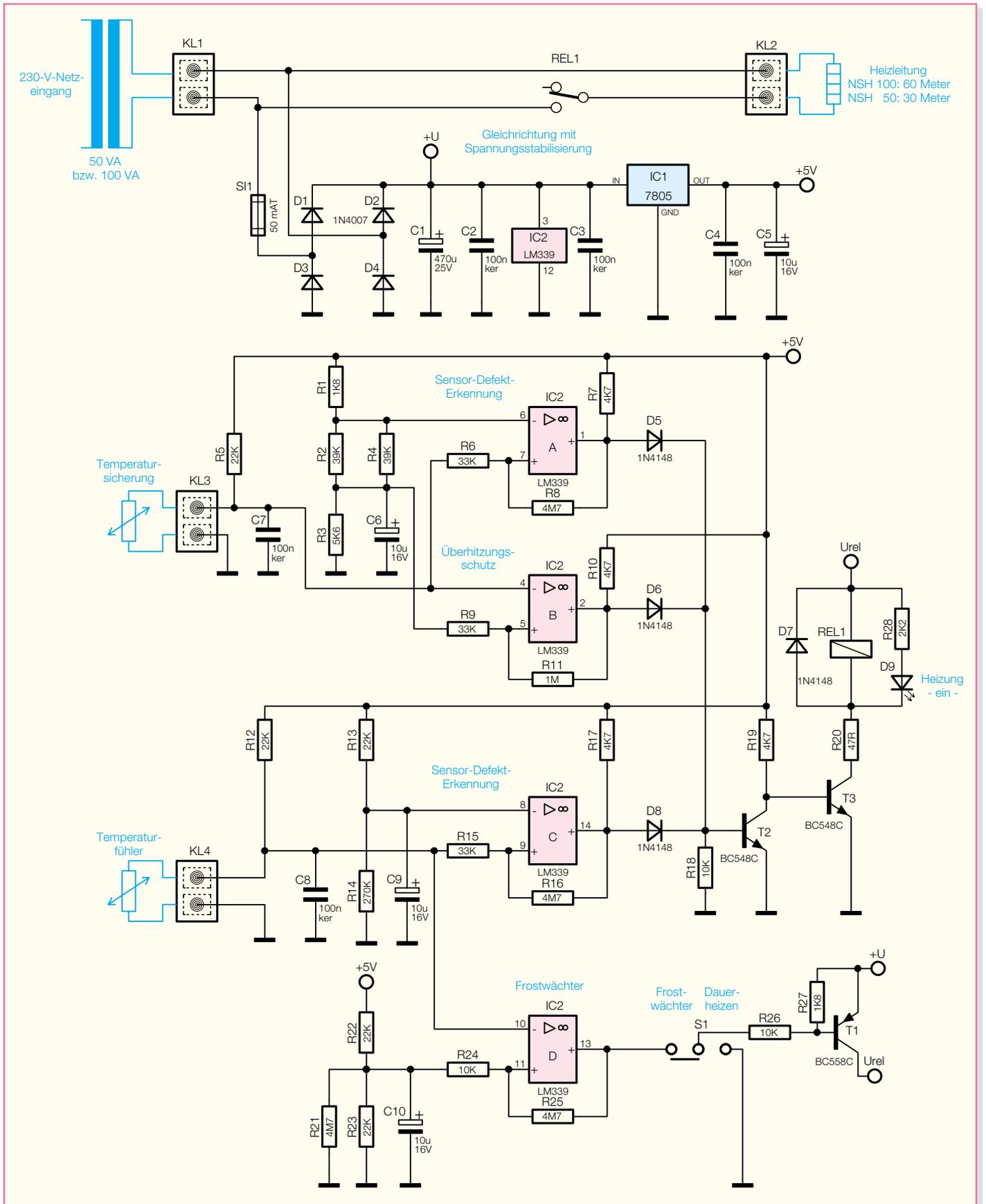
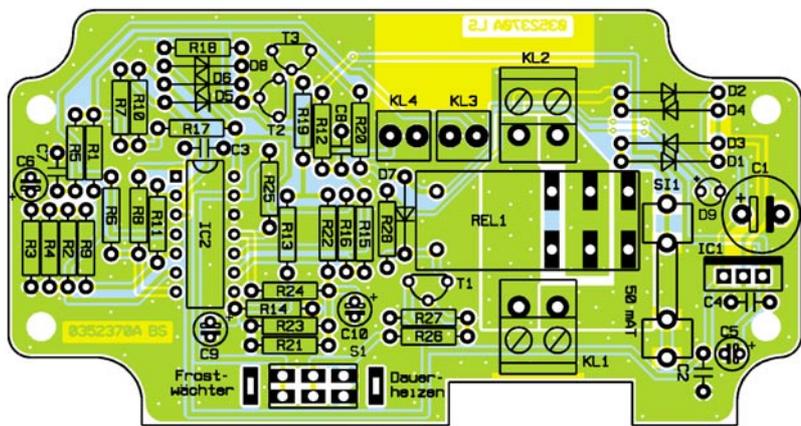
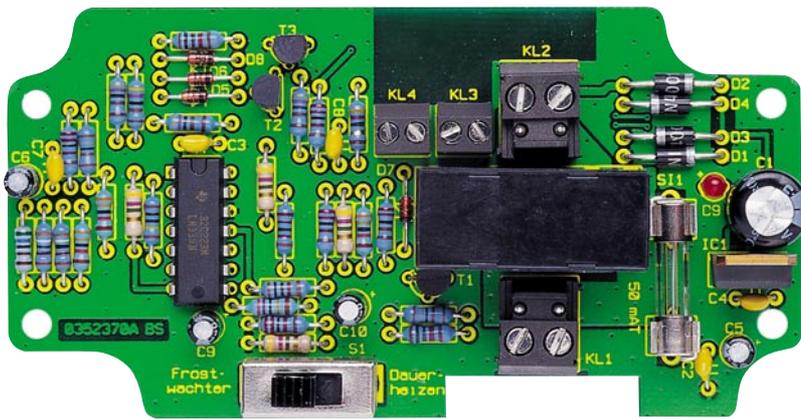


Bild 14: Schaltbild zu den Versionen NSH 50 und NSH 100

realisiert. Liegt ein Fehler vor, so geht der jeweilige Ausgang des Komparators auf High-Potential und schaltet über die Transistoren T 2 und T 3 das Relais ab.

Ein Abreißen des Sensors wird beim Temperaturfühler an KL 4 mit dem Komparator IC 2 C detektiert. In diesem Fall steigt die Spannung an der Klemme über

die mit R 13 und R 14 vorgegebene Schaltschwelle – der Komparator geht auf „high“. Der Sensor an KL 3 wird mittels IC 2 A überwacht. Auch hier steigt die Spannung



Ansicht der fertig bestückten Platine der Niederspannungsheizung mit zugehörigem Bestückungsdruck

an der Klemme dann über das Potential, das mit R 1 bis R 4 an Pin 6 vorgegeben ist.

Eine Übertemperatur-Abschaltung erfordert, im Gegensatz zu der „Sensor-De-

fekt-Erkennung“ wieder eine genaue Festlegung einer Schaltschwelle. Der zuständige Komparator IC 2 B erhält an Pin 4 die Information über die Sensortemperatur bzw. durch die direkte thermische Kopp-

lung die Daten über die Temperatur der Heizleitung.

Der Sensor besitzt die gleiche Charakteristik wie der Fühler der Frostwächterfunktion, so dass der Widerstand (und auch entsprechend die Spannung an KL 3) mit steigender Temperatur sinkt. Unterschreitet der Spannungswert an KL 3 den über R 3 abfallenden Spannungswert, so löst diese Temperatur-Sicherungsfunktion aus, das Relais wird abgeschaltet. Dies geschieht gemäß der Dimensionierung bei ca. 40 °C. Auch hier ist eine Hysterese implementiert, so dass das Wiedereinschalten erst bei ca. 38 °C erfolgt. Damit ist die Schaltung detailliert erläutert, und es folgen die Hinweise zum Nachbau.

Nachbau

Der Nachbau gliedert sich im Prinzip in zwei Teile: in den Aufbau der Steuereinheit und die Konfektionierung und die Verkabelung des Systems. Der Aufbau der Steuereinheit gestaltet sich aufgrund der ausschließlichen Verwendung bedrahteter Bauteile recht einfach und kann auch vom weniger geübten Elektroniker innerhalb kürzester Zeit bewältigt werden. Alle Komponenten sind dabei auf der Bestückungsseite der 56 mm x 106 mm messenden Platine untergebracht.

Im ersten Schritt der Bestückungsarbeiten sind die Widerstände und Dioden einzusetzen. Bei Letzteren ist die Polung unbedingt sicherzustellen: Der Katodenring auf dem Bauteil ist auch im Bestückungsdruck dargestellt. Anschließend erfolgt der

Stückliste: Niederspannungsheizung NSH 50 / NSH 100

Widerstände:

47 Ω	.....	R20
1,8 kΩ	.....	R1, R27
2,2 kΩ	.....	R28
4,7 kΩ	.....	R7, R10, R17, R19
5,6 kΩ	.....	R3
10 kΩ	.....	R18, R24, R26
22 kΩ	.....	R5, R12, R13, R22, R23
33 kΩ	.....	R6, R9, R15
39 kΩ	.....	R2, R4
270 kΩ	.....	R14
1 MΩ	.....	R11
4,7 MΩ	.....	R8, R16, R21, R25

Kondensatoren:

100 nF/ker	.....	C2–C4, C7, C8
10 µF/16V	.....	C5, C6, C9, C10
470 µF/25V	.....	C1

Halbleiter:

7805	.....	IC1
LM339	.....	IC2
BC558C	.....	T1

BC548C	.....	T2, T3
1N4007	.....	D1–D4
1N4148	.....	D5–D8
LED, 3 mm, rot	.....	D9

Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 2-polig	.....	KL1, KL2
Stiftleiste, 1 x 2-polig	.....	KL1, KL2
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig	.....	KL3, KL4
Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print	.....	S1
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16 A	.....	REL1
Sicherung, 50 mA, träge	.....	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	.....	SI1
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm		
4 Fächerscheiben, M3		
2 Kabeldurchführungen ST-M12 x 1,5, silbergrau		
1 Kabeldurchführung STR-M12 x 1,5, silbergrau		

3 Kunststoffmuttern GMP-GL-M12	
2 Kabelbinder, 90 mm	
1 Temperatur-Sicherung, komplett	
1 Temperatur-Fühler, komplett	
1 Gehäuse IP 65, bearbeitet und be druckt, komplett	
10 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 3,2/1 mm, schwarz	

Zusätzlich NSH 100:

1 Sicherheitstrafo, 100 VA, 11,5 V/8,7 A	
15 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 9,5/3 mm, schwarz	
60 m Heizleitung, 2 x 1,5 mm ² , schwarz	

Zusätzlich NSH 50:

1 Sicherheitstrafo, 50 VA, 11,5 V/4,34 A	
15 cm Schrumpfschlauch mit Kleber, 4,8/1,5 mm, schwarz	
30 m Heizleitung, 2 x 0,4 mm ² , rot	

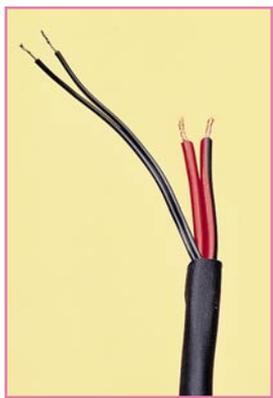


Bild 15: Detailaufnahme der „Ver-schrumpfung“ von Heiz-leitung und Sensor-leitung

Einbau der Kondensatoren. Auch hier ist bei den Elektrolyt-Typen die korrekte Polarität einzuhalten. Die richtige Polung des im Folgenden einzusetzenden ICs IC 2 ergibt sich aus dem Bestückungsdruck: Die Gehäuseeinkerbung am IC kennzeichnet die korrekte Lage. Die Einbaulage des Spannungsreglers IC 1 markiert der breite Strich im Bestückungsdruck, der den Kühlflansch darstellt. Bei den Transistoren ist ein falscher Einbau quasi nicht möglich, da hier die Pinanordnung die Position festlegt. Die LED, die eine aktivierte Heizung kennzeichnet, ist dann gemäß angegebener Polarität einzulöten. Der im Bestückungsdruck gekennzeichnete Pluspol entspricht am Bauteil dem längeren Anschlussbein. Als Einbauhöhe sind 10 mm (von der Platinenoberseite bis zur Diodenkörperspitze gemessen) einzuhalten.

Der anschließend zu bestückende Platinensicherungshalter SI 1 ist gleich mit der entsprechenden Sicherung zu versehen. Beim Einbau der Klemmen ist zu beachten, dass die mit KL 1 und KL 2 bezeichneten Typen zweiteilig sind. Hier sind zunächst die Stiftleisten einzulöten und dann die Klemmsteine aufzustecken. Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet dann das Einlöten von Relais und Schiebeschalter.

Bevor die Platine ins Gehäuse eingesetzt wird, ist sie auf korrekte Bestückung und Lötfehler hin zu untersuchen. Zum Gehäuseeinbau wird die Platine seitenrichtig ins Gehäuseunterteil eingesetzt und mit



Bild 16: Detailaufnahme des eingeschrumpften Kabelendes der Heizleitung

vier M3-Schrauben und unterlegten Fächerscheiben fixiert.

Vor der endgültigen Verkabelung sind hier noch einige Vorbereitungen notwendig. Zunächst sind in das Gehäuse die Kabeldurchführungen einzuschrauben. Der Typ ST-M ist in die Bohrungen des AC-Einganges und des Heizleitungsausganges einzuschrauben. Der Typ STR-M mit dem kleineren Quetschdurchmesser dichtet die Bohrung des Temperaturfühlers ab.

Bevor die Leitungen eingeführt und angeschraubt werden, sind diese noch mit einem Schrumpfschlauch besser an die Kabeldurchführung anzupassen. Bei der Zuleitung zum Temperaturfühler geschieht dies mit dem kleinen Schrumpfschlauch (3,2 mm Durchmesser). Dieser ist ca. 40 mm vom Kabelende zu positionieren und sorgfältig zu verschrumpfen.

Da die Kabeleinführung für die Heizleitung zusätzlich auch den Sensor der Temperatursicherung mit aufnimmt, sind hier beide Kabel miteinander zu „verschrumpfen“. Abbildung 15 zeigt hier eine Detailaufnahme. Hierzu wird ein 10 cm langes Schrumpfschlauchstück (NSH 100: ca. 10 mm Durchmesser, NSH 50: ca. 5 mm Durchmesser) auf beide Leitungen aufgeschoben und ca. 20 mm vom Ende der Heizleitung entfernt positioniert. Die Sensorleitung ist ca. 20 mm länger zu lassen als die Heizleitung. Anschließend ist auch hier die Einschrumpfung vorzunehmen.

Erst dann erfolgt die Verdrahtung des Heizsystems: Die Leitung des Temperaturfühlers wird durch die entsprechende Kabeldurchführung eingeführt und in der Klemme KL 4 verschraubt – die Polung ist dabei unerheblich. Auch die Heizleitung wird zusammen mit der Sensorleitung für die Temperatursicherung entsprechend eingeführt und angeschlossen. Folgende Reihenfolge erleichtert die Verkabelung:

1. Heizleitung an den Klemmstein von KL 2 anschrauben
2. Temperatursensor-Zuleitung in KL 3 einschrauben
3. Klemmstein mit der Heizleitung auf die Stifte von KL 2 aufsetzen

Damit der Heizstrom auch fließen kann, sind die beiden Adern der Zwillingsleitung am Ende kurzzuschließen. Dies geschieht durch sorgfältiges Zusammenlöten. Die Lötstelle wird anschließend mit Hilfe eines 5 cm langen Schrumpfschlauchstückes isoliert und abgedichtet. Dabei muss während der Erwärmens der vordere Teil des Schrumpfschlauches mit Hilfe einer Zange zusammengequetscht werden (siehe Abbildung 16).

Am Wechselspannungseingang ist dann der Transformator anzuschließen. Dazu ist zunächst die am Transformator befindliche Sekundärleitung auf eine verbleibende Länge von ca. 30 cm zu kürzen. Der Außen-

mantel ist auf 20 mm zu entfernen und die Innenadern sind auf 5 mm abzuisolieren. Anschließend wird auch diese Leitung durch die Kabeldurchführung eingeführt und in der Klemme KL 1 verschraubt. Auch hier lässt sich der Klemmstein zur einfacheren Montage abnehmen.

Sind alle Kabel ordnungsgemäß angeschlossen, werden die Kabeldurchführungen festgezogen. Dabei ist auf exakte Klemmung zu achten, da diese Teile für die „Wasserresistenz“ der Schaltung von großer Bedeutung sind. Nur bei korrekter Montage kann die Schutzart IP 65 eingehalten werden.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen, und es folgt ein kurzer Funktionstest.

Funktionstest

Nach dem Aufbau der Schaltung muss die korrekte Funktion, vor allem die der sicherheitsrelevanten Schutzschaltungen, getestet werden. Die Inbetriebnahme erfolgt mit dem Einstecken der 230-V-Netzzuleitung. Anschließend wird die Heizung mit dem Schiebeschalter auf Dauerheizen gestellt. Die dann aufleuchtende LED kennzeichnet die aktive Heizung. Anschließend sind nacheinander die Klemmen KL 3 und KL 4 der Temperatursensoren zu lösen. Wird der Kontakt jeweils unterbrochen, so muss die Heizung ausschalten.

Ist dieser Test bestanden, so muss die Übertemperaturabschaltung kontrolliert werden. Dazu ist der Sensor der Temperatursicherung zu erwärmen – am einfachsten geschieht dies mit dem LötKolben, der aus einigen Zentimetern Entfernung in der Lage ist, den Sensor auf über 40 °C zu bringen. Auch dann muss die Heizung ausschalten.

Damit sind die wichtigen sicherheitsrelevanten Tests abgeschlossen. Der Test der Frostwächterfunktion kann abschließend mittels Kältespray oder, falls dies nicht griffbereit ist, mit Hilfe von Eiswasser verifiziert werden. Die Heizung ist dazu in die Frostwächterfunktion (Schalter S 1) zu bringen. Die Heizung muss dann nach dem Abkühlen des Temperaturfühlers automatisch einschalten und nach leichter Erwärmung wieder ausschalten. Damit sind Nachbau und Funktionstest abgeschlossen.

Nach der Installation des Systems gemäß den Anweisungen in den Abschnitten „Bedienung und Installation“ und „Sicherheitshinweise“ steht dem Einsatz nichts mehr im Wege.

Die energiesparende Heizvariante mittels der ELV-Niederspannungsheizungen ist sehr viel gezielter anwendbar und dosierbar als beispielsweise konventionelle Frostwächter und daher sowohl ökologisch als auch ökonomisch die sinnvollere Variante. 



Modellbau- Werbelaufschrift

Lichteffekte sind für die Belebung einer Modellbahnanlage enorm wichtig, egal, ob es die Straßenbeleuchtung, die der Gebäude, eine Baustellenabsicherung oder auch die Ampel an der Straßenkreuzung ist. Und natürlich gehört auch „Reklame“ dazu. Mit dieser kleinen, auch für Elektronik-Einsteiger einfach aufbaubaren Schaltung lassen sich bis zu 9 LEDs in der Art einer Werbelaufschrift ansteuern. Alle LEDs werden periodisch der Reihe nach eingeschaltet und anschließend wieder gelöscht und beleuchten kleine Werbeschilder im Maßstab 1:87 von hinten.

Werbung muss sein ...

...denn sie ist auch in unserem realen Leben allgegenwärtig. Und meist sind dies gar nicht die aufwändigen Werbetafeln, die wir sehen, sondern eher einfache, vielfach nur spartanisch beleuchtete Exemplare. Beleuchtete und gar mit einer „bewegten“ Beleuchtung versehene Werbetafeln sollen Kundschaft anlocken und bringen Leben in die Stadt. Eine noch vor einigen

Jahren und auch heute bei einfachen Werbeanlagen beliebte Beleuchtungsart wollen wir hier im Maßstab 1:87, also im HO-Maßstab nachbilden.

Grundlage ist eine einfache, aber ausgeklügelte Lauflichtschaltung, die 9 Leuchtdioden mit einer wählbaren Taktzeit nacheinander einschaltet, dann komplett löscht, um schließlich den ganzen Vorgang erneut zu beginnen.

Vor den Leuchtdioden ordnet man eine Folie mit der Werbebotschaft an, die von

den einzelnen Leuchtdioden Zeichen für Zeichen von hinten durchleuchtet wird. Damit kann man sehr flexibel und vor allem preisgünstig selbst nahezu beliebige Werbetafeln herstellen. Denn ein PC und ein Drucker finden sich ja heute nahezu in jedem Haushalt, und die Variationsbreite an Druckfolien ist schon fast unübersehbar. Und mit diesen Werkzeugen kann man seiner Kreativität freien Lauf lassen.

Da die Laufschrift primär für den Einsatz auf der Modellbahnanlage konzipiert ist, ist auch die Spannungsversorgung der Schaltung entsprechend ausgelegt, sie kann universell mit Gleich- oder Wechselspannung erfolgen.

Der Aufbau der Schaltung erfolgt ausschließlich mit bedrahteten Bauelementen, so eignet sich die Schaltung auch für den Einsteiger.

Schaltung

Das Schaltbild der Werbelaufschrift ist in Abbildung 1 dargestellt. Als Taktgeber dient IC 1 vom Typ ICM 7555. Die Oszillatorfrequenz wird von R 1, R 2 und R 3 und dem Kondensator C 2 bestimmt. Mit dem Trimmer R 3 kann man die Frequenz und somit Geschwindigkeit in einem Bereich von 1 Hz bis 4 Hz variieren.

Das Oszillatorkausgangssignal (Pin 3) steuert die beiden Schieberegister IC 3 und IC 4 an, mit denen die eigentliche Lauflichtfunktion realisiert ist. Jedes dieser ICs beinhaltet zwei 4-Bit-Schieberegister, die zu einem 12-Bit-Register zusammenschaltet (kaskadiert) sind. Von IC 3 wird hier nur ein Schieberegister (AX) benötigt.

Nach dem Einschalten befinden sich alle Registerausgänge auf Low-Pegel. Der Daten-Eingang (Pin 7) des ersten Registers von IC 4 (A 1) ist direkt mit der Betriebsspannung (9 V) verbunden (High-Pegel). Mit jedem Taktsignal wird nun dieser High-Pegel ins nächste Register übernommen (weitergeschoben). Hierdurch gehen alle Registerausgänge der Reihe nach auf High-Pegel.

Der Registerausgang A 3 von IC 3 ist mit den Reset-Eingängen der beiden ICs verbunden. Sobald dieser Ausgang auch auf High-Pegel wechselt, wird ein Reset durchgeführt, und alle Schieberegister werden gelöscht.

Danach beginnt der beschriebene Ablauf wieder von vorn.

Da die Ausgänge der Schieberegister nicht genügend Strom für die LEDs lie-

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 12 V-16 V/AC/DC
 Stromaufnahme: max. 200 mA
 Ausgänge: 9 x 20 mA
 Abmessungen (Platine): 71 x 47mm

fern, ist jedem Ausgang ein Transistor (T 1 bis T 9) nachgeschaltet. Mit den Widerständen R 4 bis R 12 wird der LED-Strom begrenzt. Über die Stiftleiste ST 1 schließt man die externen LEDs (D 1 bis D 9) an.

Die unstabilisierte Betriebsspannung (12 V bis 16 V) wird an den Eingängen BU 1 und BU 2 zugeführt. Durch den nachgeschalteten Brückengleichrichter GL 1 spielt es keine Rolle, ob man eine Gleich- oder Wechselspannung verwendet. Deshalb muss man hier auch nicht auf die Polarität bei einer Gleichspannungsversorgung achten.

Mit dem Spannungsregler IC 5 wird aus der unstabilisierten Spannung eine stabile Spannung von 9 V für die Steuerelektronik erzeugt.

Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer zweiseitig beschichteten, einseitig bestückten Platine mit den Abmessungen 71 x 47 mm. Aufgrund des Einsatzes bedrahteter Bauteile erfordert der Aufbau kein besonderes Werkzeug, Elektroniklötkolben, Seitenschneider und eine kleine Zange bzw. Pinzette genügen bereits.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der Widerstände, die entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln sind. Nach dem Verlöten der Anschlussdrähte auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Bestückung der Kondensatoren sowie der ICs. Hierbei muss natürlich auf die richtige Polung der Halbleiter und des Elkos (Minuspol ist am Gehäuse gekennzeichnet) geachtet werden. Eine gute Orientierungs-

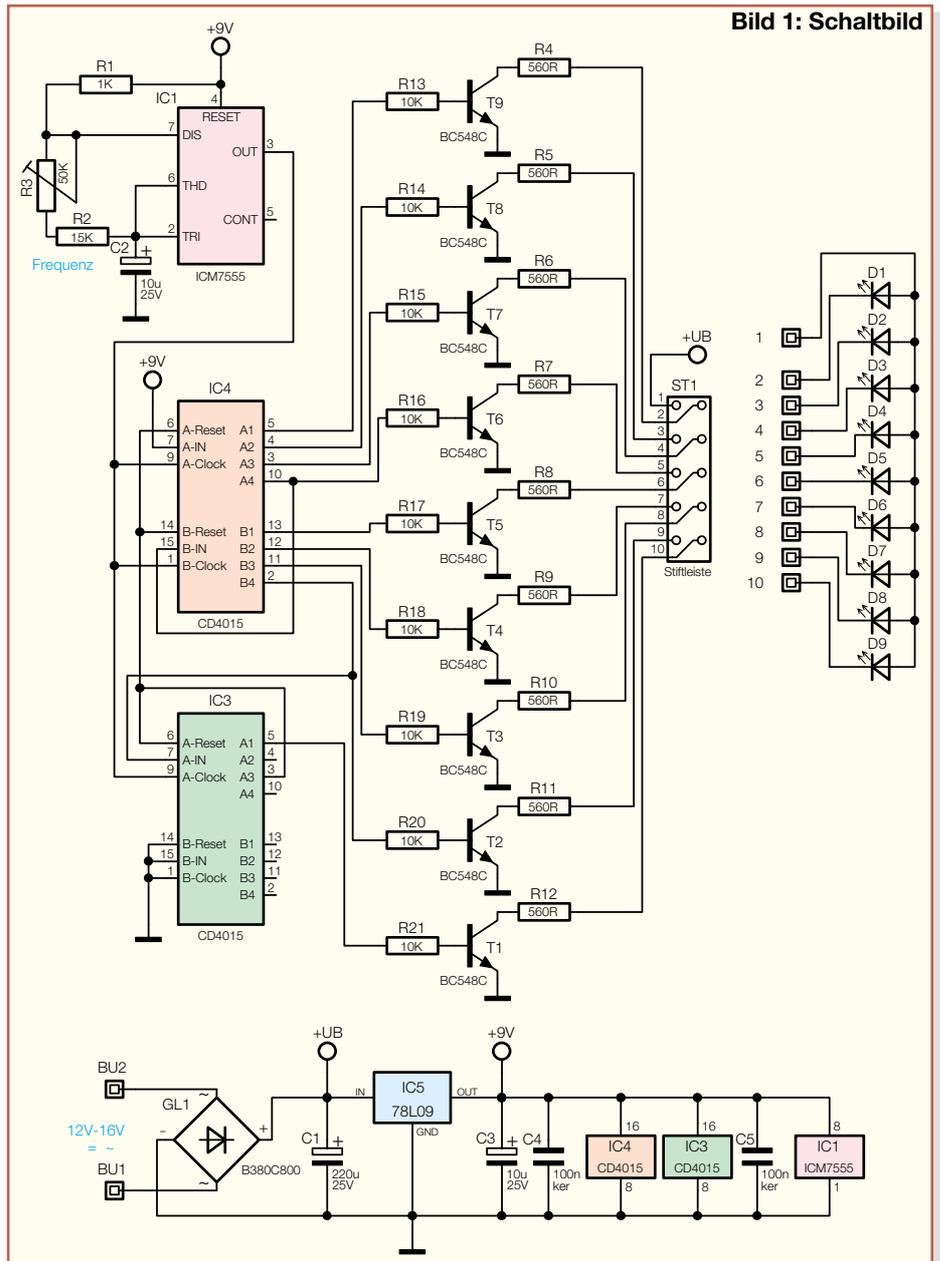
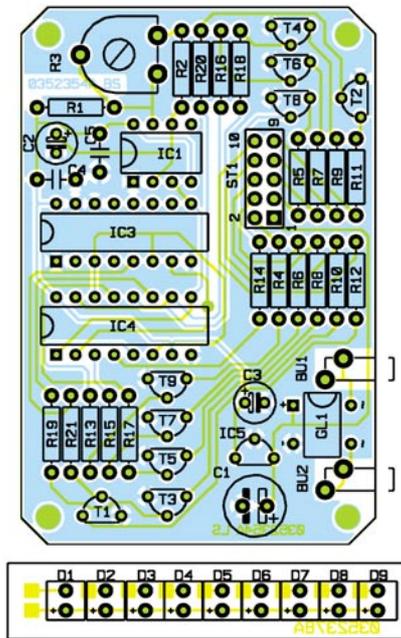
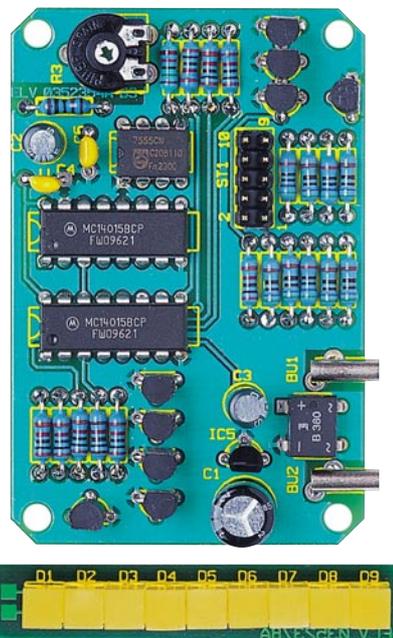


Bild 1: Schaltbild



hilfe hierzu gibt auch das Platinenfoto. Die Einbaulage der ICs und Transistoren ist am Platinenaufdruck erkennbar. Sie ergibt sich bei den Transistoren anhand der Gehäuseform und bei den ICs anhand der Gehäuseeinkerbung an Pin 1.

Zum Schluss werden die 2,6-mm-(Modellbahn-)Buchsen und die 10-pol.-Stiftleiste eingesetzt und verlötet.

Für die neun LEDs steht ebenfalls eine kleine Platine zur Verfügung. Bei der Bestückung der Leuchtdioden ist ebenfalls die richtige Polarität zu beachten. Der „+“-Anschluss der LED (Anode) ist durch den etwas längeren Anschluss gekennzeichnet.

Kommen wir nun zur Anfertigung der

Ansicht der fertig bestückten Platinen der Modellbau-Laufschrift, oben die Basisplatine, unten die LED-Platine mit zugehörigen Bestückungsdrucken

Stückliste: Modellbau-Werbelaufschrift MLS 1

Widerstände:

560Ω	R4-R12
1kΩ	R1
10kΩ	R13-R21
15kΩ	R2
PT10, liegend, 50kΩ	R3

Kondensatoren:

100nF/ker	C4, C5
10µF/25V	C2, C3
220µF/25V	C1

Halbleiter:

ICM7555	IC1
CD4015	IC3, IC4
78L09	IC5
BC548C	T1-T9
B380C800	GL1
LED, Rechteck, 5 x 5 mm, gelb .	D1-D9

Sonstiges:

Steckmuffe für 2,6-mm-Stecker, print	BU1, BU2
Stiftleiste, 2 x 5-polig, gerade, print	ST1
1 Pfostenverbinder, 10-polig	
30 cm Flachbandkabel, AWG28, 10-polig	

Verbindungsleitung. Das 10-pol.-Flachbandkabel ist an einer Seite mit einem Pfostenstecker zu versehen. Zunächst wird das Kabel durch die Öffnung des Steckers geführt. In einem Schraubstock lässt sich dann der Stecker bequem und gleichmäßig zusammenpressen. Das überstehende Kabelende schneidet man anschließend mit einem scharfen Messer ab.

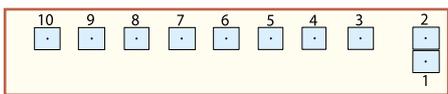


Bild 3: Anschlusspunkte auf der LED-Platine

Die Kabelenden auf der anderen Seite des Kabels werden direkt auf die LED-Platine gelötet. Die Kennzeichnung der einzelnen Leitungen des Flachbandkabels ist in Abbildung 2 dargestellt. Anhand Abbildung 3 ist erkennbar, welcher Anschlusspunkt (1 bis 10) auf der Platine zu welcher Leitung des Flachbandkabels gehört.



Bild 4: Ausgedruckte Folie mit selbst kreierter Werbeaufschrift

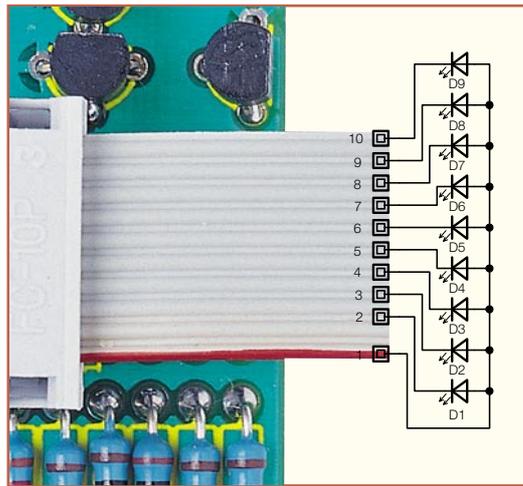


Bild 2: Belegungsschema der Verbindungsleitung

Damit kommen wir zur Anfertigung der eigentlichen Werbetafel.

Anfertigung der Werbetafel

Als Basismaterial für die Werbetafel eignet sich am besten eine matte Folie der Größe DIN A4, die für das Bedrucken mit einem Laser- oder Tintenstrahldrucker geeignet sein muss.

Der Text der Werbetafel (max. 9 Zeichen) wird am PC erstellt. Als Programme eignen sich am besten Grafikprogramme wie z.B. Micrografx Designer, Coral Draw usw., aber auch Präsentations- oder Text-/Layoutprogramme. Bei der Anlage des Textes ist zu beachten, dass der Abstand zwischen den Buchstaben bzw. Ziffern genau 5,08 mm (Rastermaß) betragen muss. Damit der Abstand genau eingehalten wird, sollte man sich zunächst Hilfslinien oder Quadrate in diesem Abstand zeichnen. Anschließend positioniert man den gewünschten Text. Schriftart und Größe sind dabei völlig frei wählbar. Der eigenen Kreativität sind hier keine Grenzen gesetzt.

Nun muss der Text noch invertiert wer-



Bild 5: LED-Platine mit aufgeklebter Folie

den, damit die Buchstaben (Zahlen) durchsichtig werden. Die meisten Programme verfügen hierzu über eine Invertier-Funktion. Alternativ kann auch der Hintergrund auf Schwarz und der Text auf Weiß eingestellt werden. Den so erstellten Text kopiert man dreimal auf die Seite und druckt das Ganze probeweise auf Papier aus. Wenn

das Ergebnis für „gut“ befunden wurde, druckt man den Text auf der Folie aus. In der Abbildung 4 ist solch ein Beispiel abgebildet.

Jetzt (bei Tintenausdrucken erst komplett trocknen lassen) schneidet man die einzelnen Schrifttafeln in der benötigten Größe aus und klebt sie mit normalem Haushaltskleber (lösemittelfrei) deckend übereinander. Achtung! Keinen Sekundenkleber oder andere lösungsmittelhaltige Kleber verwenden, da diese die Druckschicht auflösen und somit unbrauchbar machen.

Bei einem guten Druckergebnis sollten zwei aufeinander geklebte Folien ausreichen. Nur wenn dies nicht der Fall ist, also durch eigentlich mit Toner oder Tinte abgedeck-

ten Flächen Licht durchscheint, verwendet man drei Schichten (Folien). Mehrere Folienschichten, sauber übereinander geklebt, ergeben nebenbei auch eine etwas plastischere Anmutung des Schildes.

Diese miteinander verklebten Folien werden dann direkt auf die LED-Reihe geklebt (Abbildung 5), bei Bedarf kann man die LEDs auch noch seitlich mit schwarzem Isolierband abkleben (Abbildung 6). Die Größe der Folie bzw. der seitliche Überstand richtet sich nach dem späteren Einbauort.

Nachdem man die Werbetafel fertig gestellt hat, wird ihr Anschlusskabel mit der Steuerelektronik verbunden (Polung beachten), und die Laufschrift kann in Betrieb genommen werden. Durch den relativ schmalen Abstrahlwinkel der Leuchtdioden sind kaum Überstrahlungen zwischen den einzelnen Buchstaben zu befürchten.

Für die Basisplatine steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, in das man noch zusätzliche Bohrungen für die beiden Buchsen BU 1, BU 2 einbringen muss. Das Flachbandkabel kann seitlich aus dem Gehäuse herausgeführt werden.

Will man die Werbeschrift z.B. an einer Gebäudefassade anbringen, sollte man sie für eine saubere optische Wirkung mit einer entsprechenden Umrahmung z.B. aus Kunststoff ergänzen. Auch hier kann jeder seine eigenen Vorstellungen verwirklichen. Auch die Leuchtfarbe der Leuchtdioden ist nach eigenem Geschmack (mit Umdimensionierung der Vorwiderstände je nach benötigtem LED-Strom) variierbar. **ELV**

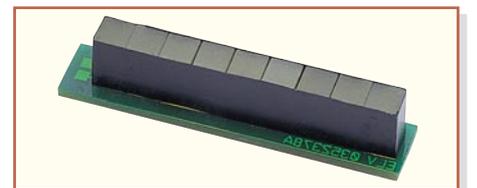


Bild 6: LED-Platine mit seitlicher Klebefolie



Dämmerungs- schalter

Ein Dämmerungsschalter ist ein vielfältig einsetzbares Gerät – er kann für das Schalten der Außenbeleuchtung ebenso eingesetzt werden wie für die automatische Innenbeleuchtung in Fluren, Arbeitsräumen etc. Unser DS 101 entspricht dieser Philosophie, er ist in einem Stecker-Steckdosengehäuse untergebracht und so zum einen schnell und ohne Installationsaufwand einsetzbar und zum anderen flexibler zu nutzen als ein fest installiertes Modell. Die Einschaltchwelle ist wählbar, und der Schalter kann Leistungen bis zu 3600 VA schalten.

Flexibel nutzbar

Die Vorteile des hier vorgestellten Konzepts liegen auf der Hand: So mancher scheut den Aufwand der Montage eines ortsfesten Dämmerungsschalters, weil er Installationsarbeiten im Stromnetz nicht ausführen will oder darf. Da kommt ein steckerfertiges Gerät gerade recht.

Und manchmal benötigt man den Schalter auch nur zeitweise und an wechselnden

Orten. Genau dies ermöglicht unser Dämmerungsschalter.

Durch die einstellbare Schaltschwelle ist er wechselnden Einsatzbedingungen anpassbar, und eine Schaltverzögerung verhindert zu schnelles Umschalten bei kurzen Helligkeitsänderungen.

Schaltung

Das Schaltbild für den Dämmerungsschalter ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Spannungsversorgung erfolgt mit einem Kondensatornetzteil direkt aus der Netzwechselfspannung. Der Brückengleichrichter, bestehend aus den vier Dioden D 2 bis D 5, nimmt die Gleichrichtung der Wechselfspannung vor, wobei die Reihenschaltung aus dem kapazitiven Widerstand von C 3 und R 6 als Vorwiderstand für die Diode D 6 fungiert. Die Transil-Diode D 6, deren Funktion etwa der einer Z-Diode entspricht, begrenzt die gleichgerichtete Spannung auf ca. 24 V. Diese Spannung wird mit C 4 gepuffert und dient als Spulenspannung für das Relais RE 1. Eine stabile Spannung von 8 V zur Versorgung der restlichen Elektronik stellt der Spannungsregler IC 2 vom Typ 78L08 bereit.

Der Widerstand LDR 1 ist ein lichtempfindlicher Widerstand (LDR), dessen Widerstandswert von der Umgebungshelligkeit abhängig ist. Je stärker die Lichteinstrahlung ist, desto kleiner wird sein Widerstandswert. In Verbindung mit den Widerständen R 3 und R 4 steht am Eingang (Pin 6) des Komparators IC 1 B eine Gleichspannung an, deren Höhe abhängig von der Umgebungshelligkeit ist.

Der Elko C 1 verhindert, dass schnelle Helligkeitsänderungen, z.B. Schattenwurf oder ein vorbeifahrendes Auto, zu einem unerwünschten Schaltvorgang führen. Zusätzlich erzeugt der Widerstand R 2 durch die Mitkopplung eine Hysterese, die das Schwingen der Schaltung bei kleinen Helligkeitsschwankungen verhindert. Mit dem Trimmer R 4 ist die Empfindlichkeit der Schaltung einstellbar. Die Gleichspannung am zweiten Eingang des Komparators (Pin 5) legt die Schaltschwelle fest.

Bei einsetzender Dämmerung sinkt nun die Spannung am Eingang Pin 6 des Komparators langsam ab. Ist der Spannungswert kleiner als die Spannung an Pin 5, dann schaltet der Komparator durch, und am Ausgang (Pin 7) liegt High-Pegel an. Über den Widerstand R 9 wird der Transistor T 1 angesteuert, und das Relais REL 1 zieht an. Zur optischen Kontrolle leuchtet die parallel zum Relais liegende Leuchtdiode D 1 auf.

Nachbau

Der Nachbau dieser Schaltung gestaltet sich recht einfach, er erfolgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 60 x 66 mm ausschließlich mit leicht handhabbaren bedrahteten Bauteilen.

Technische Daten:

Versorgungsspannung: ... 230 V/50 Hz
Schaltleistung: max. 3600 VA
Abm. Gehäuse o. Stecker:
68 x 131 x 39 mm

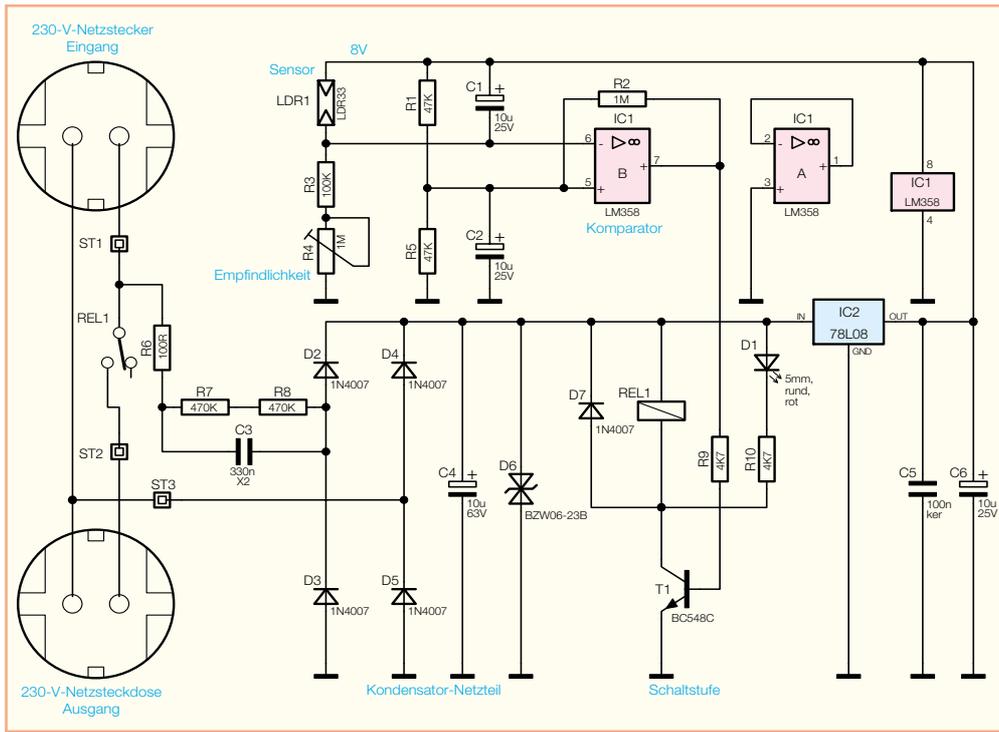


Bild 1: Schaltbild des DS 101

Achtung! Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

Die Bestückung ist anhand der Stückliste und des Bestückungsplans vorzunehmen. Als zusätzliche Hilfestellung dient auch das Platinenfoto.

In gewohnter Weise werden zunächst die niedrigen (liegenden) Bauteile bestückt

und auf der Platinenunterseite verlötet. Überstehende Drahtenden sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den gepolten Bauteilen, wie Dioden, Elkos, Transistor und ICs ist auf die richtige Einbaulage zu achten (Dioden: Katodenringmarkierung, Elkos: am Minuspol gekennzeichnet, ICs: Gehäusekerbe an Pin 1, Transistor: Einbaulage entsprechend Bestückungsdruck).

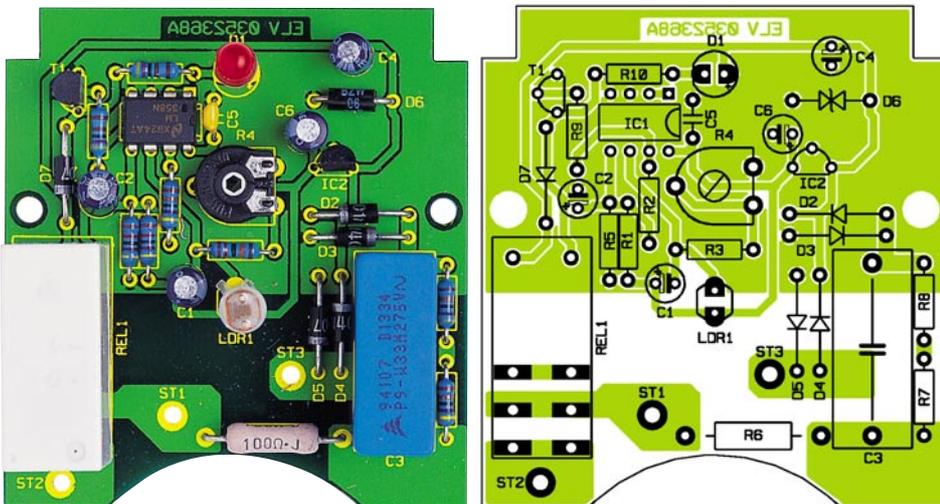
Die LED wird mit einem Abstand von 24 mm (gemessen zwischen LED-Oberkante und Platine) eingelötet. Auch hier ist die polrichtige Lage zu beachten, die Anode ist durch das längere Anschlussbein gekennzeichnet.



Bild 2: Seitliche Ansicht des eingebauten Fotowiderstands mit Abstandshalter

Zum Schluss werden der X2-Kondensator C 3, der Trimmer R 4, das Relais sowie der Fotowiderstand eingebaut und verlötet. Letzterer ist, wie Abbildung 2 dargestellt, auf einem Abstandshalter montiert, um so die richtige Einbauhöhe zu erhalten.

Als Nächstes werden die benötigten Verbindungsleitungen hergestellt. In Abbildung 3 sind die drei Leitungen mit den jeweiligen Längenangaben dargestellt. Die Kabelenden, die auf 5 mm abisoliert sind, werden jeweils mit den Platinenanschlüssen ST 1 bis ST 3 verlötet. Die Leitungen sind dabei durch die entsprechenden Bohrungen zu führen und auf der Lötseite unter Zugabe von reichlich Lötzinn anzulöten. Hierbei ist darauf zu achten, dass **alle** Adern der Leitungen durch die Bohrung geführt werden. Die Zuordnung der Kabelabschnitte zu den Anschlüssen auf der Platine ist wie folgt: Kabel Nr. 1 an ST 1, Kabel Nr. 2 an ST 2 und Kabel Nr. 3 an ST 3.



Fertig bestückte Platine des Dämmerungsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan

**Stückliste: Dämmerungs-
schalter DS 101**

Widerstände:

100Ω/2W/Metalloxid	R6
4,7kΩ	R9, R10
47kΩ	R1, R5
100kΩ	R3
470kΩ	R7, R8
1MΩ	R2
1MΩ, PT10 für Sechskantachse, liegend	R4

Kondensatoren:

100nF/ker	C5
330nF/275V~/X2	C3
10µF/25V	C1, C2, C6
10µF/63V	C4

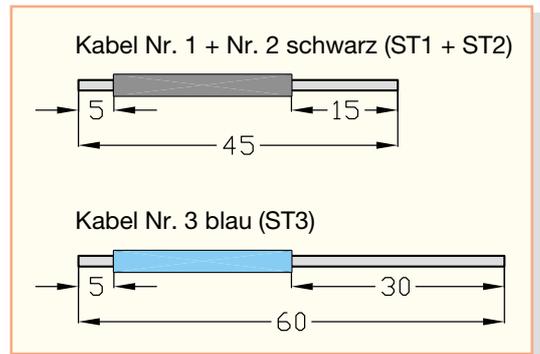
Halbleiter:

LM358	IC1
78L08	IC2
BC548C	T1
1N4007	D2-D5, D7
BZW06-23B	D6
LED, 5 mm, rot	D1

Sonstiges:

LDR33	LDR1
Leistungsrelais, 24 V, 1 x um, 16 A	REL1
1 LED-Abstandshalter, 22,2 mm	
2 Knippingschrauben, 2,5 x 5 mm	
1 Lichtleiterkappe, Typ C	
1 Einstellzylinder	
1 Stecker-Steckdosengehäuse, komplett	
9 cm flexible Leitung, 1,5 mm ² , schwarz	
6 cm flexible Leitung, 1,5 mm ² , blau	

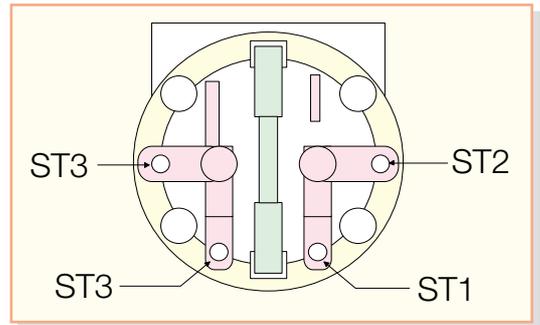
**Bild 3: Anzufertigende
Kabelabschnitte für die
Verkabelung mit der
Steckereinheit**



der Platine mit Heißkleber zu sichern. Jetzt kann diese Einheit, bestehend aus Platine und Steckereinheit, in die Gehäuseschale eingesetzt werden. Die Platine ist mit zwei Knippingschrauben 2,5 x 5 mm zu befestigen. Abbildung 5 zeigt die fertig in das Gehäuse eingebaute Schaltung.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Steckdose mit Kindersicherung zusammgebaut. Den Kindersicherungseinsatz setzt man so auf die Achse in der Steckdose auf, dass die abgeschrägten Seiten des Kunststoffteils zur Steckdose weisen. Dann wird die Druckfeder eingebaut. Bei korrekter Montage dieser Einheit sind die Löcher der Steckdose durch die Laschen der Kindersicherung abgedeckt. Anschließend ist die Abdeckplatte auf die bereits montierte Einheit aufzusetzen.

Nachdem der Schutzleiterbügel in die Führungsnuten eingesetzt ist, wird die nun komplettierte Steckdoseneinheit auf die Steckereinheit gesetzt, wobei die vier Führungsstifte in die entsprechenden Gegenlöcher des Steckers fassen.



**Bild 4: Anschlussbelegung
der Steckereinheit**

Nun erfolgt das Einsetzen der Lichtleiterkappe von innen in das Gehäuseoberteil. Gegen Herausfallen wird sie mit etwas Kunststoff-Kleber gesichert (siehe Abbildung 6). Hier darf kein Sekundenkleber zum Einsatz kommen, dessen Ausgasung zerstört die klare Oberfläche der Lichtleiterkappe.

Bevor nun am Schluss das Gehäuseoberteil aufgesetzt wird, ist die Steckachse auf den Trimmer R 4 aufzusetzen. Nachdem das Gehäuseoberteil mit vier Gehäuseschrauben

Als Nächstes sind die Leitungen mit dem Steckereinsatz zu verbinden. Die Anschlussbelegung der Steckereinheit ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Sicherungskontakt braucht nicht in den Steckereinsatz eingesetzt zu werden. Zuerst wird das abisolierte Kabelende der Leitung Nr. 3 (blaues Kabel) mit den beiden Kontakten ST 3 verbunden. Hierbei führt man das Kabel zuerst durch die Lötöse des ersten Kontaktes ST 3 und anschließend durch den zweiten Kontakt ST 3. Die Leitung ist unter Zugabe von reichlich Lötzinn mit den Kontakten zu verlöten. Zu beachten ist, dass alle Leitungsenden, die mit den Lötösen der Steckereinheit verbunden werden, vor dem Verlöten so umzubiegen sind, dass sie in die Lötöse des Kontaktes eingehängt sind. Dies verhindert ein selbstständiges Lösen bei einem eventuellen Defekt der Lötstelle.

Die Leitung Nr. 1 wird mit Kontakt ST 1 und Leitung Nr. 2 mit Kontakt ST 2 verlötet. Anschließend sind alle Leitungen auf



Bild 5: Innenansicht der fertig aufgebauten Schaltung im Gehäuse



Bild 6: So wird die Lichtleiterkappe von der Innenseite des Gehäuseoberteils her eingesetzt

festgeschraubt wurde, ist der Nachbau beendet und das Gerät einsatzbereit.

Am Einsatzort in eine Netzsteckdose gesteckt, stellt man den Trimmer beim gewünschten Dämmerungszustand so ein, dass er die Last einschaltet. Nun arbeitet der Dämmerungsschalter automatisch und schaltet die Last auch bei einsetzendem Morgengrauen wieder aus. **ELV**



Gleichstromzähler GSZ 500

Die Erfassung der Stromaufnahme bei mit Gleichspannung betriebenen Geräten und insbesondere bei Geräten, die mit Batterien versorgt werden, stellt sich häufig als recht schwierig dar. Dies betrifft sowohl die Kontaktierung im zu messenden Stromkreis als auch die Verfügbarkeit geeigneter Messgeräte. Der Gleichstromzähler GSZ 500 besitzt einen abgesetzten, speziellen Sensor und lässt sich so problemlos in den Stromkreis einschleifen. Verschiedene Messfunktionen des GSZ 500 ermöglichen über die einfache Strommessung hinaus z. B. auch das Abschätzen der Batterielebensdauer oder eine Lade-/Entladebilanz bei Akkus.

Problemlöser

Das erste zu lösende Problem bei der Strommessung vor allem in batteriebetriebenen Geräten ist das Einschleifen des Messgerätes in den Messkreis. Provisorische Kontaktierungen mit Klemmprüfspitzen oder Krokodilklemmen sind nicht sehr zuverlässig. Für eine sichere Verbindung ist es meist erforderlich, das Gerät teilweise zu zerlegen und den Stromkreis hinter den Batteriekontakten aufzutrennen. Mit dem speziellen Kontaktierstreifen des GSZ 500-Sensors ist dies nicht nötig. Durch einfaches Einstecken wird ein sicherer Kontakt

innerhalb von Sekunden hergestellt.

Das weitaus größere Problem ist jedoch, dass es kaum Messgeräte für die Erfassung des Stromes gibt. Die meisten Multimeter eignen sich für solche Messungen nur bedingt, da die Stromaufnahme von modernen elektronischen Schaltungen nicht konstant ist, sondern zwischen einigen Mikroampere und vielen Milliampere schwankt. Ist das Multimeter mit einer Autorangefunktion ausgestattet, so versucht diese ständig den Messbereich anzupassen und es kommt kein stabiler Anzeigewert zustande. Bei manueller Bereichswahl ist ein sehr großer Anzeigebereich erforderlich, um sowohl die minimalen Ströme mit aus-

Technische Daten: GSZ 500

Stromaufnahme:	< 0,2 mA
Spannungsversorgung:	..... 9-V-Block
Spannungsfall am Messshunt:	max. 51,2 mV
Messauflösung:	.. 15 Bit + Vorzeichen
Einstellbereich der Shuntwiderstände:	10 mΩ bis 9,999 Ω
Mögliche Messbereichsendwerte:	± 5,12 mA bis ± 5,12 A
Anzahl der Messbereiche:	..... 2
Abm. Basisgerät:	.... 170 x 70 x 27 mm
Länge der Verbindungsleitung zum Sensor:	..... 750 mm

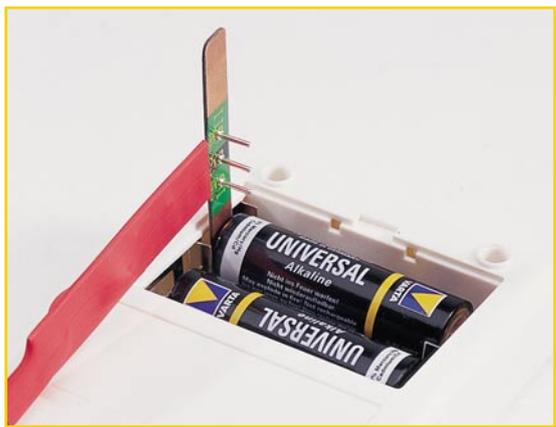


Bild 1: So wird der Streifen zwischen Batteriekontakt und Batterie gesteckt

reichender Auflösung erfassen zu können als auch zu verhindern, dass die maximalen Ströme einen Überlauf verursachen.

Da es nicht möglich ist, aus den angezeigten Messwerten direkt auf den für die Ermittlung der Batteriebensdauer relevanten mittleren Strom zu schließen, ist außerdem auch noch eine Mittelung (Average-Funktion) erforderlich. All dies bieten nur sehr gute Multimeter, die mehrere hundert Euro kosten.

Außerdem eignen sich Multimeter kaum für Messungen über längere Zeiträume, da ihr eigener Stromverbrauch recht hoch ist und sie häufig nur von einem 9-V-Block gespeist werden, dessen Kapazität bereits nach wenigen Stunden erschöpft ist. Zusätzlich verhindern oft nicht abschaltbare Auto-Power-Off-Funktionen längere Datenerfassungen.

Daher haben wir speziell für die Strommessung in batteriebetriebenen Geräten den Gleichstromzähler GSZ 500 entwickelt. Zum problemlosen Einschleifen in den Messkreis dient ein vom Bedien- und Anzeigegerät abgesetzter Stromsensor. Neben der kompletten Analog-Digital-Wandlerschaltung trägt diese Einheit vor allem die Kontaktierflächen der beiden Messbereiche. Hierbei handelt es sich um schmale Streifen aus dünnem Platinmaterial, die auf beiden Seiten mit hartvergoldeten Kupferflächen versehen sind. Dieser Streifen lässt sich, wie in Abbildung 1 gezeigt, problemlos zwischen Batteriekontakt und Batterie einschieben und gewährleistet so eine sichere und niederohmige Verbindung.

Der maximale Spannungsabfall am Stromsensor beträgt lediglich 51,2 mV. Durch Umstecken der Kontaktierflächen kann man zwischen zwei Messbereichen wählen. Mit den dem Bausatz beiliegenden Shunt-Widerständen ergeben sich Messbereichsendwerte von 45 mA und 500 mA. Diese lassen sich jedoch auch durch Bestücken mit anderen Shunt-Widerständen in einem weiten Bereich von ca. 5 mA bis ca. 5 A den jeweiligen Erfordernissen anpassen.

Der Messbereichsendwert errechnet sich hierbei nach der Formel:

$$I_{Max} = \frac{51,2 \text{ mV}}{R_{Shunt}}$$

Den genauen Widerstandswert des Shunts kann man im Zuge des Abgleichs eingeben, so dass der Strom entsprechend korrekt aus dem Wandlerwert berechnet wird. Die Lötanschlüsse auf der Platine sind so universell gestaltet, dass sich sowohl bedrahtete 1/4 W-Widerstände als auch SMD-Widerstände diverser Bauformen von 0805 bis 1218 auflöten lassen.

Der Gleichstromzähler GSZ 500 ist zudem in der Lage, bis zu 4 Stromsensoren anhand ihrer individuellen Adresse zu erkennen und deren Abgleichwerte automatisch zuzuordnen. Die Stromsensoren sind mit dem Basisgerät über einen Western-Modular-Stecker verbunden. So lässt sich ein Messsystem zusammenstellen, das für verschiedene Messbereiche konfigurierte und optimierte Gleichstromsensoren enthält. Durch dieses modulare System können auch leicht eigene Sensoren entwickelt werden, die mechanisch auf spezielle Messaufgaben optimiert sind.

Die möglichen Anwendungen des Systems erstrecken sich hierbei nicht ausschließlich auf das Ermitteln des Stromverbrauches von batteriebetriebenen Geräten, es lässt sich z.B. auch eine Lade-/Entladebilanz für Akkus aufnehmen oder die von einer Solarzelle abgegebene Strommenge aufsummieren.

Zur Versorgung des GSZ 500 dient lediglich eine 9-V-Blockbatterie. Ein Netzanschluss ist nicht vorgesehen, da aufgrund der sehr niedrigen Stromaufnahme auch ohne Netzbetrieb Langzeitmessungen problemlos möglich sind und die Batterie erst nach ca. 2400 Betriebsstunden (entspricht 100 Tagen) getauscht werden muss. Die weiteren technischen Daten des Messgerätes sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Bedienung und Funktionen

Wie bei Strommessgeräten üblich, muss der Sensor des GSZ 500 in den Messkreis eingeschleift werden, d. h. in Reihe zwi-

schen Quelle und Verbraucher geschaltet werden. Besonders einfach ist dies durch die Verwendung der Kontaktierstreifen möglich, weil beim Einstecken zwischen Batterie und Batteriekontakt gleichzeitig das Auftrennen des Stromkreises und das sichere Kontaktieren der Messschaltung erfolgt.

Messbereiche auswählen

Es stehen zwei Messbereiche zur Verfügung. Die Auswahl zwischen den Bereichen I und II erfolgt durch die der entsprechende Kontaktierfläche, die auch den Messbereichsendwert und die Auflösung festlegt. Sofern aufgrund mechanischer Gegebenheiten die Verwendung der Kontaktierstreifen nicht möglich ist, kann die Verbindung mit dem Messkreis auch über die Lötstifte ST 52 und ST 54 bzw. ST 53 und ST 54 erfolgen. Sofern der Sensor bereits am Basisgerät angemeldet (abgeglichen) ist, wird dieser nach dem Einschalten des Gerätes mit der Taste „Ein“ erkannt und die Nummer unter der er angemeldet ist, angezeigt, z. B. „SEnS 2“.

Der gewünschte Messbereich ist über die Taste „Messbereich“ einzustellen. Solange die Taste dabei gedrückt gehalten wird, zeigt der GSZ 500 den Endwert für diesen Bereich mit dem Zusatz „Max“ im Display an. Die Segmente in der linken oberen Displayecke (I) bzw. die Segmente in der rechten oberen Displayecke (II) zeigen den gewählten Messbereich an.

Strom und Ladung ermitteln

Das Aufsummieren der entnommenen bzw. bei Akkus geladenen Strommenge wird mit der Taste „Start/Stop“ gestartet bzw. angehalten. Wenn die Messung läuft, baut sich oben in der Mitte des Displays ein Balken auf. Nachdem alle vier Segmente des Balkens erschienen sind, wird ein neuer Messwert aus dem Sensor gelesen. Dies erfolgt in einem Takt von 3,5 Sekunden. Ist die Messung gestoppt, so baut sich der Balken nicht mehr auf und es wird zusätzlich „Hold“ im Display angezeigt. Bei gestoppter Messung wird nur der Strommesswert aktualisiert, ein Aufsummieren der Ladung erfolgt jetzt nicht mehr. Diese Funktion ist beispielsweise dann nützlich, wenn die Aufzeichnung wegen eines Batteriewechsels im geprüften Gerät vorübergehend unterbrochen werden soll.

Typ	Kapazität
Mikro	1000 mAh
Mignon	2500 mAh
Baby	7000 mAh
Mono	15000 mAh
9-Volt-Block	500 mAh

Die Anzeige der verschiedenen ermittelten Messwerte lässt sich über die Tasten „Strom“, „Ladung“ und „Zeit“ aufrufen. Bei Betätigen der Taste „Strom“ wird der aktuell gemessene Strom mit der Einheit A, mA oder μA angezeigt; ein erneutes Betätigen dieser Taste führt zur Anzeige des gemittelten Stromes mit dem Zusatz „Avg“ im Display. Er entspricht der mittleren Stromaufnahme während der vergangenen Messdauer. Sofern die Batteriekapazität bekannt ist, kann mit dem gemittelten Strom die zu erwartenden Batterielebensdauer errechnet werden, indem die Batteriekapazität durch den gemittelten Strom dividiert wird. Während bei Akkus die Kapazität meist direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist, ist diese technische Angabe für Primärzellen meist weniger einfach zu ermitteln. Deshalb sind in Tabelle 2 Richtwerte für die Kapazitäten der gängigsten Batteriegrößen aufgelistet. Hierbei ist zu beachten, dass die angegebenen Werte für Alkaline-Batterien guter Qualität gelten und zudem noch von zahlreichen Faktoren wie z. B. dem Entladestrom, der Temperatur und der Lagerdauer beeinflusst werden.

Das Betätigen der Taste „Ladung“ führt zur Anzeige der aufsummierten Ladung mit der Einheit Ah, mAh oder μAh .

Messdauer

Mit der Taste „Zeit“ gelangt man zur Anzeige der bisherigen Messdauer in Stunden und Minuten. Bei mehr als 99 Stunden werden nur die vollen Stunden angezeigt.

Messwerte löschen

Das Löschen der aufgenommenen Werte erfolgt mit der Taste „Löschen“. Dies ist nur möglich, wenn die Messung zuvor gestoppt wurde. Dadurch wird verhindert, dass während einer Messung versehentlich die Ergebnisse gelöscht werden. Ebenso ist das Ausschalten des Gerätes über die Taste „Aus“ auch nur dann möglich, wenn man die Messung zuvor gestoppt hat.

Stromsensor austauschen

Das Austauschen des Stromsensors darf

Tabelle 3: Technische Daten des DS 2740

Hersteller:	Dallas Semiconductor
Versorgungsspannung:	2,7 bis 5,5 V
Stromaufnahme:	max. 65 μA
Betriebstemperatur:	-40°C - +85°C
Schnittstelle: .	Dallas 1-Wire® Interface
Auflösung Strom: 15 Bit + Vorzeichen	
	LSB=1,5625 $\mu\text{V}/R_{\text{Shunt}}$
Auflösung Ladung: 15 Bit + Vorzeichen	
	LSB= 6,25 $\mu\text{Vh}/R_{\text{Shunt}}$
Individuelle Adresse:	64 Bit
Wandlungszeit:	3,5 s

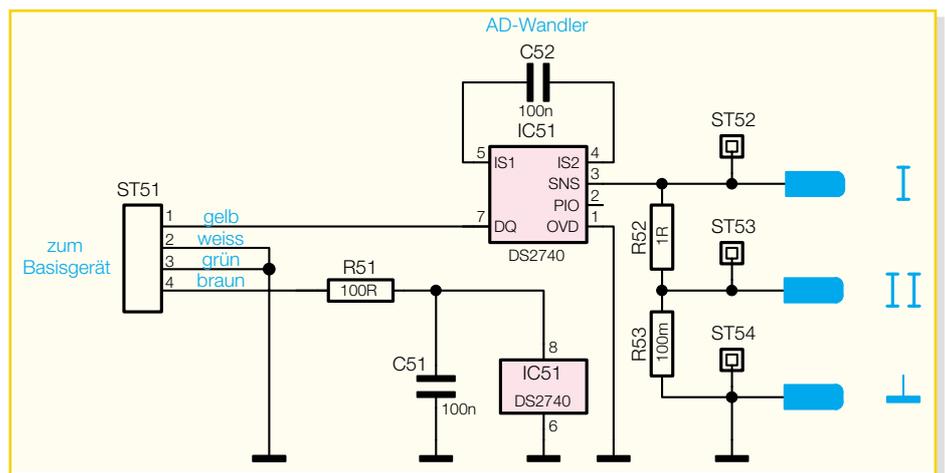


Bild 2: Schaltbild des Stromsensors

nur bei ausgeschaltetem Basisgerät durchgeführt werden. Hierzu ist der kleine Rasthaken am Western-Modular-Stecker herunterzudrücken und das Kabel herauszuziehen. Der Stecker des neuen Sensors ist dann bis zum hörbaren Einrasten in die Buchse zu schieben. Beim Einschalten erkennt das Gerät den Sensor automatisch und lädt die zugehörigen Abgleichwerte. Sollte die Kommunikation zwischen Basisgerät und Sensor gestört sein, so zeigt das Display „SEnS Err“.

Schaltung

Die Schaltbilder des Stromsensors und des Basisgerätes sind zur besseren Übersichtlichkeit getrennt dargestellt.

Stromsensor

Abbildung 2 zeigt das Schaltbild des Stromsensors. Dieser wird über die Pads I oder II und \perp in den zu messenden Stromkreis eingeschleift. Alternativ ist die Kontaktierung auch über die Lötstifte ST 52 und ST 54 oder ST 53 und ST 54 möglich.

Der fließende Strom erzeugt am Shunt-Widerstand R 53 bzw. der Reihenschaltung aus R 52 und R 53 einen Spannungsabfall. Die Spannung wird vom AD-Wandler IC 51 in einen digitalen Wert umgesetzt. Hierbei handelt es sich um einen hochintegrierten Baustein des Typs DS 2740, dessen Hauptanwendungsgebiet die Ladezustandsüberwachung von Akkus ist. Aus den Anforderungen dieser Anwendung resultieren auch die sehr geringen Abmessungen, die hohe Auflösung und der geringe Eigenstromverbrauch. Die interessantesten technischen Daten des Bausteins sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Der DS 2740 wandelt die an seinem Eingang „SNS“ zugeführte Spannung mit einer Auflösung von 15 Bit + Vorzeichen in einen Digitalwert um. Den Digitalwert kann der Mikrocontroller im Basisgerät dann über den Pin „DQ“ auslesen. Weitere Signalleitungen sind für die Datenübertra-

gung nicht erforderlich. Die Daten werden seriell über die 1-Draht-Schnittstelle ausgetauscht. Der Mikrocontroller agiert hierbei als Bus-Master, der Wandler als Slave. Deshalb gibt der Wandler die Daten nur nach vorheriger Anforderung des Masters auf den Bus und wird hierbei auch vom Master getaktet.

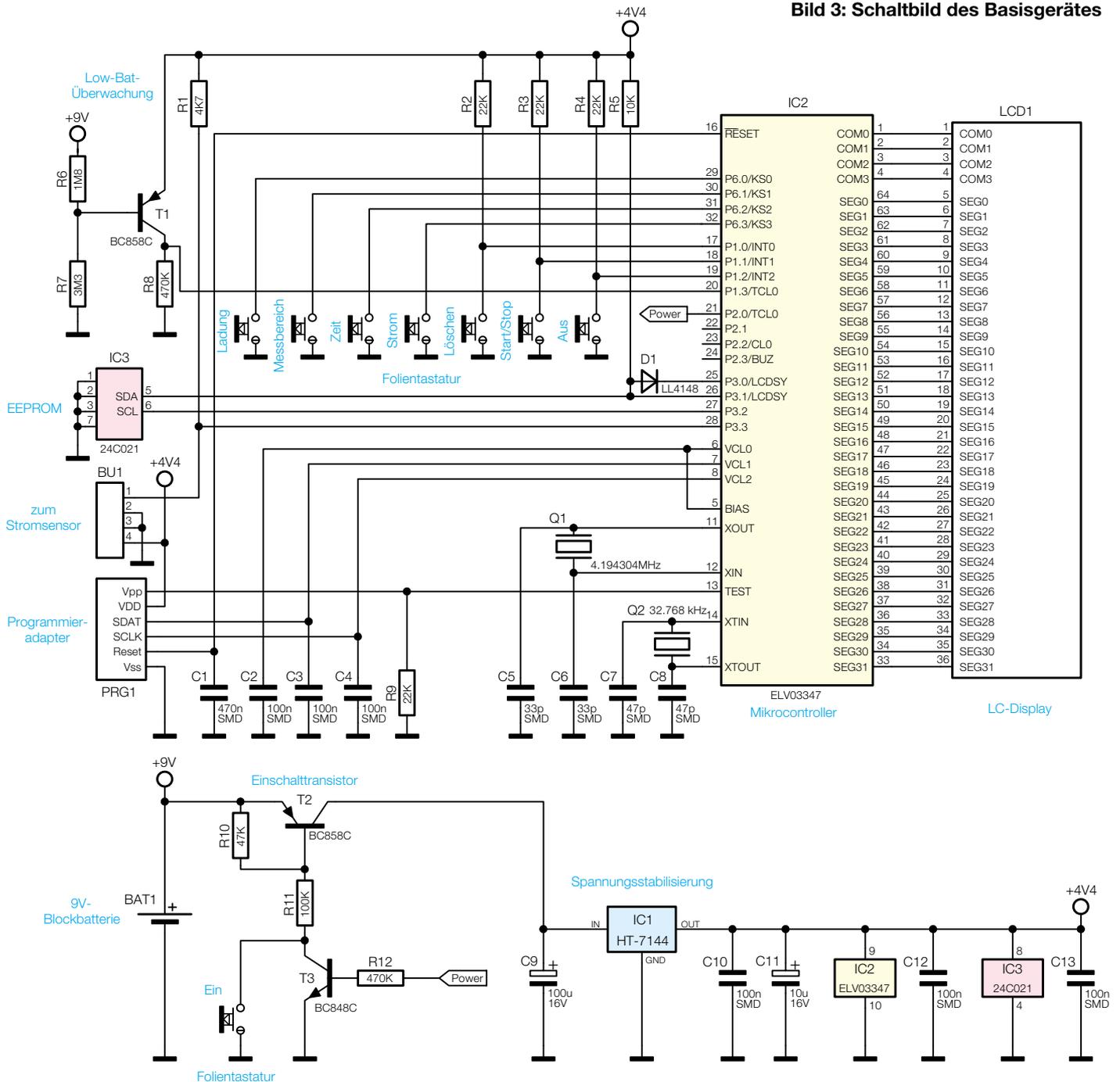
Störungen auf der über Pin 4 von ST 51 zugeführten Versorgungsspannung werden durch den Tiefpass aus R 51 und C 51 wirksam von IC 51 ferngehalten. C 52 dient zur Filterung des Messsignals.

Basisgerät

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild des Basisgerätes. Die Stromversorgung erfolgt mit der Batterie BAT 1. Zum Einschalten wird die Basis von T 2 über R 11 mit der Taste „Ein“ auf Masse gelegt. T 2 steuert durch und der Spannungsregler IC 1 gibt an seinem Ausgang eine stabilisierte Spannung von 4,4 V aus. Sobald der Mikrocontroller angelaufen ist, legt er den Port 2.0 („Power“) auf High und hält so T 2 über R 12 und T 3 eingeschaltet. Das Ausschalten erfolgt ausschließlich software-gesteuert, indem P 2.0 auf low gelegt wird, nachdem der Benutzer die Taste „Aus“ betätigt hat. Diese Taste ist, ebenso wie die sechs weiteren Tasten, direkt auf Ports mit Interrupt-Funktionalität geführt. Während für die Taster an Port 6 die internen Pull-Up-Widerstände des Mikrocontrollers IC 2 genutzt werden können, sind für die Taster am Port 1 die externen Pull-Up-Widerstände R 2 bis R 4 erforderlich.

Das Ende der Batterielebensdauer erkennt der Mikrocontroller durch die Überwachung der Batteriespannung mittels T 1. Wenn die Spannung der Batterie auf unter 6 V gefallen ist, hat sich das durch den Spannungsteiler R 6, R 7 ergebene Potential an der Basis von T 1 soweit reduziert, dass dieser durchsteuert und die Spannung an P1.3 von low nach high wechselt. Dies erkennt der Mikrocontroller und gibt daraufhin die Warnmeldung „Bat“ über das Display aus.

Bild 3: Schaltbild des Basisgerätes



Die zur Ansteuerung der 4 Common- und 32 Segmentleitungen des Displays LCD 1 erforderlichen Signale stellt ein im Mikrocontroller integrierter LCD-Treiber direkt bereit. Hierfür teilt der Treiber die Versorgungsspannung auf abgestufte Pegel herunter. Diese Spannungen VCL0 bis VCL2 werden mit den Kondensatoren C 2 bis C 4 stabilisiert.

Der Reset-Kondensator C 1 gewährleistet ein definiertes Anlaufen beim Einschalten der Versorgungsspannung, während zwei unabhängige Oszillatoren zur Taktung des Controllers dienen. Der mit Q 1, C 5 und C 6 gebildete Hauptoszillator wird zur Reduzierung der Stromaufnahme abgeschaltet, wenn keine große Arbeitsgeschwindigkeit erforderlich ist. Der mit Q 2,

C 7 und C 8 gebildete Suboszillator läuft hingegen permanent.

Zur dauerhaften Speicherung der Sensoradressen und Abgleichwerte ist über die I²C-Leitungen SDA und SCL das EEPROM IC 3 mit dem Controller verbunden.

Der Programmieradapter PRG 1 ist in Form von Kontaktierflächen auf der Platine ausgeführt. Bei der Serienfertigung des GSZ 500 wird die Firmware „in circuit“ über diesen Adapter in den Controller „gebrannt“.

Der Stromsensor ist über die 4-polige Westernbuchse BU 1 mit dem Basisgerät verbunden. Die an Pin 1 dieser Buchse anliegende Datenleitung hält R 1 im Ruhezustand auf High-Pegel. Während der Kommunikation zwischen dem Mikrocontrol-

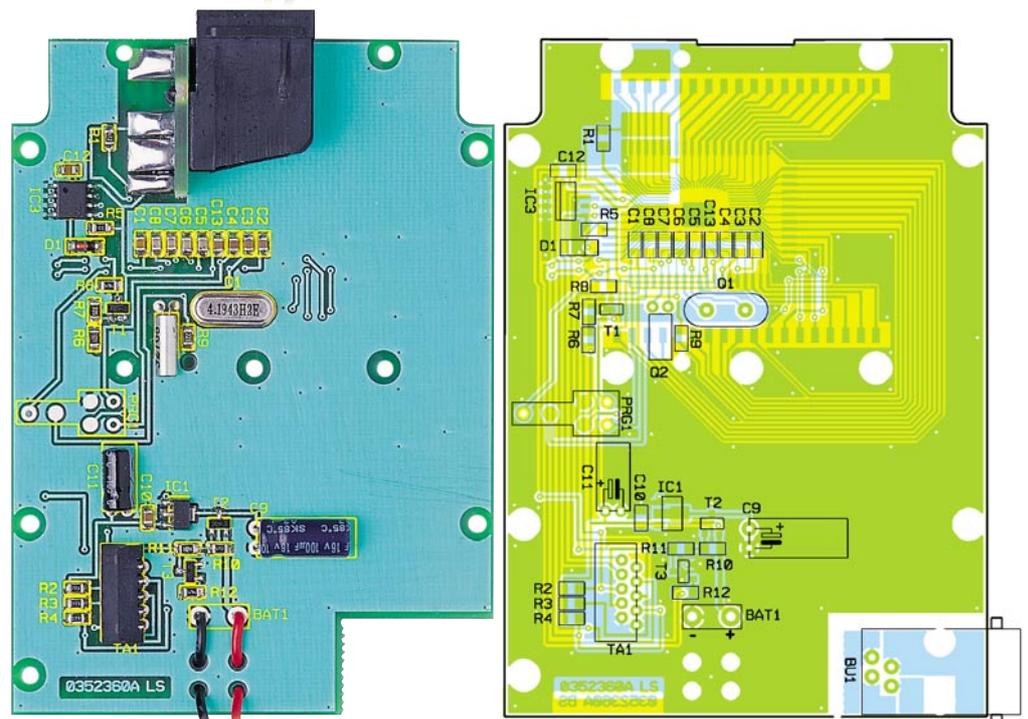
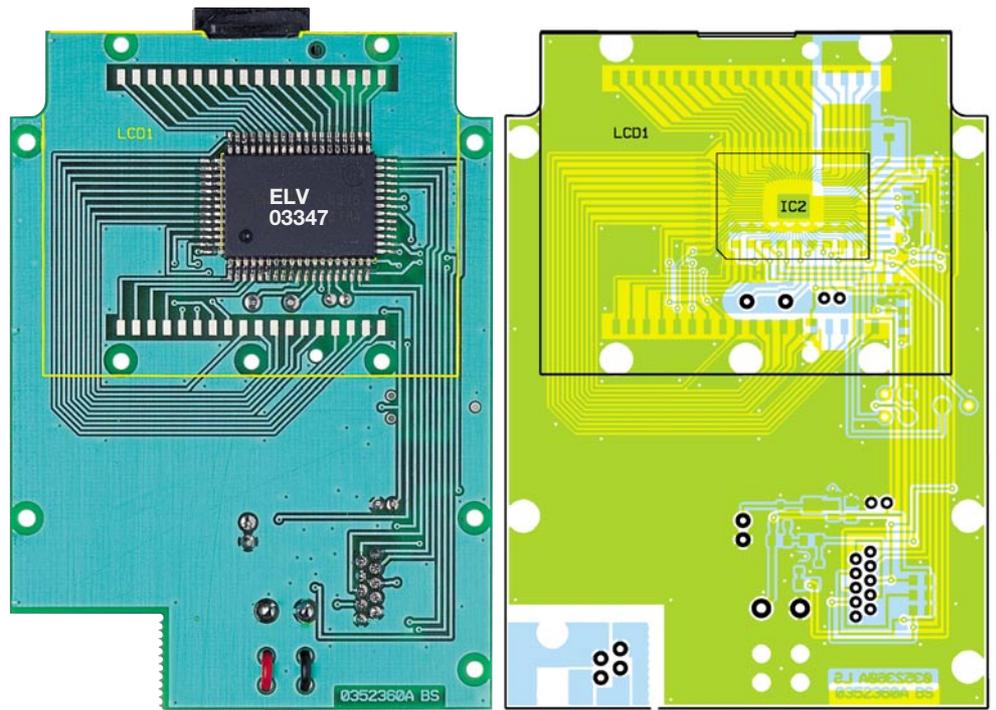
ler und dem Sensor wird diese Leitung dem 1-Wire-Protokoll[®] entsprechend zeitweise auf Low-Pegel gezogen und so die Daten codiert.

Nachbau

Von der 90 x 63 mm großen Platine des Basisgerätes ist zunächst das nur durch eine Perforation verbundene, kleine Platinenstück herauszubringen. Diese Zusatzplatine trägt später die senkrecht zu montierende Buchse.

Für die fachgerechte Bestückung mit den SMD-Bauteilen benötigt man entsprechendes Werkzeug (Mindestausstattung: elektronisch geregelter Lötcolben mit sehr schlanker Spitze, Pinzette, SMD-Lötzinn, feine Entlötlitze sowie bei Bedarf eine Lupe)

Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des Gleichstromzählers mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



sowie penible Ordnung am Arbeitsplatz.

Als erstes Bauteil ist der Mikrocontroller IC 2 zu bestücken. Zunächst wird auf das Pad von Pin 1 ein wenig Lötzinn aufgetragen. Dann ist das IC auf den zugehörigen Pads aufzusetzen und auszurichten und durch erneutes kurzes Schmelzen des Lötzinns an Pin 1 vorfixiert. Die richtige Einbaulage lässt sich dabei anhand der runden Gehäusemarkierung an Pin 1 und dem Bestückungsfoto leicht erkennen. Nachdem die korrekte Ausrichtung der Anschlusspins auf den Lötflächen nochmals geprüft und ggf. korrigiert worden ist, können die restlichen 63 Pins, beginnend mit dem Pin 1 gegenüberliegenden Pin, angelötet werden. IC 3 ist in der selben Weise zu bestücken wie IC 2. Hierbei muss die abgeschrägte Gehäuseseite mit der Doppellinie im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Als nächstes sind die weiteren SMD-Komponenten zu bestücken. Hier ist ähn-

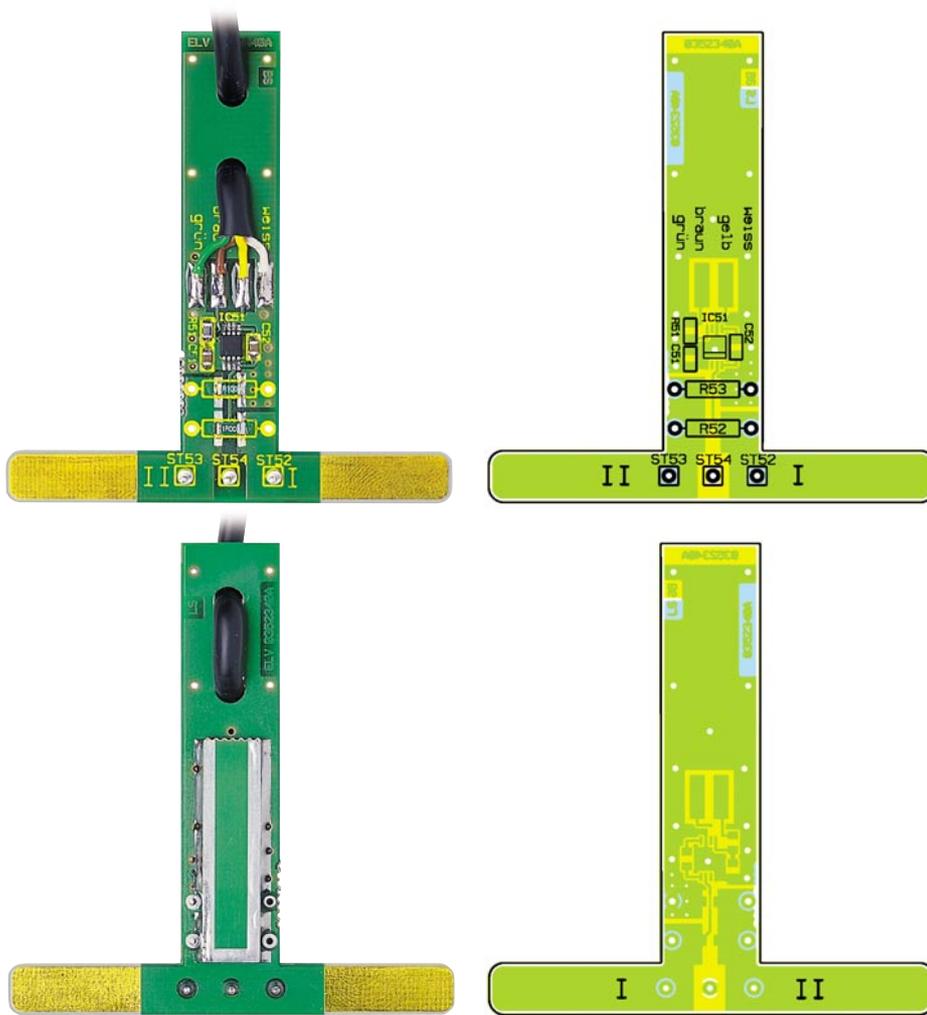
lich vorzugehen wie bei den ICs: Zunächst wird ein Pad mit etwas Lötzinn versehen. Dann ist das Bauteil mit einer Pinzette auf der vorgesehenen Position auszurichten und durch erneutes Erwärmen des verzinnten Pads mit dem LötKolben zu fixieren. Anschließend können der bzw. die weiteren Anschlüsse des Bauteils angelötet werden, ohne dass die Gefahr besteht, dass dieses sich verschiebt.

Die Widerstände lassen sich leicht anhand des Wertaufdrucks identifizieren. Bei den Keramik-Kondensatoren ist keinerlei Beschriftung auf dem Gehäuse angebracht. Um Verwechslungen vorzubeugen, sollten die Kondensatoren deshalb erst unmittel-

bar vor dem Bestücken aus ihrer Verpackung entnommen werden. Für die Transistoren gilt das selbe. Diese sind zwar mit einem Code bedruckt, der jedoch nicht direkt die Typenbezeichnung des Transistors wiedergibt. Die Einbaulage der Transistoren ergibt sich automatisch aus der Lage der zugehörigen Löt pads auf der Platine.

Beim Bestücken der Diode D 1 ist unbedingt auf die korrekte Polung zu achten: Die Kathode ist auf dem Glasgehäuse mit einem schwarzen Ring gekennzeichnet.

Als nächstes sind die bedrahteten Komponenten zu bestücken. Der Quarz Q 2 und die beiden Elkos C 9 und C 11 sind liegend



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine des Gleichstromzählers mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

zu montieren. Bei den Elkos ist unbedingt die vorgegebene Polarität zu beachten! Der Minus-Anschluss ist auf dem Gehäuse durch einen senkrechten Streifen gekennzeichnet.

Die Buchse zum Anschließen der Folientastatur ist von der Bestückungsseite,

mit der Öffnung zur Außenkante, bündig aufliegend in die Platine zu setzen und dann von der Lötseite zu verlöten.

Aus der geringen Höhe des Gehäuses resultiert die Notwendigkeit, die Buchse BU 1 liegend zu montieren. Deshalb ist diese zunächst mit der kleinen Zusatzplati-

Stückliste: Gleichstromsensor GS 500

Widerstände:

- 0,1Ω/1%/SMD/1206 R53
- 1Ω/1%/SMD/1206 R52
- 100Ω/SMD R51

Kondensatoren:

- 100nF/SMD C51, C52

Halbleiter:

- DS2740 IC51

Sonstiges:

- Lötstift, 1 mm ST52-ST54
- 7 cm Schrumpfschlauch, 3/8", rot
- 75 cm Kabel (rund, schwarz, 4-adrig) mit 4P4C-Stecker

ne zu versehen. Vor dem Einlöten der Buchse in die Zusatzplatine ist unbedingt sicherzustellen, dass diese vollständig aufliegt. Die Platine mit der eingelöteten Buchse wird nun auf die Basisplatine aufgelegt und exakt so an der Ausfräsung in der Basisplatine ausgerichtet, dass die Buchse später problemlos durch die Frontblende des Gehäuses ragen kann. Das Verlöten der Platinen miteinander sollte mit reichlich Lötzinn erfolgen, damit die Verbindung die im Betrieb auf die Buchse wirkenden mechanischen Kräfte problemlos aufnehmen kann.

Die Anschlussleitungen des Batterieclips sind zur Zugentlastung durch die beiden Löcher vor ihren Anschlüssen zu fädeln und erst dann zu verlöten.

Vor der nun folgenden Montage des Displays sind nochmals alle Lötstellen genau auf Kurzschlüsse und kalte Verbindungen zu prüfen. Zum Einbau des Displays ist zunächst die Schutzfolie vom Displayglas zu entfernen. Anschließend ist das Display in den transparenten Displayträger zu legen, wobei sich die linke Displayseite mit dem Anguss (Nase) sich an der Seite des Displayträgers mit der entsprechenden Aussparung befinden muss. Als nächstes ist der Displayrahmen von

Stückliste: Gleichstromzähler GSZ 500

Widerstände:

- 4,7kΩ/SMD R1
- 10kΩ/SMD R5
- 22kΩ/SMD R2-R4, R9
- 47kΩ/SMD R10
- 100kΩ/SMD R11
- 470kΩ/SMD R8, R12
- 1,8MΩ/SMD R6
- 3,3MΩ/SMD R7

Kondensatoren:

- 33pF/SMD C5, C6
- 47pF/SMD C7, C8
- 100nF/SMD C2-C4, C10, C12, C13
- 470nF/SMD C1
- 10µF/16V C11
- 100µF/16V C9

Halbleiter:

- HT7144 IC1
- ELV03347 IC2
- 24C021/SMD IC3
- BC858C T1, T2
- BC848C T3
- LL4148 D1
- LC-Display LCD1

Sonstiges:

- Quarz, 4,194304MHz, HC49U4 .. Q1
- Quarz, 32,768kHz Q2
- Einbaubuchse, 4-polig BU1
- Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend TA1
- 9-V-Batterieclip BAT1
- 1 Gehäuse GSZ500, bearbeitet und bedruckt, komplett

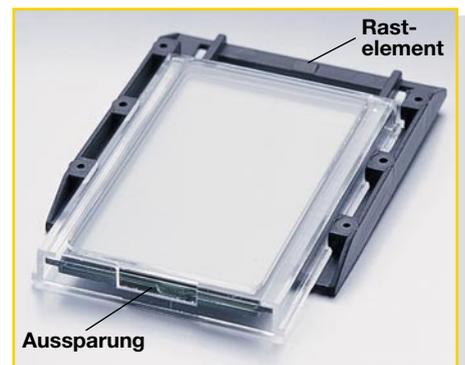


Bild 4: Aufschieben des Displayträgers auf den Rahmen

rechts unter den Displayträger zu schieben. Hierbei muss das Rastelement für die Endposition (wie in Abbildung 4 gezeigt) unbedingt auf der rechten Seite liegen. In die so vorbereitete Einheit sind nun die beiden Leitgummis einzulegen. Das Ganze wird dann mit 5 selbstschneidenden Schrauben der Größe 2,0 x 6 mm auf der Basisplatte verschraubt.

In die Folientastatur ist vor dem sorgfältigen Einkleben in die obere Halbschale die Tastaturbeschriftung einzuschieben und die Schutzfolien sind von beiden Seiten zu entfernen. Das Anschlusskabel ist durch den Schlitz unter der Tastatur in das Gehäuseinnere zu führen. Nun wird das Ende des Anschlusskabels in das Gegenstück auf der vorbereiteten Platine gesteckt und die Platine dann gemeinsam mit der oberen Stirnplatte in das Gehäuse eingelegt. Zum Festschrauben der Platinen dienen 5 selbstschneidende Schrauben der Größe 2,2 x 5 mm.

Der Aufbau des Basisgerätes wird durch das Aufsetzen der unteren Halbschale und Verschrauben mit 4 selbstschneidenden Schrauben 2,5 x 8 mm abgeschlossen. Hierbei ist der Batterieclip in das Batteriefach zu führen und die hintere Stirnplatte einzusetzen.

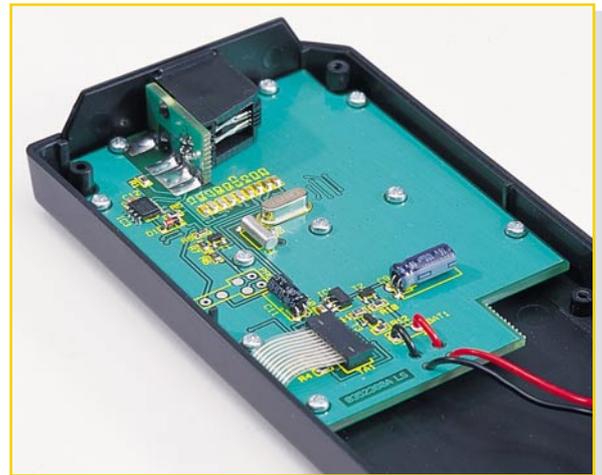
Wenden wir uns nun dem Aufbau des Stromsensors zu. Die T-förmige Platine des Stromsensors ist funktionsbedingt aus einem dünnen Material hergestellt. Hierdurch ist die Platine sehr flexibel. Im praktischen Einsatz des Sensors könnte dadurch die Platine leicht verbiegen und die aufgelöteten SMD-Komponenten werden eventuell mechanisch beschädigt. Deshalb muss zunächst der Verstärkungstreifen, der seitlich mit einer Perforation an der Sensorplatine sitzt, abgebrochen und auf der Rückseite unterhalb der Bauteilepositionen aufgelötet werden. Da hierbei relativ große Masseflächen erwärmt werden müssen, ist an dieser Stelle ein LötKolben mit ausreichender Leistung und nicht zu kleiner LötKolbenspitze erforderlich.

Das nun folgende Auflöten der SMD-Komponenten geschieht in der selben Weise wie bereits oben beschrieben. Etwaige Kurzschlüsse zwischen den Anschlussbeinen lassen sich am besten mit



Bild 6:
Sensor-
platine
mit
Schrupf-
schlauch

Bild 5: Einbau der
Basisplatte in das
Gehäuse



feiner Entlötlitze beseitigen.

Die Lötstifte sind von der Bestückungsseite bündig mit der Leiterplatte einzusetzen und von der Unterseite zu verlöten.

Zur Installation des Anschlusskabels muss dieses zunächst auf einer Länge von 10 mm abgemantelt werden. Die Leitungsenden sind 4 mm weit abzuisolieren, zu verdrehen und zu verzinnen. Das Anschlusskabel wird vor dem Auflöten auf die entsprechend beschrifteten Pads zur Zugentlastung durch die beiden Löcher am Ende der Platine geführt.

Die Inbetriebnahme des Systems gestaltet sich recht einfach: Der Sensor ist mit dem Basisgerät zu verbinden, eine Batterie anzuschließen und ins Batteriefach einzulegen. Nach dem Einschalten fordert das Basisgerät automatisch einen Abgleich für den neuen Sensor. Nachdem dieser durchgeführt wurde, sollten beide Messbereiche kurz auf ihre Funktionsfähigkeit hin geprüft werden und anschließend zum Schutz der Elektronik der beiliegende Schrupf-schlauch auf den Sensor aufgeschoben und mit Heissluft eingeschrumpft werden.

Abgleich

Wird ein Sensor zum ersten Mal am Basisgerät betrieben, so startet der Abgleichmodus automatisch. Sind bereits 4 Sensoren angemeldet, so wird zunächst abgefragt, welcher Sensor überschrieben werden soll. Beim ersten Abgleich können einfach die Nennwerte der Shunt-Widerstände eingestellt werden. Da sie eine Toleranz von lediglich 1% aufweisen, sind die erreichbaren Ergebnisse bereits sehr genau. Zu beachten ist, dass für den Bereich II der Widerstand R_{53} relevant ist und für den Bereich I die Reihenschaltung von R_{52} und R_{53} . R_1 errechnet sich somit wie folgt:

$$R_1 = R_{52} + R_{53}$$

Zunächst ist R_1 einzustellen. Mit den Tasten „+“ und „++“ wird der Wert vergrößert, mit den Tasten „-“ und „--“ verringert. Dabei bewirkt das Betätigen der Taste „+“ bzw. „-“ eine Änderung des Wertes um 1 Digit, das Betätigen der Taste „++“ bzw. „--“ eine Änderung um 100 Digits. Mit dem Festhalten einer der Tasten erfolgt ein

automatisches, schnelles Herauf- bzw. Herunterzählen.

Achtung: Aus einem falsch eingegebenen Widerstandswert resultieren Fehlmessungen bei Strom und Ladung.

Ist der Wert von R_1 richtig eingestellt, so ist dieser durch Betätigen der „J“-Taste zu bestätigen. Es folgen die Einstellungen für R_{11} , die ebenfalls mit „J“ zu bestätigen sind. Damit ist der Abgleich soweit abgeschlossen und der erste Einsatz des GSZ 500 kann erfolgen.

Soll der Abgleichvorgang später nochmals wiederholt werden, z. B. um die Werte der Shunt-Widerstände wie nachfolgend beschrieben zu präzisieren, ist beim Einschalten des Gerätes die Taste „Abgl.“ gedrückt zu halten, bis „SenS AbG“ im Display erscheint.

Für das genaue Bestimmen der Widerstandswerte sind ein gutes Strommessgerät (Multimeter) mit hoher Auflösung und eine Gleichstromquelle sowie geeignete Lastwiderstände erforderlich. Das Multimeter und der GSZ 500 werden in den Lastkreis aus Gleichstromquelle und Lastwiderstand eingeschleift. Der Lastwiderstand sollte dabei so dimensioniert sein, dass der Laststrom im oberen Drittel des Messbereiches des GSZ 500 liegt. Der auf dem Multimeter angezeigte Strom ($I_{\text{Multimeter}}$) ist ebenso zu notieren wie der Strom den der GSZ 500 anzeigt ($I_{\text{GSZ 500}}$). Aus diesen beiden Messwerten und dem bisherigen Abgleichwert (R_{Alt}) errechnet sich der neue Abgleichwert nach der Formel:

$$R_{\text{Neu}} = \frac{I_{\text{GSZ 500}}}{I_{\text{Multimeter}}} \cdot R_{\text{Alt}}$$

Diese Bestimmung des neuen Abgleichwertes ist ggf. für den zweiten Messbereich in gleicher Weise durchzuführen. Anschließend sind die ermittelten neuen Widerstandswerte wie oben beschrieben einzustellen. **ELV**

Datenblatt DS 2740 unter:
<http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/DS2740.pdf>



Effekte am Bus - DMX-512

Professionelle Lichttechnik wird heute per DMX fernprogrammiert und ferngesteuert. Inzwischen werden DMX-Geräte auch für den normalen DJ oder den DJ/Wirt in Personalunion interessant. Wir zeigen die Grundlagen, Möglichkeiten, Schnittstellen und Gerätetechnik des Systems.

Beamer-Batterie am Draht

Sieht man heute in einem Theater oder Konzert hinter die Kulissen, so wird man die früher die Scheinwerferbrücken bevölkernden Beleuchter nur noch vereinzelt finden. Früher heißt hier vor vielleicht dreißig Jahren. Denn schon ab Ende der 60er Jahre verschwanden diese, die auf Stichwort Beleuchtungseffekte schalteten, Fil-

ter wechselten oder den Bühnenstar mit einem Spot ins Solo-Licht setzten, mehr und mehr aus den Scheinwerfergerüsten.

Denn nun wurde bereits zum Teil ferngesteuert. Scheinwerfer, Multifunktionsspots und Effektgeräte steuerte man jeweils einzeln von einem Lichtpult aus über eine Gleichspannung bis 10 V an. Diese noch heute vielfach verwendete, international vereinheitlichte Steuerungsart ermöglichte nicht nur sehr einfache Anstee-

rungen, musste man doch im Gegensatz zu den bereits in den frühen Jahren der Scheinwerfer-Fernsteuerung benutzten Niederspannungssteuerungen nur ungefährliche Kleinspannung steuern und transportieren. Zudem ist die Fehlersuche sehr einfach - mit einem einfachen Multimeter, das jeder Bühnenarbeiter bedienen kann, ist der „Datenfluss“ kontrollierbar.

Mit dieser Technik lassen sich sehr einfach Scheinwerfer schalten, auf-, ab- und

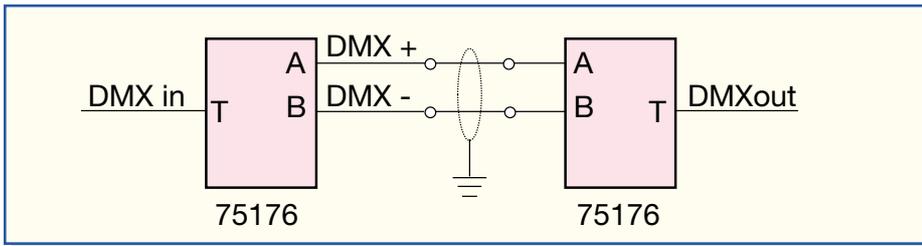


Bild 1: DMX-512 nutzt störsichere RS-485-Technik mit symmetrischer Signalübertragung.

überblenden, Filterrevolver ansteuern und Neige- und Schwenkmechaniken fernbedienen.

Vor allem große Varieté-Aufführungen und das Aufkommen großer und technisch immer ausgefeilterer Rock-Konzerte ließen diese Technik aber an ihre Grenzen stoßen. Unzählige Spots, immer speziellere Effektgeräte und die zunehmende Ankopplung pyrotechnischer Effekte ließen die Kabelbäume zwischen Lichtpult und Bühne immer dicker anschwellen - immerhin benötigt jedes einzelne Gerät ein Adernpaar, was bei Events wie etwa einem Pink-Floyd-Konzert zig Kabelstränge im Format eines Giovane-Elber-Oberschenkelumfangs erforderte. Und selbst bei kleineren Veranstaltungen, etwa in einer mobilen Zelt disco ist eine derartige Lichtverkabelung bereits recht aufwändig und übersteigt im Umfang schnell den der Audioverkabelung, ganz zu schweigen davon, dass die Möglichkeiten, hier in der Eile des Aufbaus etwas zu verwechseln, nahezu unbegrenzt sind.

Freilich, die Möglichkeit, hier eine spezielle Computer-Steuerung einzusetzen, egal, ob als PC oder Mikrocontrollersteuerung im Lichtpult, ist schon gegeben. Damit sind dann Abläufe, Überblendungen usw. vorprogrammierbar und auf Tastendruck als Sequenz abrufbar. Eine Barriere aber tat sich eben immer wieder auf - die der Verkabelung. Denn modernere Effektgeräte haben oft mehrere Funktionen gleichzeitig, benötigen also bei voller Ausnutzung für jede Funktion eine Ader, solange man an der Analogsteuerung festhält.

Digital hält Einzug

So kam es zwangsläufig dazu, dass man bald versuchte, eine vorhandene Steuerleitung mehrfach zu nutzen, zuerst mit analoger Multiplextechnik, die in der Norm AMX 192 (Analog Multiplex, 192 Befehle) gipfelte. Doch auch diese in den frühen 80er Jahren entwickelte Technik war bald überholt, zudem erforderte sie immer noch einen hohen Verkabelungsaufwand.

Erst mit der massiven Verbreitung der Digitaltechnik gelang es 1990, ein einheitliches Format, eben DMX-512, festzuschreiben, das es ermöglicht, eine Vielzahl von Endgeräten bzw. Funktionen (bis zu 512) über nur ein Adernpaar anzusteuern. Dies erfolgt über ein digitales, serielles, asynchrones Datenübertragungsprotokoll, das mit 8 Datenbits, 2 Stoppbits, ohne Parität und mit einer Datenübertragungsrate von 250 KBit/s arbeitet. Die Übertragung der Daten zum Lichteffectgerät wird durch eine serielle Verbindung in Anlehnung an RS 485 (Abbildung 1) realisiert. Damit zogen dünne Kabel, die einfach von Gerät zu Gerät weiterverbunden werden, ein. In festen Verkabelungen kann man CAT5-Kabel, wie in der Netzwerktechnik verwenden, für mobile Verkabelungen gibt es im Aufbau ähnliche, aber flexiblere und robustere Kabel. Keinesfalls soll man irgendein Kabel benutzen, denn die relativ hohe Datenübertragungsrate erfordert entsprechende Übertragungseigenschaften, wie sie eben jene symmetrischen Netzkabel bieten. Die derzeit innovativsten Firmen setzen sogar das nahezu völlig

störungempfindliche Lichtleiterkabel für die Datenübertragung ein - ein dickes Plus, wenn man bedenkt, welche elektrischen Felder und Impulse rund um eine Bühne wirken können.

Grundlage RS 485

Wer RS 485 kennt, weiß, dass hier die Anzahl der Geräte am Bus auf 32 (einschließlich Sender) begrenzt ist, danach ist der Bus, wie auch am Anfang, definiert abzuschließen. Für den Anschluss von noch mehr Geräten gibt es aber Repeater, Booster oder Splitter, die statt des 31. Gerätes angeschlossen werden und wiederum 31 weitere Geräte auf einer Leitungslänge bis 1000 m treiben können. Abbildung 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Systems. Der Vorteil von RS 485 gegenüber anderen seriellen Systemen liegt auf der Hand. Durch die symmetrische Signalübertragung, bei der eine Spannungsdifferenz zwischen zwei nach außen geschirmten Leitern ausgewertet wird, bleiben Störspannungen, die über den bei anderen Verbindungen, z. B. RS 232, als Signalmasse genutzten Schirm Signalverfälschungen hervorrufen können, ohne Einfluss. Der Schirm dient hier tatsächlich nur als Abschirmung. Dieses Übertragungsverfahren ist der Hauptgrund, warum mit RS 485 Entfernungen bis 1200 m überwindbar sind - und dies bei einer für derartige serielle Verbindungen hohen Rate von (bei DMX genutzten) 250 KBit/s (RS 485 ist für bis zu 10 MBit/s definiert).

Protokoll

Das Datenübertragungs-Protokoll, das

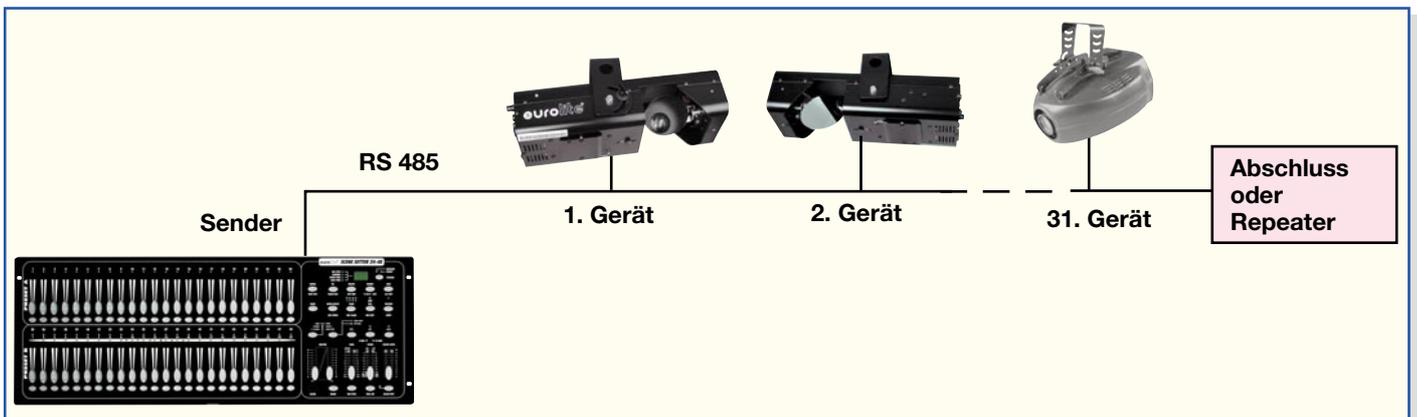


Bild 2: Aufbau eines DMX-512-Systems. Er ähnelt RS 485, jedoch ist hier nur ein Sender am Busanfang erlaubt. Fotos: Steinig Showtechnik

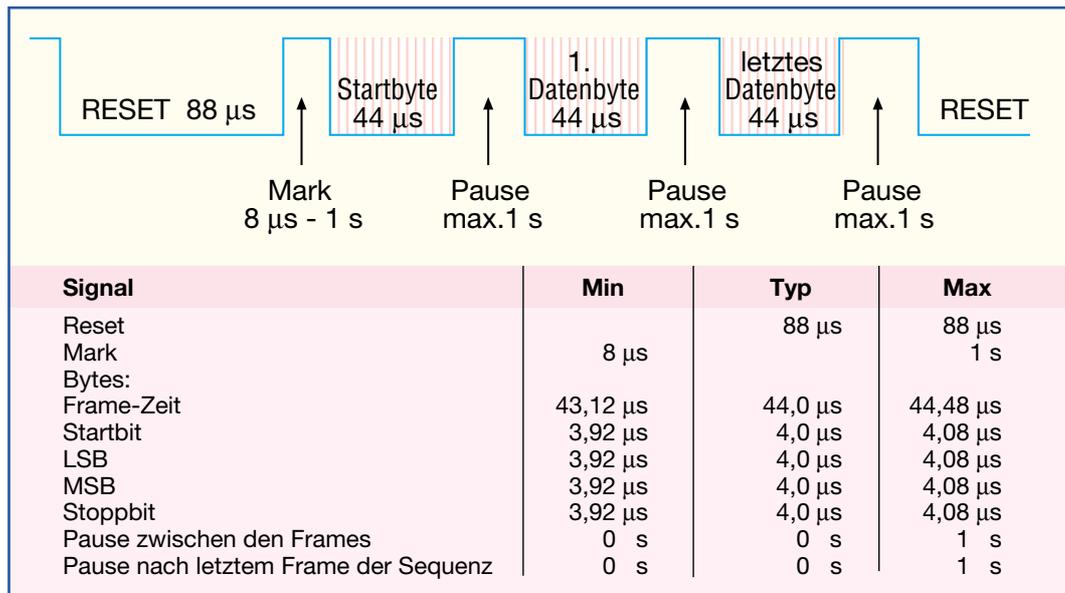


Bild 3: Das Datenprotokoll von DMX-512

Bestandteil der internationalen Norm DMX 512 (Digital Multiplex, 512 Kanäle, festgelegt durch das USITT (United States Institute for Theatre Technology)) und der deutschen Norm DIN 56930 ist, legt folgenden Ablauf der seriellen Datenübertragung fest (siehe auch Abbildung 3). Die Übertragung beginnt mit einem Reset-Signal, das alle Geräte am Bus zurücksetzt (synchronisiert). Diese erkennen das Reset-Signal daran, dass es genau doppelt so lang wie das eigentliche Steuersignal-Paket ist.

Dem folgen ein Start-Signal (Mark), dessen minimale Länge ebenfalls genau definiert ist, sowie ein Start-Byte (Startcode), das auf 00H spezifiziert ist (für spätere Erweiterungen des Protokolls reserviert). Danach folgen die Steuerinformationen für die Funktion des ersten Gerätes am Bus, die aus 8 Bit bestehen, es sind also Daten von 00H bis FFH (0...255) übermittelbar.

Was diese Daten auslösen, wird nicht übermittelt, dies ist im Controller des jeweiligen Gerätes abgelegt. FF kann also je nach Gerät genauso volle Helligkeit bedeuten wie voller Schwenk oder das Einschalten eines Gobos. Das Signal für das Gerät besteht aus einem so genannten Frame (Datenrahmen) mit genau definierter Länge, der die erwähnten Bestandteile des seriellen Signals, also Startbit, Daten (LSB/MSB) und Stoppbit beinhaltet. Nach diesem Frame folgt eine wiederum definierte Pause, bevor das Datenpaket für das zweite Gerät gesendet wird. Dies setzt sich fort für bis zu max. 512 Frames, abgeschlossen von wiederum einer Pause. Danach beginnt der Zyklus erneut mit einem Reset usw. Das klingt zunächst, wenn man den maximalen Ausbau mit 512 Geräten betrachtet, sehr langwierig. Rechnet man jedoch alle Zykluszeiten zusammen, kommt man auf eine recht hohe Wiederholrate am Bus von

44,1 Hz. In den meisten Fällen wird man aber keine 512 Geräte am Bus betreiben, normale Diskothekeninstallationen kommen durchaus mit einem 32er Segment aus. Dann können die Wiederholraten erheblich höher werden, denn man muss nur soviel Datenframes übertragen, wie tatsächlich benötigt werden, also keine „leeren“ Frames senden, sofern aufeinander folgende Adressen genutzt werden.

Wie erkennen nun die einzelnen Geräte am Bus, welche Befehle für sie relevant sind? Die Lösung ist einfach - sie werden direkt am Gerät als erstes bis 512. Gerät adressiert (Abbildung 4) und zählen dann nach der Reset-/Start-Sequenz brav mit, bis ihr zuständiges Datenpaket eintrifft.

Ein Manko dieses Datenübertragungssystems soll dennoch nicht unerwähnt bleiben. Es erfolgt hier keine Rückmeldung, ob der Befehl tatsächlich am Gerät angekommen ist, obwohl RS 485 eigentlich bidirektional arbeiten kann. Das ist nicht schlimm, solange es keine sicherheitsempfindliche Technik betrifft. Aber, wenn ein Feuerwerk ablaufen oder der Star mit der Kranbrücke über das Publikum gefahren werden soll, müssen zwingend sehr schnelle Rückmeldekanäle vorhanden sein, die die ständige Kontrolle über das Geschehen ermöglichen. Dass einige Hersteller die noch zwei frei bleibenden Anschlüsse der vorgeschriebenen 5-poligen Steckverbinder als Rückmeldeleitung benutzen, entspricht noch nicht der Norm.

Steckverbinder

Damit kommen wir zu den in der Norm ebenfalls definierten Steckverbindern des Systems. Praktischerweise griff man zu den im rauen Bühnenbetrieb bewährten XLR-Steckverbindern. Vorgeschrieben sind 5-polige XLR-Steckverbinder, deren Belegung genau vorgegeben ist (Abbil-



Bild 4: Die Adressierung erfolgt entweder per einfachem DIP-Schalter wie hier gezeigt, oder mit Hilfe von Displays, wie in Bild 8 zu sehen. Hier ist ein Beispiel mit XLR-3-Durchschleifbus zu sehen. Die Belegung ist noch einmal direkt am Gerät angebracht. Foto: Steinigke Showtechnik

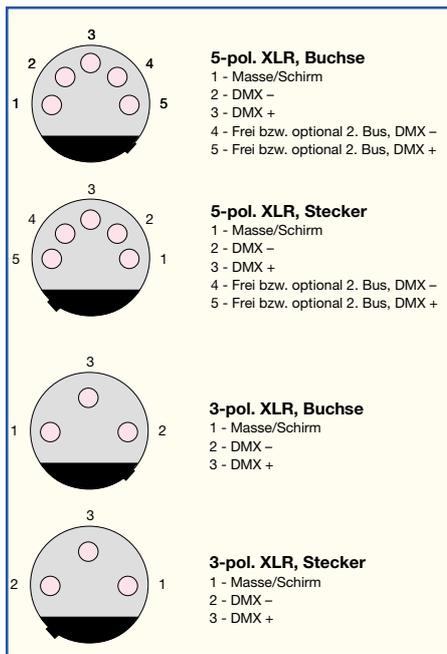


Bild 5: Die Normbelegung der XLR-5-Buchsen/Stecker sowie die nicht normierte, aber oft genutzte XLR-Stecker/Buchsen.

derung 5). Da hier jedoch nur 3 Anschlüsse belegt sind, verwenden viele Hersteller statt der 5-poligen 3-polige XLR-Verbinden. Deren gängige Belegung ist ebenfalls in Abbildung 5 zu sehen. Gängig? Jeder Techniker wird jetzt ungläubig gucken - er hat recht. „Gängig“ und „Norm“ passen nicht zusammen, deshalb wird man die 3-poligen Steckverbinder auch nicht in der Norm finden. Demzufolge dürfen Geräte mit diesen Buchsen eigentlich auch nicht mit „DMX-512“ bezeichnet werden. Als Ausgleich (und manchmal halt auch zu-

sätzlich) tragen diese Geräte die Steckverbinderbelegung als Aufdruck oder Aufkleber, um dem anwendenden Techniker Sicherheit zu geben.

Apropos Stecker und Buchsen: Alle sendenden Geräte tragen Buchsen (Female), alle empfangenden Geräte Stecker (Male). So ist die Zuordnung der Kabel gesichert und Entwickler von DMX-Geräten sollten sich daran halten. Auch ist eine potentialfreie Verbindung (Bustrennung per Optokoppler) sehr nützlich, um zusätzlich Störeinflüsse durch Potentialunterschiede zu vermeiden.

Die Technik

DMX-Steuerungen gibt es in vielfältiger Form. Neben den mehr oder minder transportablen Licht-Stell- und Programmierpulten, wie sie in Abbildung 6 gezeigt sind, wird teilweise auch die direkte Steuerung über entsprechende PC-Programme und zugehörige Interfaces vorgenommen. Diese haben die Aufgabe, die über die verschiedenen PC-Schnittstellen (üblich sind die direkte Übergabe an Interface-Karten via PCI-Bus, über den USB oder die parallele Schnittstelle) ausgehenden Signale auf RS 485 umzusetzen.

Die Lichtstellpulte, so kompliziert sie zunächst aussehen mögen, sind eigentlich nicht viel schwieriger zu bedienen als ein Mischpult. Nur sind sie in den allermeisten Fällen mit einem Mikrocontroller samt

mehr oder minder aufwändigem Display bestückt, die das Einprogrammieren der einzelnen Sequenzen erlauben. Denn die müssen natürlich (neben der oft auch möglichen manuellen Eingriffsmöglichkeit, z. B. der Direktsteuerung eines Spots) vor der Aufführung in Ruhe programmiert werden, damit sie später auf Tastendruck oder ereignisgesteuert komplett und möglichst „blind“ abrufbar sind. Einige Steuergeräte erlauben sogar zusätzlich die Infrarotsteuerung von anderen Geräten beim Auslösen einer Steuersequenz. So kann man z. B. automatisch mit einem bestimmten Bühneneffekt einen CD- oder MP3-Player ansteuern lassen, der ein Jingle abspielt.

Die eigentliche Programmierung ist nicht kompliziert: Adresse des Gerätes wählen und den Befehlscode sowie das Timing für den gewünschten Effekt entweder direkt als Code oder über einen Dimmerregler eingeben. Durch geschickte Adressen- und Timing-Überblendungen und andere Effekte möglich.

Und sollte während einer Lichtshow aus welchem Grunde auch immer - ein Ablauf „aus dem Ruder laufen“, so enthält DMX eine Möglichkeit, alle Geräte auf einen Schlag stillzulegen. Denn bleibt das serielle Signal länger als eine Sekunde aus, so interpretieren die Empfänger dies als Fehler und schalten in einen definierten Zustand.



Bild 6: Die DMX-Kommandozentralen gibt es neben PC-Programmen in großer Auswahl. Sie erlauben die Vorprogrammierung und Speicherung von DMX-Sequenzen ebenso, wie die Direktbedienung.
 Fotos: Steinigk Showtechnik



Bild 7: Nahezu alle Effekte sind heute mit DMX-Steuerung zu haben. Fotos: Steinigke Showtechnik

In der professionellen Szene findet man immer öfter auch schon Mischpulte bzw. deren Rack-Anhang, die in der Lage sind, an vorprogrammierbaren Stellen des Programms, automatisch oder per Tastendruck am Mischpult, DMX-Pulte oder sogar DMX-Geräte direkt anzusteuern. Damit kann dann die gesamte Show quasi im Einmann-Betrieb gefahren werden. Derartig halbautomatische Systeme gibt es schon in hoher Perfektion, weshalb man heute selbst bei großen Rockkonzerten staunend registrieren kann, dass maximal 2 Techniker an den Pulten sitzen. Kleine DMX-Systeme sind heute auch preislich soweit erschwinglich, dass auch der „normale“ DJ darauf setzen kann, künftig Licht und Ton allein steuern zu können und dabei eine perfekt geplante und programmierte Lichtshow mit einer nur vom Geldbeutel und Aufbauzeit begrenzten Gerätezahl zu bieten - ein Plus für jede Angebotsverhandlung mit Veranstaltern.

Und schließlich ist auch dem alleinunterhaltenden Gastwirt hier die Möglichkeit in die Hand gegeben, seinen Gästen eine exzellente Lichtshow zu bieten, ohne einen Light-Jockey zusätzlich beschäftigen zu müssen.

Auch bei den Empfangsgeräten gibt es

Bild 8: Adressierung erfolgt bei Mehrfunktionsgeräten grundsätzlich über solche und ähnliche Bedien- und Anzeigefelder. Fotos: Steinigke Showtechnik



eine riesige Vielfalt an Geräten. Abbildung 7 zeigt einige davon. Prinzipiell lassen sich alle Effektgeräte mit DMX-Steuerung ausrüsten. Da einige Geräte mehrere Funktionen, z. B. Farbwechsel, Gobo und vielleicht noch eine drehbare Ablenkeinheit besitzen, belegen diese, sollen sie getrennt gesteuert werden, auch mehrere DMX-Kanäle. Die Handhabung dieser Geräte selbst ist einfach - es wird lediglich die jeweilige Startadresse am Gerät eingestellt. Die folgenden Adressen ergeben sich automatisch. Dies erfolgt entweder komfortabel über ein Digital-Display (Abbildung 8) oder ganz profan per DIP-Schalter.

Damit kann man resümierend feststellen, dass DMX-512 ein, bei Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen, einfach handhabbares System darstellt, das dem Licht-Techniker die Arbeit deutlich erleichtern kann. Inzwischen halten sich auch fast alle Hersteller an die Norm, wengleich es hier immer wieder Abweichungen, speziell von Billigerherstellern oder Exoten gibt. Deshalb gehört zur DMX-Installation auch zumindest ein einfacher Bustester.

Hier, sowie auch bei der Entwicklung eigener DMX-Steuergeräte, liegt auch das Potential für den Eigenbau, da das Protokoll via entsprechender Mikrocontroller-

Programmierung, einfach beherrschbar ist, die eigentliche Steuertechnik ohne gefährliche Netzspannung arbeitet und die Bustechnik einfacher Standard ist, sofern man einige wenige Grundbedingungen wie hochwertiges Kabelmaterial und die Bedingungen der Bustopologie beachtet. **ELV**

Weitere Informationen im Internet:
www.soundlight.de
 (Topadresse für alles rund um DMX)
www.steinigke.de
 (Umfangreiches Lieferprogramm
 z. B. Futurelight, Eurolight)

Schwerpunkt-Projekte

Temperatur-Feuchte-Messgerät TFM 100, Teil 2



Das Temperatur-Feuchte-Messgerät dient zur genauen Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte sowie der Datensammlung für die Auswertung auf einem PC. Nach der Vorstellung von Funktion, Bedienung und Schaltung setzen wir die Beschreibung mit dem praktischen Aufbau und der Bedienung der TFM-100-Windows-Software fort.

ALC 9000

Das neue Akkuladegerät ALC 9000 erweitert das Spektrum der Profi-Akkuladegeräte um ein ganz besonderes Highlight. Es ist im soliden 9000er Metallgehäuse untergebracht und verfügt über 6 Kanäle zum Laden und Entladen verschiedener Akkutypen auf höchstem Niveau. Durch Grafikdisplay und Inkrementalgeber sowie durch intelligente Akkuerkennung gestaltet sich die Bedienung beson-

ders einfach. Auch eine USB-Schnittstelle fehlt bei diesem Gerät nicht.

GPS-Handnavigators GPN-100

GPS-Empfänger werden heute aufgrund der hohen Positionsgenauigkeit für viele Aufgaben eingesetzt. Anhand eines einfachen batteriebetriebenen GPS-Empfängers demonstrieren wir, wie man ein GPS-Empfangsmodul mit integrierter Antenne in eigene Applikationen einbindet. Auf seinem LC-Display zeigt der GPN-100 die aktuelle Position und Geschwindigkeit an. Außerdem kann er die Richtung und Entfernung zu zuvor gespeicherten Wegpunkten anzeigen. Obwohl als Experimentierschaltung konzipiert, leistet er gute Dienste, wenn es z. B. beim Wandern in unbekanntem Terrain gilt, das geparkte Kraftfahrzeug wiederzufinden.

Wetterabhängige Markisensteuerung

Der MS 300 WR ist die ideale Ergänzung zur vorhandenen Markisensteuerung zur Sicherung der teuren Markise vor Wind- und Regeneinwirkung. Die Messdaten für Wind und Regen werden von einem externen Sensor erfasst und per Funk an den MS 300 WR übertragen. Bei beginnendem Regen oder Überschreitung der maximalen Windgeschwindigkeit wird die Markise zum Schutz eingefahren.

Modellbau-Telemetriesystem

Das neue Vario-Altimeter VAM 300 wird eingesetzt, um Daten von Flugmodellen in Echt-

zeit am Boden zu überwachen. Das batteriebetriebene Handgerät empfängt dabei die Funksignale des Telemetriesenders VAT 300 und zeigt die gewünschten Daten auf einem LC-Display an. Zusätzlich werden akustische Signale für die Variometer-Funktion ausgegeben. Neben der Flughöhe wird im Flugmodell die Spannung des Akkus gemessen, der den VAT 300 versorgt, die Temperatur im VAT 300 und eine weitere Temperatur, die von einem externen Temperaturfühler gemessen wird. Im VAM 300 kann jeder Messgröße ein Alarm zugewiesen werden, so dass das VAM 300 den Piloten durch verschiedene akustische Signale warnt, wenn im Flugmodell kritische Bedingungen erreicht werden. Mit der eingebauten Stoppuhr kann die Flugdauer überwacht werden. Ein Zeitmultiplexverfahren ermöglicht es, bis zu 4 Telemetriesysteme parallel zu betreiben.

PC-Technik



Keil-Entwicklungsboards

Für den Programmierer, egal ob Einsteiger oder schon erfahren, wurden von der Firma „Keil“ zwei neue Entwicklungsboards auf den Markt gebracht. Das MCB 900 und das EPM 900, beide sind vielseitige Controller-Boards zur Erprobung von Philips P89LPC9xx Mikrocontroller-Applikationen. Weiterhin beinhalten beide die Entwicklungsumgebung „µVision2 LPC Development Studio“, eine kundenspezifische Variante des PK51 Professional Developers Kit. Es enthält eine 4-KB-limitierte Version des Keil-C Compilers und µVision2-Debuggers. Mit dieser leistungsstarken Softwareentwicklungsumgebung ist ein schneller Einstieg in die Anwendungsentwicklung und Debugging möglich.

USB-AD-Wandler UAD 8

Die Messwertaufnahme und -verarbeitung stellt einen wichtigen Bereich in der Elektronik dar, in dem der PC immer mehr Anwendungen findet. Der USB-AD-Wandler UAD 8 bietet sich als Verbindungsglied zur analogen Außenwelt an, mit der analoge Spannungen für den PC digital umgesetzt werden. Der Anschluss an den PC wird über eine USB-Schnittstelle hergestellt. Der UAD 8 stellt acht AD-Wandler-Eingänge zur Verfügung, womit sich analoge Spannungen im Bereich von 0-2,5 V umsetzen lassen. Durch Vorschalten eines jeweiligen Spannungsteilers lassen sich auch höhere Spannungen messen.

Schöner computern - Case Modding

Eigentlich sind die Zeiten vorbei, in denen Computer graue Kästen unter dem Tisch sein mussten - heute rücken sie ins Wohnzimmer vor und stehen oft genug im Mittelpunkt. Case Modding sorgt hier für die optische Aufwertung. Wir stellen das Thema vor und zeigen auf, wie man mit Case Modding seinen PC zum optischen Schmuckstück machen kann.

Info-Serien

So funktioniert's:

Wenn der Willi den Regenschirm nimmt - die neue ELV-Wetterstation WS 300

Unsere neue Funk-Wetterstation wartet wieder mit zahlreichen pfiffigen Details auf, wie einem neuen professionellen Kombisensor, und neuen Anzeigefunktionen inklusive der animierten Wettervorhersagefigur „Willi“.

Experimentieren mit Elektronik

Moderne Experimentiersysteme sind heute längst aus der Spielzeug-Ecke heraus gekommen. Sie erlauben eine fundierte und

absolut praxisbezogene Ausbildung und sind längst mehr als das berühmte Steckbrett - denn heute zählen sogar Robotersysteme dazu.

Wir stellen vor, was derzeit auf diesem Gebiet angeboten wird.

Elektronik-Grundlagen: Operationsverstärker in Theorie und Praxis, Teil 5

Im letzten Teil unserer Serie wenden wir uns der Signalerzeugung mit und der Stromversorgung von Operationsverstärkern zu.

Mini-Schaltungen

LED-Konstantstromquelle LK 1

Die Konstantstromquelle dient zum Betrieb von Standard-LEDs oder Low-Current-LEDs an einer Betriebsspannung von ca. 3 V bis 25 V (Gleichspannung) ohne zusätzlichen Vorwiderstand. Eine angeschlossene LED kann somit an einer veränderbaren Spannung bei weitgehend gleichbleibender Helligkeit betrieben werden, ohne die LED zu zerstören. Ebenso ist eine Reihenschaltung von mehreren LEDs möglich.

Bewegungsmeldermodul PIR 13

Das Bewegungsmeldermodul PIR 13 ist durch seine winzigen Abmaße und den weiten Versorgungsspannungsbereich sehr universell einsetzbar. Bereits eine 13 mm große Bohrung für die Linse in Fingerhut-Form genügt, um das Modul sehr schön in eine abgehängte Decke zu integrieren.

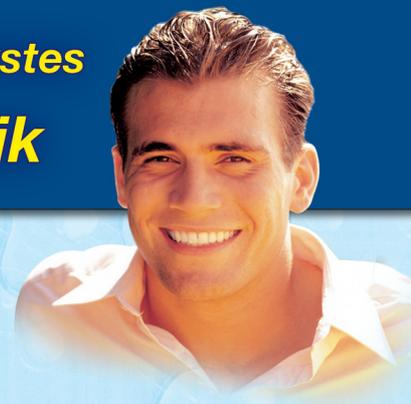
PIR-Hundeschreck PHS 1

Der PIR-Hundeschreck hält Hunde, Katzen und andere ungeliebte Tiere vom Garten, Gemüsebeet oder einem anderen Ort fern. Der eingeschaltete PHS 1 ist einfach an den Ort zu platzieren, wo Sie keine unerwünschten Tiere haben möchten. Erkennt der eingebaute Bewegungsmelder ein Tier, sendet es für eine gewisse Zeit einen sehr lauten Ultraschall-Ton aus, der für Hunde und Katzen unangenehm ist und sie vertreibt.

Aufholverstärker AHV 100

Die genormten Signalpegel von Cinch-Buchsen sind unterschiedlich, so dass beim Anschluss an Universal-Eingangsbuchsen beim Umschalten von einer zur anderen Signalquelle Pegelsprünge (Lautstärkeänderungen) auftreten. Diese Lücke schließt der Aufholverstärker AHV 100.

Entdecken Sie **Deutschlands** auflagenstärkstes **Fachmagazin** für angewandte **Elektronik**



Das „ELVjournal“ ist das führende Fachmagazin für jeden, der sich privat oder beruflich für aktuelle Elektronik und PC-Technik interessiert. Geboten werden exklusive Selbstbauprojekte aus eigener Entwicklung von „klein und preiswert“ bis zu anspruchsvoller High-Class-Technik und innovative Problemlösungen für den professionellen Einsatz in Betrieben. Dazu Top-Informationen über praktische Schaltungstechnik und Elektronik-Grundlagen sowie aktuelle Software-Ideen und Elektronik-News. Der besondere Service: Alle Platinenvorlagen der vorgestellten Projekte im Internet zum Downloaden, Experten-Hotline zur technischen Unterstützung, Reparaturservice für die Selbstbauprojekte.

Das Jahresabonnement besteht aus 6 Journalen, die Sie alle 2 Monate ab der nächsterreichbaren Ausgabe abonnieren können. Sie sparen gegenüber dem Einzelkauf. Das Abonnement verlängert sich automatisch um jeweils 1 Jahr.

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

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

Abo-Preis im Ausland:

- Österreich € 32,10
- Schweiz € 31,90
- weiteres Ausland € 44,20

incl. aller Versand- und Zustellungskosten

AUCH IM INTERNET



incl. aller Versand- und Zustellungskosten

Sie sparen 15 %

Platinenvorlagen zum Downloaden, Übersicht "ELVjournal" unter www.elv.de

EINFACH ANRUFEN ODER ABO-BESTELLKARTE (HINTEN IM HEFT) NOCH HEUTE ABSENDEN
TEL.: 0491/600888
FAX: 0491/7016
ODER UNTER www.elv.de

Schnupperabonnement

Es besteht aus 3 Journalen, die Sie über ein halbes Jahr lang alle 2 Monate ab der nächsterreichbaren Ausgabe abonnieren können.

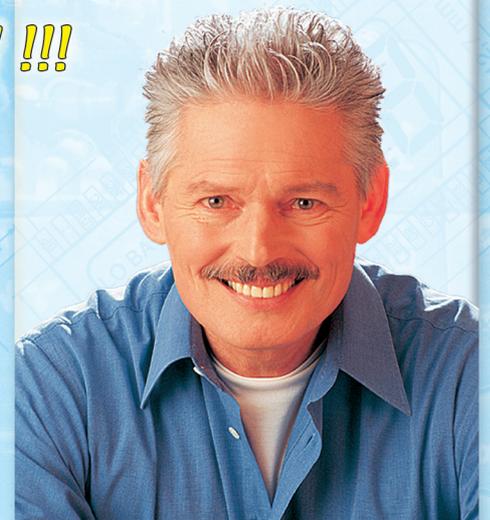
Der Preis hierfür beträgt nur **€ 5,-**

Jetzt testen.

Sofern Sie nicht kündigen, verlängert sich das Abonnement automatisch bei einem Jahresbezugspreis von € 25,25. Eine Kündigung ist jederzeit möglich.

Schnupperabo in Österreich € 10

Schnupperabo in der Schweiz € 10



NEU !!!

LADETECHNIK

auf höchstem Niveau

ALC 1000 ▶

- 5 Ladeschächte
- 3 Programme zur Akkupflege:
Laden, Entladen, Entladen/Laden.

5 Ladeschächte für Rundzellen von Micro bis D-Zelle, einer davon für 9-V-Block-Akku. LC-Status-Anzeige, für jeden Ladeschacht wählbar.



ALC 1000 Expert ▶

- 5 Ladeschächte
- 6 Programme zur Akkupflege



€ 79,90
35-384-06

Der Akku-Lade-Controller ALC 1000 Expert bietet die gleichen Funktionen wie das Topmodell ALC 2000 Expert.

Jedoch stehen statt 10 Ladeschächten 5 bequem bestückbare Schächte (davon 1 Schacht für 9-V-Block-Akkus) für das Schnellladen von NiCd- und NiMH-Akkus sowie der modernen RAM-Zellen (wieder aufladbare Alkali-Mangan-Akkus mit 1,5-V-Zellenspannung) zur Verfügung. Ohne Schonladung und Lüfter.

€ 99,90
35-384-09



€ 165,-
35-384-08

ALC 2000 Expert

Das Topmodell der neuen Akku-Lade-Controller-Serie ALC bietet

- 10 Ladeschächte
- 6 Programme zur Akkupflege

Funktionen, die kaum noch Wünsche offen lassen

- **Gleichzeitiges Schnell-Laden von „RAM“- , NC-, NiMH-Zellen**
- **Automatische Akku-Identifizierung**
Zum Laden einfach Akku einlegen, alles andere (Erkennen von Akku-Typ und -Zustand sowie Starten und Durchführen des Ladevorganges) erfolgt automatisch.
- **10 voneinander unabhängige Ladeschächte**
Gemischte Bestückung mit Akkus unterschiedlicher Technologie möglich. Dabei können verschiedene Programme gleichzeitig ausgeführt und die einzelnen Ladeschächte separat gesteuert und überwacht werden.

- **Innovative Ladetechnik**
Überwachung des Spannungsverlaufs beim Ladevorgang mit 14 Bit Genauigkeit. Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinander folgende Messwerte. Abtastung der Akkuspannung im stromlosen Zustand, damit Übergangswiderstände das Messergebnis nicht beeinflussen. • NC/NiMH-Akkus: Ladeerkennung nach der besonders sicheren Methode der negativen Spannungsdifferenz • „RAM“-Zellen: Ladeverfahren per Konstantspannung.
- **Höchster Bedienkomfort**
Zum Laden eines Akkus ist keinerlei

Bedienung erforderlich. Nach Einsetzen in den Ladeschacht und selbsttätiger Akku-Identifizierung wird automatisch das Ladeprogramm gestartet. Nur wenn eine andere Funktion gewünscht wird, können per 5 Bedientasten und der quasi selbsterklärenden grafischen Benutzerführung die jeweils gewünschten Programme aufgerufen bzw. sämtliche Messwerte und Statusinformationen abgefragt werden.

- **Leichte Bestückung und Entnahme**
durch ergonomisch geformte Ladeschächte. Transparente, 120° schwenkbare Staubschutzhauben.



Laden



Entladen/Laden



Zyklus regenerieren



Entladen



Auffrischen



Test

Optimale Akku-Pflege • Beste Ladeergebnisse • Höchster Bedienkomfort